UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE USO DE LA FABRICACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN LA FABRICACIÓN DE PARTES Y REPUESTOS PARA AUTOMÓVILES

PRESENTADO POR:

MIGUEL ANTONIO ALVARADO DE LEÓN

SANTA ISABEL COREAS ROBLES

RICARDO ALBERTO VÁSQUEZ CASTILLO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE 2020

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DIRECTOR:

ING. GEORGETH RENAN RODRÍGUEZ ARÉVALO

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

INGENIERO(A) INDUSTRIAL

Título:

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE USO DE LA FABRICACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN LA FABRICACIÓN DE PARTES Y REPUESTOS PARA AUTOMÓVILES

Presentado por:

MIGUEL ANTONIO ALVARADO DE LEÓN

SANTA ISABEL COREAS ROBLES

RICARDO ALBERTO VÁSQUEZ CASTILLO

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. FRANCISCO ORLANDO REYES CONTRERAS

CIUDAD UNIVERSITARIA, OCTUBRE 2020

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docente Asesor:

ING. FRANCISCO ORLANDO REYES CONTRERAS

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente, darle gracias a Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida, darme salud para alcanzar mis logros y mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, por estar conmigo en cada paso que doy, por iluminar mi mente y por haber puesto a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre, Santa Isabel Robles, por su apoyo incondicional, por sus palabras de aliento, sus consejos y su amor, por haberme formado como una mujer de bien y porque siempre será mi ejemplo a seguir.

A una persona especial.

Enoc Natanael Paz Martínez, por su amor incondicional, por su poyo en todo este proceso, su comprensión, sus palabras de aliento y por no dejar que me rindiera en ningún instante. Bendecida de tenerte a mi lado.

A toda mi familia, porque cada uno de ellos fue sin lugar a dudas, el mejor apoyo que pude tener, gracias por sus consejos y animarme a que siguiera adelante día a día para lograr todas mis metas.

A todos los docentes que fueron parte importante de mi desarrollo a lo largo de mi carrera, gracias a todos ellos por formarme de la mejor manera, me llevo de ellos todo el aprendizaje que inculcaron en mí.

A nuestro docente asesor, Ing. Francisco Orlando Reyes, por su calidad de docencia para guiarnos y hacer todo lo necesario en el proceso de desarrollo de tesis, ya que es un excelente asesor, muchas bendiciones.

Santa Isabel Coreas Robles.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... *XI*

OBJETIVOS ..... *XIII*

Objetivos Específicos ..... **XIII**

Alcances y limitaciones ..... *XIV*

Alcances: ..... **XIV**

Limitaciones ..... **XIV**

Formulación del problema ..... *XV*

Planteamiento del problema ..... *XVII*

Descripción del Estado A ..... **XVII**

Descripción del Estado B ..... **XVII**

Importancia y justificación ..... *XVIII*

Importancia. ..... **XVIII**

Justificación ..... *XX*

Capítulo I: Marco Referencial *1*

1 MARCO REFERENCIAL *2*

1.1 Historia de la introducción del automóvil en El Salvador **2**

1.1.1 Vehículo Automotor ensamblado en El Salvador 3

1.1.2 Surgimiento de las empresas comercializadoras de vehículos usados en El Salvador 4

1.1.2.1 Surgimiento de las empresas comercializadoras de repuestos y partes de vehículos en el salvador 4

1.2 Clasificación de Partes y Repuestos **5**

1.2.1 Sistema de Motor 5

1.2.2 Sistema de Transmisión 6

1.2.3 Sistema de Frenos 7

1.2.3.1 Sistema Hidráulico. 7

1.2.3.2 Sistema de Tambor 7

1.2.3.3 Sistema de Disco 8

1.2.4 El sistema Eléctrico 8

1.2.5 El sistema Dirección 9

1.2.6 El sistema Suspensión 10

1.3 Antecedentes de la fabricación digital **10**

1.3.1 Antecedentes de la fabricación digital a nivel latinoamericano 11

1.3.2 Fabricación digital en la Industria Automotriz 12

1.4 MARCO TEÓRICO **13**

1.4.1 Tipos de Fabricación Digital 14

1.4.1.1 Fabricación Aditiva 14

1.4.1.1.1 Fabricación de solidos por adición de capas de material (aditiva) 14

1.4.1.1.1.1 Clasificación de las Tecnologías Rápidas de fabricación 16

1.4.1.1.1.2 Clasificación de las tecnologías de fabricación aditivas 17

1.4.1.1.2 Ventajas y retos de futuro de la fabricación de solidos por adición de capas de material (fabricación de solidos por adición de capas de material) 17
1.4.1.1.2.1 Ventajas asociadas a los productos 18
1.4.1.1.2.2 Ventajas asociadas a los procesos de ejecución 20
1.4.1.1.2.3 Limitaciones y retos de futuro 21
1.4.1.1.3 Esquema de los tipos principales de Fabricación Digital 22
1.4.1.2 Fabricación sustractiva 24
1.4.1.2.1 Tipos de Fabricación Sustractiva 24
1.4.1.2.2 Aplicaciones 26
1.4.1.2.3 Ventajas Y Desventajas 27

1.5 MARCO LEGAL 28
1.5.1 Aspectos legales de la Impresión 3D 28
1.5.1.1 Ámbito Intelectual 28
1.5.1.2 Ámbito Industrial 29
1.5.2 Disponibilidad legal de los sistemas automotrices 29

Capitulo II: Planeación y Diseño del diagnostico 31

2 Planeación y diseño del diagnostico 32

2.1 Metodología General de Planeación y diseño del diagnostico 32
2.1.1 Determinación de la Obtención de Información 33
2.1.2 Decodificación y categorización de la información 33

2.2 Diseño del Diagnostico 35
2.2.1 Determinación de la Población y Muestra 35
2.2.1.1 Identificación de la población 36
2.2.1.1.1 Zona geográfica 37
2.2.1.1.2 Mercado (mercado meta, mercado objetivo o target) 38
2.2.1.1.2.1 Identificación de la unidad de muestreo 38
2.2.1.1.2.2 Descripción de los excluidos 38
2.2.1.2 Selección de la segmentación a ejecutarse 38
2.2.1.2.1 Identificación de los grupos de interés 39
2.2.1.2.1.1 Desde el punto de difusión de conocimiento 39
2.2.1.2.1.1.1 Evaluación de la relación de involucrados con el estudio 40
2.2.1.2.1.1.2 Posicionamiento de los involucrados en la difusión de conocimientos 41
2.2.1.2.1.2 Desde el punto de vista de producción. 42
2.2.1.2.1.2.1 Evaluación de la relación de involucrados con el estudio 42
2.2.1.2.1.2.2 Posicionamiento de los involucrados en desde el punto de vista de la producción ….. 43
2.2.1.2.1.3 Desde el punto de vista de comercialización 44
2.2.1.2.1.3.1 Evaluación de la relación de involucrados con el estudio 44
2.2.1.2.1.3.2 Posicionamiento de los involucrados desde el punto de comercialización 45
2.2.1.2.1.4 Desde el punto de vista de económico 46
2.2.1.2.1.4.1 Evaluación de la relación de involucrados con el estudio 46
2.2.1.2.1.4.2 Posicionamiento de los involucrados desde el punto económico 47
2.2.1.3 Determinación de la población a estudiar 48
2.2.1.4 Selección del tamaño de la muestra 48
2.2.1.5 Determinación del número de encuestas por población 49
2.2.1.5.1 Universidades y Centros técnicos 49
2.2.1.5.2 Propiedades de Vehículos 50
2.2.1.5.2.1 Perfil y Muestreo de Propiedades de Vehículos 50
2.2.1.5.3 Entidades Gubernamentales. 51
2.2.1.5.4 Entidades Comercializadoras de Repuestos y Partes Automotrices. 51

2.2.1.5.4.1 Perfil y Muestreo de Entidades Comercializadoras de Repuestos y Partes Automotrices 52
2.2.1.5.5 Talleres mecánicos automotriz 53
2.2.1.5.5.1 Perfil y Muestreo de Propietarios de Talleres Mecánicos Automotriz 53
2.2.1.5.6 Laboratorios de Fabricación Digital 54
2.2.1.5.6.1 Perfil de Laboratorios de Fabricación Digital 54

2.3 Metodología de recolección de información 55
2.3.1 Forma de abordar al entrevistado 55
2.3.1.1 Propietarios de vehículos 55
2.3.1.2 Comercializadora de partes y repuestos 56
2.3.1.3 Talleres mecánicos y automotrices 56
2.3.1.4 Entidades productoras e instituciones/técnicos de estudio superior 57

2.4 Análisis de Viabilidad de Mercado 57
2.4.1 Sentido de Realización de una Encuesta y/o Entrevista 57
2.4.1.1 Tipo de Entrevista 58
2.4.2 Diseño del Instrumento de Recolección de Información. 58
2.4.2.1 Matriz de congruencia. 59
2.4.3 Prueba Piloto del instrumento de recolección de la información 66
2.4.4 Viabilidad de mercado desde el punto de vista del consumidor 66
2.4.4.1 Situación actual del mercado automotriz 66
2.4.4.1 Atributos con mayor demanda dentro del sector automotriz 78
2.4.4.2 Nivel de aceptación de la fabricación digital 82
2.4.5 Viabilidad de mercado desde el punto de vista del distribuidor 87
2.4.5.1 Situación actual de las comercializadoras de partes y repuestos de automóviles 87
2.4.5.2 Posición de los distribuidores con respecto a la fabricación digital 89
2.4.6 Viabilidad de mercado desde el punto de vista del competidor 90
2.4.6.1 Situación actual del competidor 90
2.4.6.2 Posición de mercado competidor, con respecto a la Fabricación Digital. 93
2.4.7 Viabilidad de mercado desde el punto de los laboratorios de Fabricación Digital. 95
2.4.7.1 Situación actual de los “Fab lab” 95
2.4.7.2 Posición de los “Fab Lab” con respecto a la implementación de la fabricación digital en el sector Industrial 97
2.4.8 Viabilidad de mercado desde el punto de las Universidades y Centros Técnicos 98
2.4.8.1 Capacidad de enseñanza en nuevas tecnologías en las Universidades y Centros Técnicos de El Salvador 98
2.4.8.1.1 Universidad de El Salvador 99
2.4.8.1.2 Universidad Centroamericana José Simeón Cañas 102
2.4.8.1.3 Universidad “José Simeón Cañas”, Ingeniería Mecánica 104
2.4.8.1.4 Universidad Francisco Gavidia, Ingeniería Informática 106
2.4.8.1.5 Universidad “José Simeón Cañas”, Ingeniería eléctrica 107
2.4.8.1.6 Posición de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas 108
2.4.8.2 Instituto Técnico Industrial 110
2.4.8.2.1 Posición del ITI con respecto a la fabricación Digital 111

2.5 Desglose de piezas y repuestos de automóviles viables según mercado 112
2.5.1 Sistema de transmisión 113
2.5.1.1 Partes del sistema de trasmisión 113
2.5.2 Sistema perteneciente al Motor 116
2.5.3 Partes del motor 116
2.5.4 Sistema de suspensión 119
2.5.4.1 Parte del sistema de suspensión 120

2.6 Viabilidad de mercado para la implementación de la fabricación digital en el sector automotriz 126
2.6.1 Segmentos dispuestos a implementar y adquirir autopartes manufacturadas en fabricación digital 126
2.7 Metodología de Marco Lógico (MML) 130
2.7.1 Generalidades 130
2.7.2 Definición 130
2.7.3 Pasos de la MML 130
2.7.4 Lógica Vertical 131
2.7.5 Lógica Horizontal 132
2.7.6 Desarrollo de la MML 132
2.7.6.1 Matriz de involucrados 132
2.7.6.2 Posición de los actores 133
2.7.6.3 Representación Gráfica de la posición 134
2.7.6.4 Análisis de problemas 134
2.7.6.5 Alternativas de solución 137
2.7.6.5.1 Análisis de Alternativas de Solución 137
2.7.6.5.1.1 Alternativa 1 138
2.7.6.5.1.2 Alternativa 2 139
2.7.6.5.1.3 Alternativa 3 140
2.7.6.6 Selección de alternativas 141
2.8 Estrategias de implementación basadas en mercado 141
2.8.1 Análisis PEST 142
2.9 Conceptualización del Diagnostico 144
2.9.1 Proceso de diseño 144
2.9.1.1 Formulación 144
2.9.2 Análisis de problemática 146
2.9.3 Restricciones 147
2.9.4 Variables de Solución 147
2.9.5 Criterios 147
Capitulo III: Desarrollo del Diagnostico 148
3 DESARROLLO DEL DIAGNOSTICO 149
3.1 Metodología empleada 149
3.1.1 Definición de la Situación actual 149
3.1.2 Identificación de partes y repuestos a someterse a estudio. 150
3.1.3 Procesos de Manufactura 150
3.1.4 Viabilidad económica 151
3.1.5 Estrategias de utilización 151
3.1.6 Metodología a utilizar 151
3.2 Diagnóstico del nivel tecnológico 153
3.2.1 Índice de nivel tecnológico 153
3.2.1.1 Definición del Índice de nivel tecnológico 154
3.2.1.1.1 Identificación de las variables 154
3.2.1.1.2 Tecnologías en la fabricación Digital 154
3.2.1.1.2.1 Tecnologías que conforman el índice tecnológico. 154
3.2.1.2 Ponderación de las variables identificadas. 155
3.2.1.2.1 Priorización de variables 155
3.2.1.2.1.1 Criterios de Priorización 156
3.2.1.2.1.2 Criterios de Evaluación 156

3.2.1.2.1.3 Ponderación 156
3.2.1.3 Diseño de Indicadores 157
3.2.1.3.1 Tecnología Blanda 158
3.2.1.3.1.1 Índice de tecnología Blanda Proceso CAD 158
3.2.1.3.1.2 Índice de tecnología Blanda Proceso CAE. 164
3.2.1.3.1.3 Índice de tecnología Blanda Proceso CAM 167
3.2.1.3.2 Tecnología Blanda 169
3.2.1.3.2.1 Índice Tecnológico Blanda general 169
3.2.1.3.3 Tecnología Dura 170
3.2.1.3.3.1 Índice de tecnología Dura Proceso CAD 170
3.2.1.3.3.2 Índice de tecnología Dura Proceso CAE 171
3.2.1.3.4 Índice de tecnología Dura Proceso CAM 171
3.2.1.3.4.1 Índice Tecnológico Dura general 172
3.2.1.3.5 Tecnología Flexible 173
3.2.1.3.5.1 Índice de tecnología Flexible Proceso CAM 173
3.2.1.3.6 Índice Tecnológico Flexible general 174
3.2.1.4 Establecimiento de Índice Tecnológico general 174
3.2.2 Nivel actual del Sector automotriz 174

3.3 Instrumento para Identificar el Nivel de Incorporación de Fabricación Digital ..175

3.4 Disponibilidad legal de los sistemas automotrices 182
3.4.1 Delimitación y selección de partes y repuestos 183
3.4.1.1 Listado de partes y Repuestos aptos a reproducir 183

3.5 Funcionalidad de Partes y Repuestos 184
3.5.1 Sistema de Transmisión 184
3.5.1.1 Funcionalidad de piezas del sistema de transmisión 184
3.5.1.1.1 Embrague 184
3.5.1.1.1.1 Funcionalidad 185
3.5.1.1.2 Árbol de Transmisión 186
3.5.1.1.2.1 Funcionalidad 186
3.5.2 Sistema del Motor 186
3.5.2.1 Funcionalidad de las piezas del sistema del motor 187
3.5.2.1.1 Juntas de Motor 187
3.5.2.1.1.1 Funcionalidad 187
3.5.2.1.2 Culata 187
3.5.2.1.2.1 Funcionalidad 188
3.5.2.1.3 Válvula de admisión 188
3.5.2.1.3.1 Funcionalidad 188
3.5.2.1.4 Cigüeñal 189
3.5.2.1.4.1 Funcionalidad 189
3.5.3 Sistema de Suspensión 190
3.5.3.1 Funcionalidad de las piezas del sistema del motor 190
3.5.3.1.1 Tijera de Suspensión 190
3.5.3.1.1.1 Funcionalidad. 190
3.5.3.1.2 Barra de Torsión 191
3.5.3.1.2.1 Funcionalidad 191
3.5.3.2 Muelles Helicoidales de Suspensión 191
3.5.3.2.1.1 Funcionalidad 191
3.5.4 Carrocería 192
3.5.4.1 Funcionalidad de las piezas del sistema del motor 192
3.5.4.2 Tablero de Instrumentos 192
3.5.4.2.1 Estribo 192

3.5.4.2.2 Panel de puertas 193
3.5.4.2.3 Consola central 193
3.5.4.2.4 Carcasa de retrovisores 193

3.6 Análisis y selección de materiales 194
3.6.1 Materiales del sector automotriz 194
3.6.1.1 Propiedades técnicas de materiales 194
3.6.1.1.1 Sistema de Transmisión 194
3.6.1.1.2 Sistema del Motor 194
3.6.1.1.3 Sistema de Suspensión 196
3.6.1.1.4 Carrocería 196

3.7 Proceso de fabricación en la actualidad 197

3.8 Proceso de fabricación del sistema de transmisión más comunes 197
3.8.1 Procesos de Moldeo 197
3.8.2 Mecanizado por Arranque de Viruta 198
3.8.2.1 Proceso de Forjado 199
3.8.3 Proceso de fabricación actuales en el sector automotriz. 199
3.8.3.1 Sistema de Transmisión 200
3.8.3.1.1 Disco de embrague 200
3.8.3.1.1.1 Hoja de Procesos de Producción de disco de Embrague 201
3.8.3.1.2 Árbol de transmisión 202
3.8.3.1.2.1 Hoja de procesos de Producción del Árbol de Transmisión 203
3.8.4 Sistema del Motor 204
3.8.4.1 Juntas 204
3.8.4.1.1 Hoja de procesos de Juntas 205
3.8.4.1.2 Culata 206
3.8.4.1.2.1 Hoja de procesos de Culata 207
3.8.4.1.3 Válvulas 208
3.8.4.1.3.1 Hoja de procesos de Válvulas 209
3.8.4.2 Cigüeñal 210
3.8.4.2.1 Hoja de procesos de Cigüeñal 211
3.8.4.3 Sistema de Suspensión 212
3.8.4.3.1 Brazo de suspensión 212
3.8.4.3.1.1 Hoja de procesos de Brazo de suspensión 213
3.8.4.4 Barra de Torsión 214
3.8.4.4.1.1 Hoja de procesos de Barra de Torsión 215
3.8.4.4.2 Ballesta de suspensión 216
3.8.4.4.2.1 Hoja de procesos de Ballesta de Suspensión 217
3.8.4.5 Carrocería 218
3.8.4.5.1 Estribo 218
3.8.4.5.1.1 Hoja de procesos de Estribo 219
3.8.4.5.2 Inyección 220
3.8.4.5.2.1 Hoja de procesos de Inyección 221

3.9 Equipo para la elaboración o rectificación de partes y repuestos automotrices ……. 222
3.9.1 Equipos principales utilizado en los métodos convencionales 222
3.9.1.1 Torno 222
3.9.1.2 Fresadora 222
3.9.1.3 Cizalladora 223
3.9.1.4 Taladro de Banco 223
3.9.2 Equipo principal de fabricación digital 223
3.9.2.1 Torno CNC 224

3.9.2.2 Fresadora CNC 224
3.9.2.3 Cortadora Laser 226

3.10 Sistema de costeo 227
3.10.1 Conceptualización de los sistemas de costos. 230
3.10.1.1 Sistemas de costeo por procesos. 231
3.10.1.2 Sistemas de costeo ABC. 233
3.10.1.2.1 Metodología de aplicación del costeo ABC. 234
3.10.2 Análisis comparativo de los sistemas de costos. 238
3.10.2.1 Análisis de alternativas. 239
3.10.2.1.1 Costeo Por Órdenes de Producción. 239
3.10.2.1.2 Costeo Por Procesos. 240
3.10.2.1.3 Costeo ABC 241
3.10.2.2 Selección de alternativa. 241

3.11 Análisis de costos de fabricación mediante métodos de producción convencionales. 242
3.11.1 Costos de mano de obra. 244
3.11.2 Costos de materia prima. 248
3.11.3 Detalle de maquinaria y equipo. 251
3.11.4 Costos de producción por pieza. 254
3.11.5 Comparativa de costos por método de fabricación 254
3.11.6 Factibilidad de elaboración por tipo de fabricación 255
3.11.6.1 Carrocería 255
3.11.6.2 Sistema de motor 255
3.11.6.3 Sistema de suspensión 257
3.11.6.4 Sistema de transmisión 258
3.11.7 Factibilidad de elaboración por costo de inversión para cada tipo de fabricación 258
3.11.7.1 Carrocería. 258
3.11.7.2 Sistema de Motor 259
3.11.7.3 Sistema de suspensión 260
3.11.7.4 Sistema de transmisión 260

3.12 Selección de partes y repuestos de automóviles viables de reproducción según costos de producción 262
3.12.1 Evaluación para la selección de partes y repuestos automóviles para reproducción 263
3.12.1.1 Disco de Fricción. 263
3.12.1.2 Árbol de Transmisión 264
3.12.1.3 Juntas de Motor 265
3.12.1.4 Culata 266
3.12.1.5 Válvulas de Motor 267
3.12.1.6 Cigüeñal 268
3.12.1.7 Brazo de suspensión 269
3.12.1.8 Barra de Torsión 270
3.12.1.9 Ballesta de Suspensión 271
3.12.2 Partes automotriz viables de producción 272

3.13 Diseño de estrategias de implementación de la fabricación digital en el sector automotriz 285
3.13.1 Causas de nivel inmaduro de incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz 285
3.13.1.1 Causas del bajo nivel del proceso de CAD en el sector automotriz. 286
3.13.2 Causas del bajo nivel del proceso de CAE en el sector automotriz. 288
3.13.3 Causas del bajo nivel del proceso de CAM en el sector automotriz. 289
3.13.4 Causas de reducción de nivel de reducción de nivel de incorporación tecnológico 290

3.13.5 Línea de acción de mejora esencial.....292
3.13.5.1 Línea de acción por Categoría.....292
3.13.5.1.1 Línea de acción por Categoría Blanda.....292
3.13.5.1.1.1 Línea de acción por Categoría Blanda con nivel de inmadurez.....292
3.13.5.1.1.2 Línea de acción por Categoría Blanda con nivel de madurez.....292
3.13.5.1.1.3 Línea de acción por Categoría Blanda con nivel de madurez alto.....292
3.13.5.1.2 Línea de acción por Categoría Dura.....293
3.13.5.1.2.1 Línea de acción por Categoría Dura con nivel de inmadurez.....293
3.13.5.1.2.2 Línea de acción por Categoría Dura con nivel de Madurez.....293
3.13.5.1.2.3 Línea de acción por Categoría Dura con nivel de Madurez alto.....293
3.13.5.1.3 Línea de acción por Categoría Flexible.....293
3.13.5.1.3.1 Línea de acción por Categoría Flexible con nivel de inmadurez.....294
3.13.5.1.3.2 Línea de acción por Categoría Flexible con nivel de madurez.....294
3.13.5.1.3.3 Línea de acción por Categoría Flexible con nivel de madurez alto.....294
3.13.6 Líneas estratégicas.....294
3.13.7 Cinco fuerzas competitivas.....295

3.14 Estrategias de incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz.296
3.14.1 Estrategias pertenecientes al proceso de diseño asistido por computadora (CAD).....297
3.14.2 Estrategias pertenecientes a la ingeniería asistida por ordenador (CAE).....304
3.14.3 Estrategias pertenecientes al proceso de Manufactura Asistido por Computadora (CAM) ……..313

3.15 Estrategias pertenecientes al proceso de Manufactura Asistido por Computadora (CAM).....317

3.16 Actividades De Desarrollo De Estrategias. 324

Capitulo IV: Inversión requerida para la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz 335

4 Inversión requerida para la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz..... 336

4.1 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT/WBS).....337

4.2 Propuesta de inversión requerida. 338
4.2.1 Inversión requerida para proceso de diseño asistido por computadora (CAD).....338
4.2.1.1 Inversión para nivel Inmaduro del proceso CAD.....338
4.2.1.1.1 Categoría Blanda. 338
4.2.1.1.2 Categoría Dura.....341
4.2.1.1.2.1 Requerimientos de Fusión 360 Autodesk.....341
4.2.1.1.2.2 Requerimientos de SolidWorks.....342
4.2.1.1.2.3 Requerimientos de Riño 3D.....342
4.2.1.1.2.4 Requerimientos de Autodesk Inventor.....343
4.2.1.1.2.5 Requerimientos de Siemens NX.....343
4.2.1.1.2.6 Requerimientos de Sketchup. 344
4.2.1.1.2.7 Requerimientos de CATIA.....344
4.2.1.1.2.8 Requerimientos de FreeCad.....345
4.2.1.1.2.9 Requerimientos de AutoCAD.....345
4.2.1.1.2.10 Requerimientos de TinkerCad.....346
4.2.1.1.3 Inversión total para CAD de Nivel Inmaduro.....347
4.2.1.2 Inversión para nivel maduro del proceso CAD.....348
4.2.1.2.1 Categoría Blanda.....348
4.2.1.2.1.1 Categoría Dura.....350

4.2.1.3 Inversión total de nivel maduro de proceso CAD 351
4.2.1.4 Inversión para nivel muy maduro del proceso CAD 352
4.2.1.4.1 Categoría Blanda 352
4.2.1.4.2 Categoría Dura 353
4.2.1.4.3 Inversión de nivel muy Maduro del proceso CAD 354
4.2.2 Inversión en la implementación de estrategias del proceso de fabricación CAE 355
4.2.2.1 Inversión por categoría blanda 355
4.2.2.2 Inversión por categoría flexible 360
4.2.2.3 Inversión Total por Nivel y Categoría 362
4.2.3 Inversión en Manufactura Asistida por Computadora (CAM). 363
4.2.3.1 Inversión para nivel inmaduro del proceso CAM 364
4.2.3.1.1 Categoría dura. 365
4.2.3.1.1.1 Inversión total CAM, Categoría Dura del Nivel Inmaduro. 371
4.2.3.1.2 Categoría flexible. 372
4.2.3.1.3 Inversión Total Nivel Inmaduro 372
4.2.3.2 Inversión para nivel maduro del proceso CAM 373
4.2.3.2.1 Categoría Dura. 374
4.2.3.2.2 Categoría Flexible 385
4.2.3.2.3 inversión Total Nivel Maduro 386
4.2.3.3 Inversión para nivel muy maduro del proceso CAM 387
4.2.3.3.1 Categoría dura. 388
4.2.3.3.2 Categoría flexible. 399
4.2.4 inversión Total Nivel Muy Maduro 400
4.2.5 Trámite aduanero para ingreso de maquinaria. 401
4.2.6 Procedimiento para trámite aduanero par ingreso de maquinaria 402
4.2.6.1 Importación definitiva de maquinaria exenta de IVA. 402

4.3 Resumen Ejecutivo De Inversiones 404

4.4 Fuentes de Financiamiento 405
4.4.1 Clasificación de las fuentes de financiación según su vencimiento: 405
4.4.2 ¿Financiación externa o autofinanciación? 405
4.4.3 Tipos de fuentes de financiación. 406
4.4.3.1 Fuentes de financiación internas 406
4.4.3.2 Fuentes de financiación externas 406
4.4.4 Acceso al crédito y principales fuentes de financiamiento en El Salvador 407
4.4.5 Principales Fuentes de Financiamiento según tamaño de la empresa. 409
4.4.6 Accesibilidad a Financiamiento según tamaño. 410
4.4.6.1 Comportamiento en Solicitudes de Crédito. 411
4.4.6.2 ¿Dónde obtienen créditos las MYPES de El Salvador? 412
4.4.6.2.1 Fuentes de Financiamiento más recurrentes por las MYPES. 413

4.5 Especificaciones crediticias de las principales fuentes financieras de El Salvador 415

4.6 Propuesta de financiamiento por procesos de fabricación. 419
4.6.1 Propuesta de financiamiento proceso CAD. 419
4.6.2 Propuesta de financiamiento proceso CAE. 421
4.6.3 Propuesta de financiamiento proceso CAM. 422

4.7 ¿Por qué se debería de Invertir en Fabricación Digital? 424
4.7.1 Tendencias tecnológicas de la Industria 4.0 424
4.7.2 Cuantificación del impacto (Ejemplo Alemán). 426
4.7.3 Automóviles y la Próxima Ola de Automatización 428

5 Implementación Propuesta para Empresa Partes y Repuestos con Fabricación Digital. 429

Conclusión..... 430

Recomendaciones..... 431

BIBLIOGRAFÍA 432

ANEXOS 434

Tabla 1: Tipos Principales de Fabricación Digital 22
Tabla 2: Metodología Para la Obtención de Información 34
Tabla 3 Distribución departamental vehicular, abril 2019 37
Tabla 4: Grupos de interés (difusión de conocimiento) 39
Tabla 5 Valoración de grupos de Interés, difusión de conocimiento 41
Tabla 6: Selección de grupos de interés, Difusión de conocimientos 41
Tabla 7 Grupos de Interés, punto de vista de producción 42
Tabla 8: Valoración de grupos de Interés Punto de vista de producción 43
Tabla 9: Selección de grupo de Interés, punto de vista de producción 43
Tabla 10: Grupos de Interés, punto de Vista de Comercializadora 44
Tabla 11 Valoración de grupos de Interés, punto de vista de comercialización 45
Tabla 12 Selección de grupo de interés, punto de vista comercializadora 45
Tabla 13: Grupos de Interés, Punto de Vista Económico 46
Tabla 14: Valoración Grupos de Interés, punto de vista Económico 47
Tabla 15 Selección de grupos de interés, punto de vista Económico 47
Tabla 16: Listado de Grupos de Interés a Estudiar 48
Tabla 17: Matriz de congruencia. 59
Tabla 18: clasificación de sistemas automotrices. 123
Tabla 19: Matriz de involucrados 132
Tabla 20: Posición de los involucrados 133
Tabla 21: Evaluación de Alternativa 1 138
Tabla 22: Evaluación de Alternativa 2 139
Tabla 23: Evaluación de Alternativa 3 140
Tabla 24: Matriz PEST 142
Tabla 25: Fuerzas de Porter 143
Tabla 26: Características de Viabilidad Técnica 146
Tabla 27 Metodología General 149
Tabla 28 Metodología de la Identificación de partes y repuestos 150
Tabla 29 Metodología de fabricación 150
Tabla 30 Metodología de la Viabilidad Económica 151
Tabla 31 Metodología General 152
Tabla 32: Variables Tecnológicas 155
Tabla 33: Criterios de Evaluación 156
Tabla 34: Tabla Diseñada para Ponderación 157
Tabla 35: Ponderación Obtenida 157
Tabla 36: Criterios 158
Tabla 37: Ponderación de Criterios 160
Tabla 38: Ponderación de Software 162
Tabla 39: Ponderación Final del Software 162
Tabla 40 Forma de ponderación de uso de Software 163
Tabla 41: Criterio de Nivel 163
Tabla 42 Ponderación de Software CAE 164
Tabla 43: Ponderación de diferentes niveles de Software CAE 165
Tabla 44: Ponderación Software general CAE 166
Tabla 45: Ponderación por nivel de Software CAE 166
Tabla 46: Criterio de Nivel 166
Tabla 47: Ponderación Software CAM 167

Tabla 48: Ponderación de niveles de software CAM 168
Tabla 49: Ponderación de Software General CAM 168
Tabla 50: Ponderación por nivel de Software CAD 168
Tabla 51: Criterio de Nivel 169
Tabla 52: Criterio para Índice General 169
Tabla 53: Criterio de Nivel General Para Tecnologia Blanda 169
Tabla 54: Criterio de Nivel para Tecnología Dura CAD 170
Tabla 55: Criterio de Nivel para Tecnología Dura CAE 171
Tabla 56: Criterio de Nivel para Tecnología Dura CAM 171
Tabla 57: Criterio de Nivel General para Tecnología Dura 172
Tabla 58: Criterio de Nivel 173
Tabla 59: Criterio de Nivel General para Tecnología Flexible 174
Tabla 60: Indice Tecnológico General 174
Tabla 61: Desglose de piezas y repuestos para estudio técnico 183
Tabla 62: Propiedades Físicas del Carbocerámico 194
Tabla 63: Propiedades de Acero AISI 201 194
Tabla 64: Propiedad de Fundición Gris 195
Tabla 65: Propiedades del Cromo 195
Tabla 66: Propiedades del Acero dulce al Carbono 195
Tabla 67: Propiedades del Acero cromo 195
Tabla 68: Propiedades del Acero 4130 196
Tabla 69: Propiedades del Acero al Silicio 196
Tabla 70: Materiales de Fabricación 196
Tabla 71: Hoja de procesos de Disco de Embrague 201
Tabla 72: Hoja de procesos de Producción del Árbol de Transmisión 203
Tabla 73: Hoja de Procesos Juntas 205
Tabla 74: Hoja de Procesos Culata 207
Tabla 75: Hoja de procesos de Válvulas de Motor 209
Tabla 76: Hoja de Procesos del Cigüeñal 211
Tabla 77: Hoja de Producción Brazo de Suspensión 213
Tabla 78: Hoja de Procesos de Barra de Torsión. 215
Tabla 79: Hoja de Procesos de Ballesta de Suspensión. 217
Tabla 80: Hoja de Procesos de Estribo. 219
Tabla 81: Hoja de Procesos de Inyección. 221
Tabla 82: Ficha Técnica Torno Convencional 222
Tabla 83: Fichas técnicas Fresadora 222
Tabla 84: Propiedad Cizalladora 223
Tabla 85: Ficha Técnica Taladro de Banco 223
Tabla 86: Ficha técnica Torno CNC 224
Tabla 87: Ficha Técnica de Fresadora CNC 225
Tabla 88: Ficha técnica Cortadora 226
Tabla 89: Evaluación del Costeo por Ordenes. 239
Tabla 90: Evaluación del Costeo Por Procesos. 240
Tabla 91: Evaluación del Costeo ABC. 241
Tabla 92: Partes y Repuestos Fabricadas con Métodos Convencionales 242
Tabla 93: Tiempo de Procesos por Autopartes 243
Tabla 94: Costo de Mano de Obra por Maquinaria. 245
Tabla 95: Mano de obra indirecta. 246

Tabla 96: Costo de Mano de Obra por Proceso de Fabricación. 247
Tabla 97: Costo Materia Prima.....248
Tabla 98: Requerimientos de Materia Prima en KG. 249
Tabla 99: Costo de Materia Prima.....250
Tabla 100: Requerimiento eléctrico de equipo 251
Tabla 101: Costo del Uso de Maquinaria por Hora.....253
Tabla 102: Costo de producción por pieza.....254
Tabla 103: Factibilidad de Fabricación de Carrocería. 255
Tabla 104: Factibilidad de Fabricación del Sistema de Motor.....255
Tabla 105: Factibilidad de Fabricación de Sistema de Suspensión. 257
Tabla 106: Factibilidad de Fabricación de Sistema de Transmisión. 258
Tabla 107: Factibilidad por costo de inversión de Carrocería. 258
Tabla 108: Factibilidad por costo de inversión del Sistema de Motor. 259
Tabla 109: Factibilidad por costo de inversión de Sistema de Suspensión.....260
Tabla 110: Evaluación de Fabricación de Disco de Fricción.....263
Tabla 111: Evaluación de Fabricación de Árbol de Transmisión. 264
Tabla 112: Evaluación de Fabricación de Juntas de Motor. 265
Tabla 113: Evaluación de Fabricación de Culata 266
Tabla 114: Evaluación de Fabricación de Válvulas de Motor. 267
Tabla 115: Evaluación de Fabricación de Cigüeñal.....268
Tabla 116: Evaluación de Fabricación de Brazo de Suspensión. 269
Tabla 117: Evaluación de Fabricación de Barra de Torsión. 270
Tabla 118: Evaluación de Fabricación de Ballesta de Suspensión.....271
Tabla 119: Viabilidad de Producción de Piezas Según Evaluación. 272
Tabla 120: Estrategias pertenecientes al proceso de diseño asistido por computadora (CAD). 297
Tabla 121: Estrategias pertenecientes a la ingeniería asistida por ordenador (CAE) 304
Tabla 122: Matriz de Estrategias FODA.....314
Tabla 123: Estrategias de Manufactura Asistida por Computadora (CAM). 317
Tabla 124: Guía Propuesta de Actividades de Desarrollo de Estrategias. 325
Tabla 125: Curva de aprendizaje de programas CAD. 339
Tabla 126: Costo de Capacitación de Software CAD. 340
Tabla 127: Inversión en Licencia de Software CAD. 340
Tabla 128: Requisitos del sistema de Autodesk Fusión 360.....341
Tabla 129: Requerimientos de SolidWorks. 342
Tabla 130: Requerimientos de Rhino 3D.....342
Tabla 131: Requisitos de Autodesk Inventor 343
Tabla 132: Requerimientos de Siemens NX.....343
Tabla 133: Requerimientos de Sketchup.....344
Tabla 134: Requerimientos de CATIA. 344
Tabla 135: Requerimientos de FreeCad.....345
Tabla 136: Requerimientos de Autodesk AutoCAD. 345
Tabla 137: Requerimientos de TinkerCad. 346
Tabla 138: Recomendación de características de equipo informático destinado para CAD en nivel inmaduro. 346
Tabla 139: Alternativas de equipo Informático.....347
Tabla 140: Inversión de proceso CAD nivel inmaduro. 347
Tabla 141: Valor de inversiones en programas CAD de nivel maduro. 349

Tabla 142: Inversión de CAD Nivel Maduro, Categoría Blanda. 350
Tabla 143: Características de equipo informático básico para CAD. 350
Tabla 144: Inversión de CAD Nivel Maduro, Categoría Dura. 351
Tabla 145: Inversión de nivel maduro en CAD. 351
Tabla 146: Capacitación CAD Categoría Blanda Nivel Muy Maduro. 352
Tabla 147: Inversión de Categoría Blanda del Nivel Muy Maduro en CAD. 353
Tabla 148: Especificaciones de Equipo Informático, proceso CAD Categoría Dura, nivel muy maduro....354
Tabla 149: Inversión en actualizaciones de equipo Informatico, Categoría Dura del Nivel Muy Maduro....354
Tabla 150: Inversión del Nivel Muy Maduro del Proceso CAD. 354
Tabla 151: Costo de inversión por capacitación de personal CAE, Categoría Blanda. 355
Tabla 152: Costo de inversión por software CAE, Categoría Blanda....356
Tabla 153: Costo de inversión por equipos informáticos CAE, Categoría Blanda....356
Tabla 154: Inversión total CAE nivel inmaduro, categoría blanda 356
Tabla 155: Inversión de software de simulación CAE....357
Tabla 156: Inversión total CAE nivel maduro, categoría blanda 359
Tabla 157: Instituciones que han incursionado en Fabricación Digital. 359
Tabla 158: Cursos de Capacitación en Software CAE Nivel Maduro, Categoría Flexible. 361
Tabla 159: Laboratorios de Fabricación Digital Locales e Internacionales. 361
Tabla 160: Inversión Total por Nivel y Categoría....362
Tabla 161: Estrategias CAM de Nivel Inmaduro recomendadas 364
Tabla 162: Inversión en maquinaria CAM nivel Inmaduro 365
Tabla 163: Inversión en Herramientas para CAM nivel Inmaduro 366
Tabla 164: Inversión en Aditivos para CAM nivel Inmaduro 368
Tabla 165: Inversión en EPP para CAM nivel Inmaduro....370
Tabla 166: Inversión en Instalación, Prueba y Adecuación Física para CAM nivel Inmaduro ..371
Tabla 167 inversión total de inversión para categoría dura nivel inmadura CAM....371
Tabla 168: Inversión de selección de personal CAM nivel Inmaduro....372
Tabla 169: Inversión de capacitación profesional. 372
Tabla 170: Inversión categoría flexible nivel inmaduro CAM. 372
Tabla 171: Inversión total nivel inmaduro 372
Tabla 172: Estrategias CAM de Nivel Maduro Recomendadas. 373
Tabla 173: Inversión en Maquinaria CAM Nivel Maduro....374
Tabla 174: Inversión en Herramientas CAM Nivel Maduro 378
Tabla 175: Inversión en Aditivos CAM Nivel Maduro 380
Tabla 176: Inversión en EPP para CAM Nivel Maduro. 383
Tabla 177: Inversión en Instalación, Prueba y adecuación física CAM Nivel Maduro 384
Tabla 178: Inversión total categoría dura, nivel inmaduro 385
Tabla 179: Inversión en selección de personal CAM nivel maduro....385
Tabla 180 inversión en capacitación profesional 385
Tabla 181: Inversión total categoría flexible nivel maduro CAM 386
Tabla 182: Inversión total nivel maduro....386
Tabla 183: Estrategias CAM de Nivel Maduro Recomendadas. 387
Tabla 184: Inversión en Maquinaria CAM Nivel Muy Maduro 388
Tabla 185: Inversión en Herramientas para CAM Nivel Muy Maduro 392
Tabla 186: Inversión de Aditivos para CAM Nivel Muy Maduro 394
Tabla 187: Inversión de EPP para CAM Nivel Muy Maduro 397

Tabla 188: Inversión en Instalación, Prueba y Adecuación Física para CAM Nivel Muy Maduro 398
Tabla 189: Inversión Total CAM Nivel Muy Maduro 399
Tabla 190: Inversión en Selección de Personal CAM Nivel Muy Maduro 399
Tabla 191 inversión de capacitación profesional.....399
Tabla 192: inversión total categoría flexible nivel inmaduro CAM.....400
Tabla 193 inversión total nivel muy maduro 400
Tabla 194: Resumen Ejecutivo De Inversiones. 404
Tabla 195: Principales Fuentes de Financiamiento Según Tamaño de la Empresa. 409
Tabla 196: Tipo de Institución Financiera o persona que le otorgó el crédito. 412
Tabla 197: Características de Financiamiento del Capital Propio. 416
Tabla 198: Características de Financiamiento de los Fondos Familiares y Amigos. 417
Tabla 199: Características de Financiamiento de los bancos comerciales. 417
Tabla 200: Características de Financiamiento de Bancos Públicos. 418
Tabla 201: Características de financiamiento Cooperativas. 418
Tabla 202: Propuesta de financiamiento proceso CAD. 419
Tabla 203: Propuesta de financiamiento proceso CAE. 421
Tabla 204: Propuesta de financiamiento proceso CAM. 422

Gráfico 1: Importaciones de Vehículos a Nivel Regional XV
Gráfico 2: Participación de Marcas de Automotores en El Salvador..... 3
Gráfico 3: Cantidad de Vehículos por Propietario.....67
Gráfico 4: Tipo de Vehículo de Mayor Circulación.....67
Gráfico 5: Preferencias de Marcas Vehiculares.....68
Gráfico 6: Marcas de Vehículos que tienen mayor frecuencia de averías 69
Gráfico 7: Marcas Generadoras de Mayor Demanda 70
Gráfico 8: Marca de Preferencia 71
Gráfico 9: Forma de Adquisición de Vehículos.....72
Gráfico 10: Antigüedad de los vehículos en circulación.....73
Gráfico 11: Frecuencia de visita al mecánico en el último trimestre 74
Gráfico 12: Frecuencia de visita al mecánico 74
Gráfico 13: Razones por las que Recurre al Mecánico.....75
Gráfico 14: Sistema Vehicular con mayor frecuencia de averías.....76
Gráfico 15: Sistema vehicular con mayor frecuencia de averías según talleres 76
Gráfico 16: Sistema Vehicular con Mayor Demanda de Partes y Repuestos 77
Gráfico 17: Influencia del precio de las piezas y/o partes.....78
Gráfico 18: Grado de influencia de la marca en la adquisición de partes/repuestos.....79
Gráfico 19: Tipos de repuesto de preferencia 80
Gráfico 20: Atributo con mayor influencia.....80
Gráfico 21: Criterios para la adquisición de repuestos/piezas, Comercializadoras de piezas y repuestos.....81
Gráfico 22: Criterios de mayor influencia.....82
Gráfico 23: Conocimiento sobre Fabricación Digital.....83
Gráfico 24: Adquisición de piezas elaboradas con Fabricación Digital 83
Gráfico 25: Adquisición de piezas/repuestos elaboradas con fabricación digital 84
Gráfico 26: Tipo de repuesto en el cual existe mayor confianza.....85
Gráfico 27: Razones de desconfianza.....86
Gráfico 28: Tardanza de recepción de importaciones de partes/repuestos 87
Gráfico 29: Política de devolución de piezas/repuestos 88
Gráfico 30: Frecuencia de devoluciones 88
Gráfico 31: Origen de las Importaciones del Pais.....89
Gráfico 32: Conocimiento sobre fabricación digital de comercializadoras 90
Gráfico 33: Tipo de servicio que ofrecen. 91
Gráfico 34: Tiempo empleado para reparación 91
Gráfico 35: Tipo de equipo utilizados 92
Gráfico 36: Frecuencia de Reclamos 93
Gráfico 37: Conocimiento de Fabricación digital del mercado competidor.....93
Gráfico 38: Fabricación digital en industria automotriz en estudio 94
Gráfico 39: Utilidad de la Fabricación Digital.....94
Gráfico 40: Equipo de los Laboratorios de Fabricación 96
Gráfico 41: Cantidad de FAB LAB en Latinoamérica.....96
Gráfico 42: Cantidad de “FAB LAB” en Centroamérica 97
Gráfico 43: Sistema vehicular - Pareto.....112
Gráfico 44: Tipos de vehículos de mayor circulación 126
Gráfico 45: Sistema vehicular - Pareto.....127
Gráfico 46: Criterios de Mayor Influencia 128
Gráfico 47: Representación gráfica de posiciones 134

Gráfico 48: Caja Negra “Viabilidad Técnica” 145
Gráfico 49: Principal Fuente de Financiamiento al Inicio de Operaciones. 407
Gráfico 50: Empresas que solicitaron crédito para realizar la actividad productiva.....411
Gráfico 51: Empresas a las que les fue aprobado el crédito.....411
Gráfico 52: Razones por las cuales fue denegado el crédito.....412
Gráfico 53: En Alemania, La Industria 4.0 Generará Ganancias Significativas de Productividad 426
Gráfico 54: En Alemania, La industria 4.0 se encamina a incrementar el empleo manufacturero. 427

Diagrama 1: Diagrama de Fabricación Disco de Embrague 200
Diagrama 2: Diagrama del Árbol de Transmisión 202
Diagrama 3: Diagrama sinóptico de Producción Juntas 204
Diagrama 4: Diagrama Sinóptico de fabricación Culata 206
Diagrama 5: Diagrama Sinóptico de fabricación de Válvulas 208
Diagrama 6: Diagrama Sinóptico de Cigüeñal.....210
Diagrama 7: Diagrama Sinóptico de Producción Brazo de suspensión 212
Diagrama 8: Diagrama Sinóptico Barra de Torsión 214
Diagrama 9: Diagrama Sinóptico de Ballesta de Suspensión. 216
Diagrama 10: Diagrama Sinóptico de Estribo. 218
Diagrama 11: Diagrama Sinóptico de Carcasa de Retrovisor, Panel Central y Tablero. 220
Diagrama 12: Diagrama Causa y Efecto del nivel de incorporación de la fabricación digital ...285
Diagrama 13: Diagrama Causa y Efecto de nivel de incorporación de CAD en el sector automotriz 286
Diagrama 14: Diagrama Causa y efecto de nivel de incorporación de proceso CAE en el sector automotriz 288
Diagrama 15: Diagrama causa y efecto de nivel de incorporación del proceso CAM en el sector automotriz 289
Diagrama 16: Diagrama Causa y Efecto de Reducción de Nivel de Incorporación Tecnológico. 290
Diagrama 17: Cinco Fuerzas Competitivas 295
Diagrama 18: Metodología General 337
Diagrama 19: Implementación propuesta para empresa partes y repuestos con fabricación digital. 429

Ilustración 1: "El Cherito", Vehículo ensamblado en El Salvador 3
Ilustración 2: Sistema del Motor 5
Ilustración 3: Sistema de Transmisión 6
Ilustración 4:Sistema de Freno hidráulico 7
Ilustración 5: Sistema de Tambor 7
Ilustración 6: Sistema de Disco 8
Ilustración 7: Sistema Eléctrico de carga 8
Ilustración 8: Sistema Eléctrico de luces 9
Ilustración 9: Sistema de Dirección 9
Ilustración 10: Sistema de Suspensión 10
Ilustración 11 Comparativa de fabricación Digital 14
Ilustración 12: Tecnologías Rápidas 16
Ilustración 13 Clasificación de tecnologías de fabricación aditiva en función del tipo de material que procesa 17
Ilustración 14: Ejemplo de piezas fabricadas con fabricación aditiva en metal y polímero 18
Ilustración 15: Geometría interna compleja en la escalera helicoidal interna de una torre del tamaño de una moderna 18
Ilustración 16: Maquina de corte laser y representación esquemática de la misma 26
Ilustración 17: Metodología para la elaboración de plan de Muestreo y Recolección 36
Ilustración 18: Fases de Identificación del Grupo de Interés 39
Ilustración 19: esquema de motor y tracción delantera 114
Ilustración 20: Esquema de motor delantero con tracción trasera 115
Ilustración 21: Esquema de transmisión para un vehiculó de tracción a las 4 ruedas 115
Ilustración 22: Despiece de un motor de 4 cilindros en línea 119
Ilustración 23: esquema de sistema de suspensión. 121
Ilustración 24: esquema de carrocería. 122
Ilustración 25: Diagnostico de Mercado en la Implementación de Fabricación Digital en Sector Automotriz 129
Ilustración 26: Árbol de Problemas 135
Ilustración 27: Árbol de Objetivos 136
Ilustración 28: Alternativas de solución. 137
Ilustración 29: Metodología del Índice del nivel tecnológico 154
Ilustración 30: Pantalla de Inicio del Sistema de Diagnostico Tecnológico de Fabricación Digital 175
Ilustración 31: Formulario de Generalidades de la Entidad 176
Ilustración 32: Test de Diseño Asistido Por Computadora (CAD), Tecnología Blanda. 177
Ilustración 33: Detalle del Formulario de Test CAD 177
Ilustración 34: Test de Diseño Asistido Por Computadora (CAD), Tecnología Dura 178
Ilustración 35: Test de Manufactura Asistida Por Computadora (CAM), Tecnología Flexible. 179
Ilustración 36: Presentación de Resultados del Diagnostico Tecnológico de Fabricación Digital en el Sector Automotriz 180
Ilustración 37: Presentación de Estrategias Propuestas Según el Nivel Tecnologico Obtenido 181
Ilustración 38: Configuración del Embrague 185
Ilustración 39: Árbol de Transmisión 186
Ilustración 40: Sistema de Motor 186
Ilustración 41: Juntas de Motor 187
Ilustración 42: Culata 187

Ilustración 43: Tipo de Válvulas 188
Ilustración 44: Cigüeñal.....189
Ilustración 45: Funcionalidad Válvula 189
Ilustración 46: Tijera de Suspensión. 190
Ilustración 47: Barra de Torsión. 191
Ilustración 48: Muelles Helicoidales de Suspensión. 191
Ilustración 49: Carrocería. 192
Ilustración 50: Elementos del costeo de un producto 231
Ilustración 51 Proceso de costeo ABC 236

INTRODUCCIÓN

El sector automotriz sigue siendo un campo de innovación constante, y pionera en la adopción de tecnología, es uno de los sectores que avanzan con paso firme hacia la cuarta revolución industrial denominada industria 4.0, la cual además de estar basada en sistemas ciber físicos y "big data", cuenta con un nuevo esquema de manufactura. Con la aparición de tecnologías disruptivas, nuevos materiales, el cambio en los hábitos de consumo, nuevos hábitos de uso vehicular y la entrada de insólitos jugadores en el mercado tradicional, son solo algunos de los retos novedosos que afronta la industria automotriz. Uno de los métodos de trabajo y manufactura más relevantes en la industria 4.0, es la fabricación digital que en la actualidad es utilizada por arquitectos en el propio sector automotriz, para realizar modelos a escala y posteriormente realizar pruebas antes de su fabricación, incluso existen compañías pertenecientes a este sector que ya están haciendo uso de estas tecnologías como lo es, Volkswagen que asegura ser el primer fabricando automovilístico en usar tecnología de fabricación digital en especial la impresión 3D, y emplearla en la producción en masa.

Según palabras del director de planificación y desarrollo de tecnología de Volkswagen, Martín Goede señalo "La producción automovilística afronta grandes retos, ya que nuestros clientes esperan cada vez más opciones de personalización. Al mismo tiempo, crece la complejidad con la cantidad de nuevos modelos. Por esta razón, confiamos en tecnologías pioneras para garantizar una producción fluida y rápida. La impresión 3d juega un papel especialmente importante en la fabricación de piezas individuales"

El presente trabajo de grado, es una investigación sobre el uso de las nuevas tecnologías de fabricación digital en el sector manufacturero de partes y repuestos para automóviles en El Salvador. Presenta un extracto de los aspectos más relevantes del sector automotriz en El Salvador y se aplican ciertos criterios de evaluación para determinar el nivel tecnológico de las diferentes empresas que se dedican al sector automotriz en nuestro país.

Para ello se llevará a cabo una comparativa tanto de los procesos, insumos, maquinaria/herramienta, y del producto final, que permitan visualizar las diferencias que existen en cada método de fabricación y poder establecer estrategias de implementación partiendo de estas diferencias. Todo esto se desarrollará mediante herramientas de ingeniería que nos permitan analizar y evaluar de mejor manera la situación actual del uso de la fabricación digital en el sector automotriz en nuestro país.

Todo lo anteriormente planteado se desarrollará en los siguientes apartados:

Primero se determinará la metodología necesaria para abarcar todo los estrictamente necesario en relación a la información sobre el uso de la fabricación digital en el sector automotriz en nuestro país.

Segundo, se planteará un diagnostico que nos permitirá determinar el nivel tecnológico que poseen las empresas que están en el rubro del sector automotriz en nuestro país.

Tercero, se planteará, antes de empezar a realizar un estudio técnico para la reproducción de partes y repuestos automotrices, identificar cuáles de estos son legalmente factibles para realizar dicha reproducción y así poder visualizar a que elementos someter a este estudio técnico.

Cuarto, se realizará un estudio de funcionalidad y utilización de las diferentes partes y repuestos seleccionados en la etapa de diagnóstico, además se realizará el análisis y selección de

materiales, lo cual nos permitirá seleccionar a través de ciertos criterios de evaluación, los materiales idóneos para la fabricación de partes y repuestos automotrices.

Quinto, se realizará un análisis del equipo de fabricación necesario para la fabricación de partes y repuestos en el área de fabricación digital, seguido del análisis de costos de producción.

Por último, se presentará, tras obtener la información de la situación actual de la implementación de la fabricación digital en el sector automotriz en el país, estrategias para mejorar la situación actual de dicha implementación. De dichas estrategias dependerán alternativas de inversión para cada tipo de empresa y un análisis de los tipos de financiamiento que estas pueden obtener para comenzar a incursionar en el uso de la tecnología 4.0.

OBJETIVOS

- Realizar un diagnóstico tecnológico de la fabricación digital en El Salvador que permita hacer un análisis exhaustivo, para determinar la viabilidad de mercado para hacer uso de esta tecnología en la fabricación de piezas y repuestos para automóviles

Objetivos Específicos

- Establecer y determinar los segmentos dispuestos a emplear y adquirir partes y repuestos de automóvil manufacturadas mediante el uso de la fabricación digital
- Identificar los sistemas automotrices que presentan mayor frecuencia de averías para identificar que partes o repuestos son los de mayor demanda en el mercado
- Realizar un desglose detallado de las partes y repuestos de mayor demanda dentro del segmento automotriz.
- Determinar la viabilidad técnica y económica del uso de la fabricación digital en el sector automotriz, evaluando los requerimientos que permiten el correcto funcionamiento de un vehículo automotor realizando una comparativa de los procesos productivos.
- Identificar los recursos requeridos para la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz en la manufactura de partes y repuestos automotrices en sus diferentes procesos, niveles y categorías.
- Determinar fuentes de financiamiento idóneas para la realización de la inversión requerida.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances:

El proyecto en desarrollo tiene como alcance diagnosticar la situación actual del sector automotriz en El Salvador, con el objetivo de valorar la implementación de la fabricación digital en este sector, con la aportación de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de El Salvador, este estudio comprende la investigación de las empresas que actualmente se dedican a la fabricación digital de la manufactura de fabricación de partes y repuestos para automóviles.

Algunos aspectos puntuales que se englobaran dentro del diagnóstico están designados al establecimiento del nivel tecnológico que las empresas del sector automotriz en El Salvador, para poder realizar una apreciación de la aplicación de la fabricación digital con sus diferentes tecnologías

El presente diagnostico pretende exponer como se encuentra el rubro automotriz actualmente y proponer estrategias de la aplicación de la fabricación digital dependiendo de los resultados del diagnóstico.

Estas estrategias contribuirán a orientar a las empresas en la manera de cómo mejorar la competitividad desde el punto de vista de la aplicación de la ingeniería industrial a través de la fabricación digital

Limitaciones

1. El diagnostico solo reflejara información para determinar la factibilidad del uso de la fabricación digital en el sector manufacturero en la fabricación de partes y repuestos para automóviles.
2. El diagnostico puede ser sujeto a mejora, siempre y cuando este dentro de los parámetros establecidos dentro del estudio.
3. Por la característica técnica de la investigación todos los tipos de tecnologías requieren un instrumento de medición específicos por cada uno
4. Dada la novedad de la fabricación digital la obtención de información sobre este tipo de tecnología se dificulta.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El comercio de auto repuestos en El Salvador. ha experimentado un crecimiento considerable, dado que en el parque vehicular salvadoreño tiene un comercio, tanto de vehículos usados o nuevos, pero predominan los vehículos usados. De cada diez vehículos que ingresaron al país durante el año 2018, siete son usados proviniendo la gran mayoría de Estados Unidos.

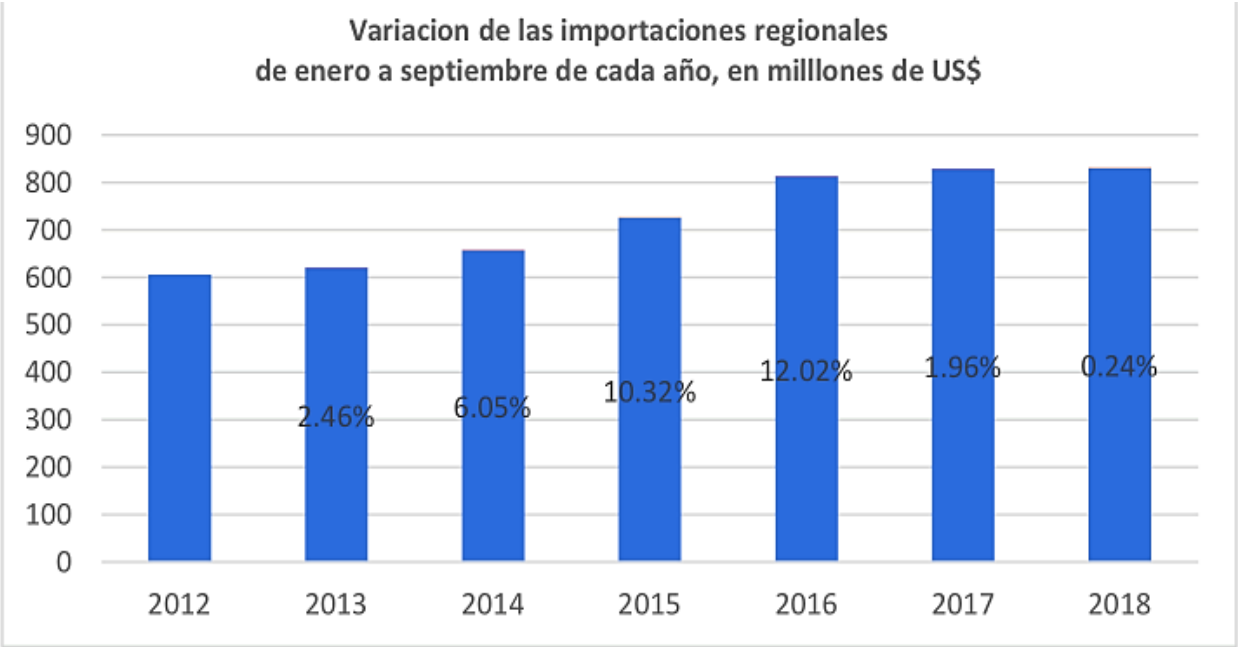


Gráfico 1: Importaciones de Vehículos a Nivel Regional

Con las regulaciones actuales en materia legal de importación de autos, ahora el ciudadano no necesita ningún intermediario. Compra los vehículos chocados directamente del recinto y luego ellos lo llevan al taller de su confianza y lo reparan de acuerdo a sus posibilidades económicas y estos repuestos fabricados de forma convencional han provocado un estimado de 40 000 accidentes automovilísticos, además de la alta congestión causada por algún tipo de desperfecto según la Policía Nacional.

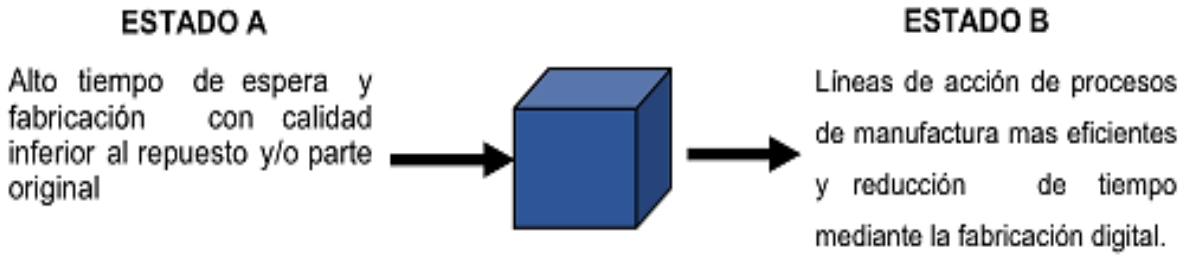
Pero el parque vehicular en nuestro país, ya sean nuevos o usados, requiere de servicios de mantenimiento y reparación los cuales presentan ciertos tipos de problemas en la obtención de los repuestos, los cuales se enlistan a continuación:

- Altos costos en partes y repuestos originales
- Alto tiempo en el proceso de compra de partes y repuestos para automóvil
- Alto porcentaje de importaciones de partes y repuestos para automóvil
- Alto costo en la manufactura de los repuestos de manera convencional
- Altos tiempos de producción con los métodos de fabricación convencionales
- Fabricación de piezas que no cumplen con las especificaciones correctas
- Falta de variedad de partes y repuestos
- Alto porcentaje de accidentes debido a desperfectos mecánicos
- Emisión de gases dañinos por desperfectos en automóviles viejos

En este contexto, se puede observar que cuando las agencias no poseen todos los repuestos, cuando la agencia no cuenta con las piezas que solicita el cliente, los solicita a la empresa de la marca del vehículo que va destinado ese repuesto, lo cual es un proceso tardado y encarece aún más ese repuesto dado el pago de aranceles y el flete para que pueda llegar al país, que solo en impuestos aduanales es de 25% sobre el valor del auto repuesto.

Por lo antes expuesto, es necesario analizar en qué medida se pueden establecer líneas de acción que permitan mejora el proceso de fabricación y obtención de partes y repuestos para automóviles dentro del país, logrando mejorar la economía de los involucrados en dicho proceso. De esta forma se pretende integrar los relacionado al comercio y distribución de partes y repuestos para automóviles, en concordancia con los nuevos enfoques y tendencias tecnológicas desde una perspectiva general.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



Descripción del Estado A

El sector automotriz de El Salvador, presenta una notoria deficiencia en la producción o elaboración de partes y repuestos de automóviles, dada la falta de innovación en sus procesos productivos, generando partes y repuestos de una calidad inferior a las que se encuentran en el mercado actualmente, provocando que los usuarios de vehículos opten por la importación y no consideren las partes y repuestos elaborados en el país.

Descripción del Estado B

Con las líneas de acción para la incorporación de la fabricación digital en la rama automotriz en el país se reducirá el porcentaje de importaciones, disminuyendo los costos y el tiempo tanto para los usuarios de dichos repuestos, así como los fabricantes de ellos.

Además, con los repuestos manufacturados por medio de la fabricación digital, obtendríamos garantías en cuestión de su calidad y se reflejaran en la disminución de reclamos y costos que sufren los fabricantes de estos repuestos automotrices.

Además, estas líneas de acción brindaran herramientas al sector automotriz para la incorporación de esta tecnología en sus líneas de producción logrando competir con los repuestos y partes de importación.

IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

Importancia.

El mercado automotriz en el salvador ha evolucionado notablemente, sobre todo en las últimas décadas en que la importación de vehículos ha sido menos restringida, debido a la reducción de aranceles. Esto ha propiciado un aumento considerable de vehículos en circulación derivando la demanda de venta de repuestos para el mantenimiento y refacción de los mismos.

La importación de vehículos usados ha creado una enorme industria automotriz alrededor de ellos. Solo en 2016 ingresaron al país unos 44 mil vehículos usados, que en su mayoría vienen chocados o con desperfectos mecánicos, según las estadísticas de la Dirección General de Aduanas. Por cada uno de ellos se genera un fuerte movimiento comercial que involucra a mecánicos y negocios de repuestos originales y genéricos, formales e informales, que mueven cientos de miles de dólares para la economía nacional.

Distribución del parque vehicular por departamento[1]

Tabla 1: Distribución del parque vehicular por Departamento de El Salvador

DISTRIBUCIÓN DEL PARQUE VEHICULAR POR DEPARTAMENTO		
DEPARTAMENTO	**TOTAL**	**%**
Ahuachapán	19,877	3%
Santa Ana	53,005	8%
Sonsonate	26,503	4%
Chalatenango	13,251	2%
La Libertad	79,508	12%
San Salvador	318,031	48%
Cuscatlán	13,251	2%
La Paz	19,877	3%
Cabañas	6,626	1%
San Vicente	13,251	2%
Usulután	19,877	3%
San Miguel	46,379	7%
Morazán	13,251	2%
La Unión	19,877	3%

Los datos del Banco Central de Reserva dan solo una pequeña muestra de todo el dinero que se mueve en torno a la reparación de los vehículos usados. En 2016 el país importó $63.6 millones en partes y accesorios para vehículos.

En los primeros nueve meses de 2018 la región importó partes y repuestos de vehículos por una suma cercana a $830 millones, y el 49% lo compraron empresas guatemaltecas y panameñas. En el periodo el principal importador en la región siguió siendo Guatemala con $238 millones,

[1] Distribución vehicular obtenida del portal web del Viceministerio de Transporte de El Salvador.

seguido de Panamá, con $167 millones, Costa Rica, con $139 millones, Honduras y El Salvador, con $119 millones cada uno, y Nicaragua, con $48 millones.

Con este ingreso de vehículos al país, según cifras de ASALVE (Asociación Salvadoreña de Distribuidores de Vehículos), la industria automotriz genera más de 3,000 empleos directos e indirectos, además de ser un importante sector que aporta a la recaudación fiscal por los derechos arancelarios de importación e impuestos como el IVA, entre otros

La innovación logra que un país obtenga contratos con firmas reconocidas de otros países, esto permite seguir marcando el paso como país que busca el desarrollo económico. En la industria automotriz, las impresoras de fabricación aditiva, son capaces de producir niveles extremadamente detallados y complejos con materiales únicos y diseños específicos, los que pueden ser muy difíciles de imitar por otros métodos tradicionales de elaboración de repuestos de vehículos que trabajan a gran escala, fabricando partes idénticas que se comercializan masivamente.

El mayor beneficio de contar con este tipo de tecnologías en la industria automotora, es que los clientes ya no tendrán que realizar encargos por internet de repuestos que solo son comercializados en otros países del mundo, además, se generará una importante reducción de costos de transporte porque no hará falta tener que movilizar toneladas del mismo repuesto o partes de vehículo abarcando enormes distancias, ya que podrán ser diseñados e impresos a medida mucho más cerca del consumidor.

El desarrollo del siguiente diagnosticó será de utilidad para tener una información básica que sirva para programar acciones concretas, llámense programas, proyectos o actividades, que nos ayuden a plantear propuesta de estrategias para la fabricación digital de piezas y repuestos para automóviles en el salvador.

Además, nos permitirá tener un cuadro de la situación, que sirva para las estrategias de actuación. En otras palabras, el diagnóstico será el punto de partida para diseñar operaciones y acciones que permitan enfrentar los problemas y necesidades detectadas en el mismo.

JUSTIFICACIÓN

La historia registra la primera revolución industrial en los años de 1820 y 1840 donde se da un proceso de transformación económico, social y tecnológico representado por la utilización de máquinas industriales que funcionaban a vapor, con el fin de lograr la producción de bienes y servicios que mejoraran el nivel y calidad de vida de las personas; luego se da una segunda revolución industrial entre los años de 1870 y 1914 las principales aportaciones en la industria fueron las nuevas fuentes de energía como el gas, petróleo y electricidad, además de la creación de nuevos sistemas de transporte y comunicación.

Actualmente se habla de una tercera revolución industrial, en la que se enfoca a la utilización de energías 100% renovables, conocimientos que se comparten en todo el mundo de forma instantánea, movimientos como el internet de las cosas y producción personalizada al alcance de grandes masas por medio de máquinas de fabricación digital y prototipado rápido; esta revolución plantea una oportunidad tan trascendental como lo fue la primera revolución industrial en su época, permitiendo a las personas no sólo satisfacer sus necesidades, sino también personalizar los objetos que cumplen esta función.

Pero estas ventajas no sólo involucran a las personas de forma individual, sino también a las grandes empresas ya que con la producción digital se tiene la gran ventaja de la reducción de costos ya que con la misma inversión una empresa realiza para crear un solo prototipo, en un laboratorio de fabricación digital se pueden desarrollar miles de otros prototipos (Gerschenfeld, 2014).

El Salvador ha experimentado cada una de estas revoluciones, si bien no es un país con alto nivel de desarrollo tecnológico, es evidente la evolución en materia de tecnologías de fabricación empleadas en las diferentes industrias. Según datos del Banco Mundial, en el año 2011 El Salvador mostraba una tasa de crecimiento del PIB (Producto Interno Bruto) del 2.2%, para el año 2012 el país registró un crecimiento del 1.9%, en el año de 2013 se registra 1.8% y en el año 2014 se tuvo un 2.0%. Uno de los sectores que muestra mayor estancamiento en su crecimiento es el sector industria manufacturera para el tercer trimestre del año 2014 muestra un PIB del 2.3% aumentando con respecto al tercer trimestre del año 2013 donde se tiene un PIB del 2.2%. El sector industrial representa para el PIB un 21% (Banco Mundial, 2016).

Los datos anteriores reflejan que el sector industria del país abarca un porcentaje significativo en la economía del país, sin embargo, a la vez experimenta un estancamiento en su crecimiento, lo cual redunda, entre muchas otras causas, en un bajo crecimiento del PIB. El sector industrial debe experimentar una revolución para que se logre un verdadero crecimiento económico que venga no sólo a generar ganancias a los inversionistas; sino también que se genere una verdadera mejora en la calidad y estilo de vida de los salvadoreños en general.

CAPÍTULO I: MARCO REFERENCIAL

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 Historia de la introducción del automóvil en El Salvador

En la historia de la economía de El Salvador, la introducción del automóvil data desde la época de 1915 cuando empezaron a circular los primeros autos por las calles empedradas de la ciudad de San Salvador, junto a carruajes, tranvías tirados por mulas, carretas de bueyes y caballos.

Fue hace más de cien años cuando circulo por las tranquilas y polvorientas calles de El Salvador el primer automóvil que vino al país. De acuerdo con coleccionistas de vehículos de El Salvador, “El primer automóvil llego al país entre 1915 y 1919”.

Debido al crecimiento y la demanda de este medio de transporte, los empresarios incluyen en sus actividades comerciales a la venta de vehículos en diferentes partes del territorio salvadoreño y con el transcurso del tiempo, fueron expandiéndose y realizando alianza estratégicas con diferentes países centroamericanos, con el fin de importar autos de reconocidas marcas internacionales, tales como Toyota, HINO, Mitsubishi, KIA, Chevrolet, BMW, Daihatsu, entre otras que son de renombre a nivel mundial.

En 1915, cuando Don Bartolomé Poma visualiza la oportunidad de distribuir automóviles en el país. Concretando en 1919 cuando se inauguraba la primera agencia de automóviles, en la década de los años 30 obtuvieron la distribución de General Motors Corporation. Con el objeto de brindar un servicio integral se abrieron talleres y almacenes de repuestos. En 1953 se adquirió la distribución exclusiva de Toyota Motor Corporation, siendo los primeros en América y los segundos en el mundo sólo después de Taiwán.

Otras de las empresas con gran influencia es Súper Repuestos, la cual se constituyó como una empresa comercial el 15 de noviembre de 1972, dedicándose a la compra y venta de, repuestos y accesorios para vehículos automotores, herramientas y lubricantes, entre otros productos

El Viceministerio de Transporte, a través de la Oficina de Información y Respuesta entregó a la Unidad de Datos de “El Diario de Hoy” el registro de matrículas de vehículos desde enero de 2006 hasta julio de 2017. Esta incluye la clase del vehículo, la marca, el modelo, el año de fabricación y la capacidad en asientos y toneladas. Los datos muestran que, en 2016 han sido matriculados más vehículos que en los últimos diez años; 52 de cada cien eran vehículos del año. Mientras que, el 23 % fueron fabricados en 2008, 2009 y 2010. Esto significa que, en 2016, siete de cada diez salvadoreños matricularon vehículos que habían sido fabricados entre 2008 y 2017.

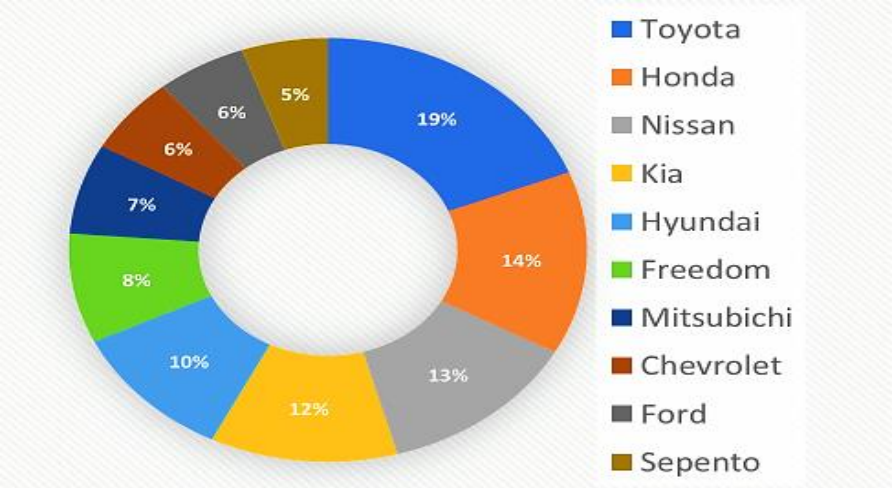


Gráfico 2: Participación de Marcas de Automotores en El Salvador

1.1.1 Vehículo Automotor ensamblado en El Salvador

En El Salvador se ensamblo y distribuyo un único modelo de automóvil, el automotor de nombre “Cherito”, la empresa o fabrica que emprendió este proyecto en el país fue, la Fabrica Superior de Centro América en 1975.

El “Cherito” fue fabricado en los años setenta, diseñado para un ambiente semi rustico ya que así eran las condiciones de terreno de El Salvador en aquella época, con la ciudad en plena expansión, y los suburbios cada vez se iban acercando a la capital, entonces se necesitaba un vehículo que pudiese desenvolverse tanto en la ciudad como en el campo.

El vehículo después de salir de la planta de producción era exhibido y vendió en Auto Palace, ubicada sobre la Calle Rubén Darío de San Salvador, era un modelo económico de 4 cilindros y 14 galones de combustible.

A pesar de lo novedoso del “Cherito”, no fue bien aceptado por el mercado salvadoreño, haciendo que este fuera el único vehículo ensamblado en el país.

Ilustración 1: "El Cherito", Vehículo ensamblado en El Salvador

1.1.2 Surgimiento de las empresas comercializadoras de vehículos usados en El Salvador

Las empresas que comercializan vehículos usados nacen como una respuesta a la dificultad de las personas que no pueden adquirir un auto nuevo por lo tanto de ahí surgen las entidades dedicadas a la compra de este tipo de bienes, para que contribuyan en la comercialización de vehículos que son necesarios y accesibles de adquirir por parte de los demandantes.

En la década de los años sesenta el comercio de auto repuestos experimenta un crecimiento considerable, y a las primeras ventas de repuestos automotrices constituidas en la década de los veinte, fundamentalmente importados de los Estados Unidos, se adicionan numerosas líneas de repuestos de origen europeo y asiático.

1.1.2.1 Surgimiento de las empresas comercializadoras de repuestos y partes de vehículos en el salvador

En el año 1982 se fundó la Asociación Salvadoreña de Importadores de Repuestos Automotrices (ASIRA), como una entidad al servicio de sus miembros, del Estado y de los consumidores. Entre las empresas más destacadas en la importación del sector se mencionan: La casa del repuesto, S.A. de C.V., A&A Repuestos, Impressa repuestos, S.A. de C.V., Súper Repuestos, Gevesa, Omniparts, Econoparts, entre otras.

En el parque vehicular salvadoreño predominan los vehículos usados. De cada diez vehículos que ingresaron al país durante el 2017, siete son usados proviniendo la gran mayoría de Estados Unidos.

En la actualidad, según Central América Data, en febrero de 2019 en El Salvador, se reportan que las marcas Hyundai, KIA, Honda, Toyota, Nissan y Mazda, acaparan la mayor parte del parque vehicular, pues representan el 51% del total de unidades de vehículos en el país.

Según estimaciones de Central América Data, entre el primer semestre de 2017 y el mismo periodo de 2018 el valor importado de partes y repuestos de vehículos en Centro américa registro un alza de 4%, al pasar de $542 millones a $561 millones. El primer semestre de los últimos seis años la región centroamericana ha repostado un alza sostenida en las importaciones, registrando un crecimiento promedio de 6%

Al separar a Centroamérica entre el Triángulo Norte y los mercados del sur, detallan las cifras que empresas en El Salvador, Guatemala y Honduras, concretan el 56% de las importaciones regionales.

Guatemala y Panamá, principales compradores. El Salvador se ubicó en tercera posición junto a Honduras con $78 millones en importaciones de repuestos y partes automotriz.

1.2 Clasificación de Partes y Repuestos

Para entender su funcionamiento podemos separarlo en dos grandes partes, una, la “carrocería” que es la parte visible del vehículo donde se ubican los pasajeros y la carga, la otra es el “chasis” que es el conjunto de sistemas que producen el movimiento y luego lo trasmiten a las ruedas.

Los principales sistemas que se pueden encontrar en un vehículo, son los siguientes:

- Sistema del Motor
- Sistema de transmisión
- Sistema de frenos
- Sistema eléctrico
- Sistema de Dirección
- Sistema de suspensión.

1.2.1 Sistema de Motor

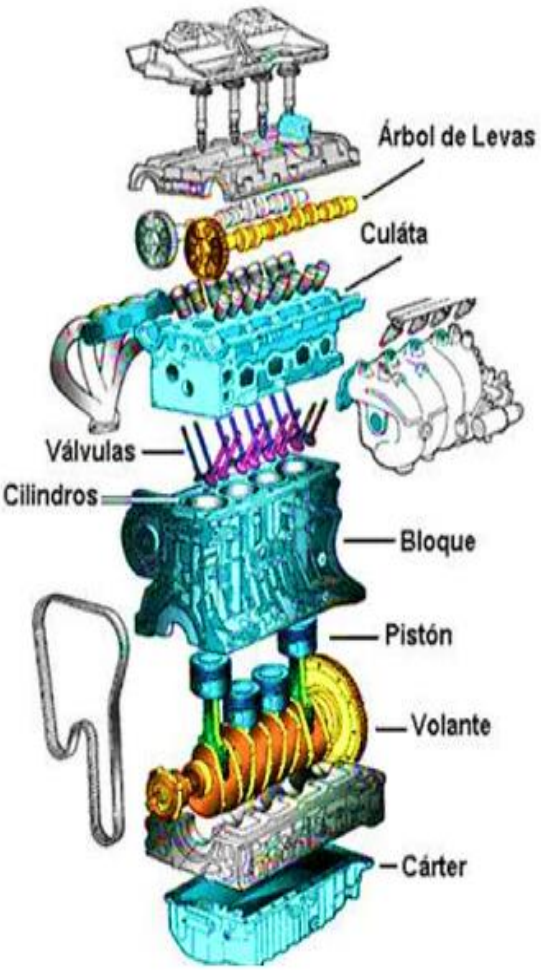


Ilustración 2: Sistema del Motor

Bloque de cilindros: El bloque de cilindros es una pieza fundida donde se encuentran distribuidos los cilindros. Los cilindros, unos orificios por donde se desplazan los pistones y su principal función es la de recibir la mezcla de aire y gasolina para luego comprimirla y hacerla explotar, generando la fuerza que se ha transmitir finalmente a las ruedas.

Carter de Aceite: El Carter de acierte es una bandeja ubicada en la parte inferior del bloque de cilindros su función principal es la de servir como depósito del aceite.

Culata: La culata es la pieza ubicada en la parte superior del bloque de cilindros. Es la tapa de todos los cilindros, allí se ubican las bujías, las válvulas de admisión y de escape, y los conductos de entrada y salida de gases.

Pistón: Es un elemento que se desplaza en movimientos ascendentes y descendentes dentro de cada uno de los cilindros. Comunica la fuerza que produce la combustión a la biela, quien a su vez se la trasmite al cigüeñal.

Biela: es un brazo que trasmite el movimiento ascendente y descendente del pistón al cigüeñal.

Cigüeñal: Es un eje con codos en forma de manivela, que reciben el movimiento ascendente y descendente del conjunto biela- pistón, para convertir este movimiento en uno giratorio que será transmitido finalmente a las ruedas.

1.2.2 Sistema de Transmisión

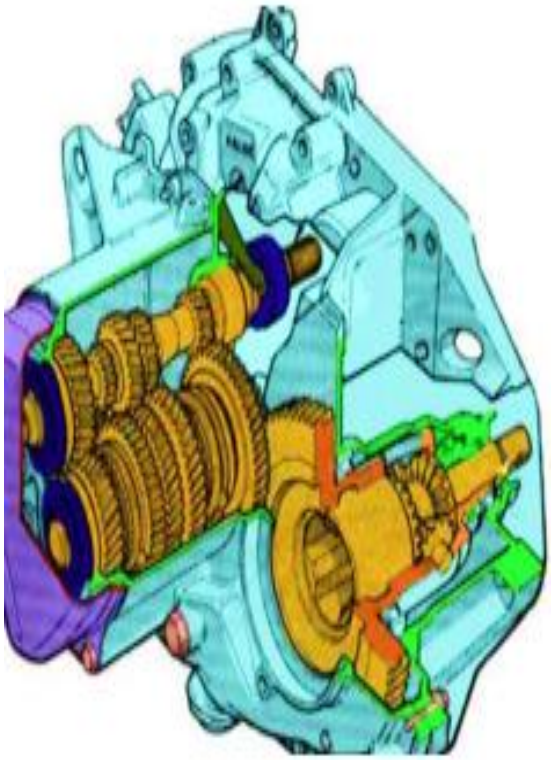


Ilustración 3: Sistema de Transmisión

Embargue o "Clutch": Es el encargado de conectar o desconectar el motor de las ruedas motrices. Está compuesto por:

- El volante: que se encuentra montado en el cigüeñal y que trasmite el movimiento del motor al disco del "Clutch"
- La prensa: que se encarga de aprisionarla al disco del "Clutch" o embargue contra el volante.
- La balinera: Hace presión sobre la prensa para liberar el disco del "clutch" y entonces evitar que el disco pase movimiento a la caja de cambios.
- La horquilla: empuja la balinera contra la prensa.

Caja de cambios: Recibe del embargue la potencia aportada por el motor y la trasmite al cardán que a su vez la entrega a las ruedas.
Las cajas modernas traen cuatro o cinco cambios y uno denominado "reverso".
Cuando no hay colocado un cambio se dice que está en "neutro" o punto muerto, en esta posición no pasa movimiento del motor hacia las ruedas.
Cada uno de los cambios pueden ser colocados por el conductor mediante una palanca llamada la "palanca de cambios", siempre y cuando sea un vehículo con transmisión mecánica.
En los autos con transmisión o caja automática el manejo es diferente.

Diferencial: Al desplazarse por una curva, las ruedas que marchan en la parte externa, hacen un recorrido mayor a las de la parte interna, por esta razón, la tracción en una curva no puede ser igual. Esa es la función del diferencial, permitir que las ruedas izquierdas y derechas, puedan girar a diferente velocidad durante la curva.
Los vehículos con la caja en la parte delantera y que son de tracción trasera, el diferencial va ubicado en el puente o eje trasero y recibe el movimiento de la caja por medio del árbol de trasmisión o "cardán" y lo pasa a las ruedas por medio de dos ejes independientes

Semiejes: Dos ejes independientes que reciben el movimiento del diferencial y lo trasmiten a la rueda izquierda y derecha respectivamente.

1.2.3 Sistema de Frenos

1.2.3.1 Sistema Hidráulico.

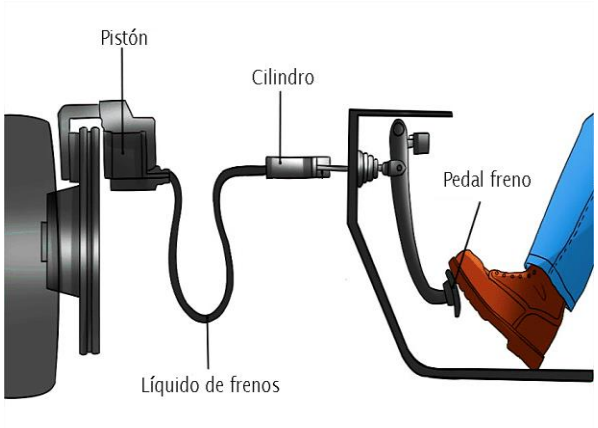


Ilustración 4:Sistema de Freno hidráulico

Bomba de Freno: Es el elemento encargado de trasmitir la presión ejercida por el conductor sobre el pedal del freno. Dicha presión es llevada por los conductos hasta las ruedas para detener su movimiento.
Es una especie de jeringa llena con líquido de frenos

Booster: Esta ubicado generalmente entre el pedal del freno y la bomba, su misión es la de ayudar a empujar él embolo de la bomba. Esto hace que el conductor requiera menos fuerza para hundir el pedal.

1.2.3.2 Sistema de Tambor

Ilustración 5: Sistema de Tambor

Campana: Tambor unido con la rueda, al detener la campana también lo hace la rueda.

Cilindro de rueda: Pequeño cilindro ubicado dentro de campana. Recibe la presión que viene de la bomba del freno usándola para abrir las bandas que detendrán la campana y por tanto las ruedas. Está constituido por: El cuerpo del cilindro Dos émbolos metálicos. Uno a cada lado Dos círculos de caucho para evitar la fuga del líquido.

Resorte de recuperación: Resorte usado para regresar las bandas a su lugar original, evitando que las ruedas queden frenadas.

Forros: Elementos construidos en un material de alta fricción como el asbesto, incorporados como forros de las bandas. Son quienes realmente realizan el contacto con la campana y por tanto los que más sufren desgaste.

Bandas: Son 2 elementos metálicos en forma de medialuna por cada rueda, encargados de recibir la presión del cilindro de rueda y aplicarlo mediante los forros a la campana.

1.2.3.3 Sistema de Disco

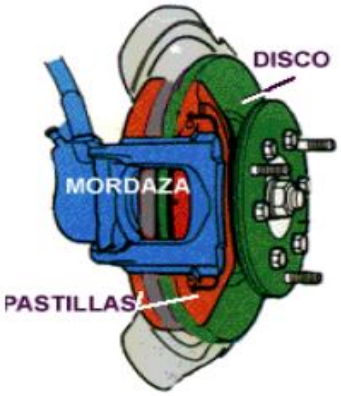


Ilustración 6: Sistema de Disco

Disco de Freno: Es eso. Un disco metálico unido a la rueda, y que es aprisionado por las pastillas en el momento de la frenada.

Cilindro: Pieza encargada de aplicar la fuerza a las mordazas.

Mordazas: Abrazaderas encargadas de aprisionar las pastillas contra el disco.

Pastillas: Compuestas por una parte metálica y un forro de fricción.

1.2.4 El sistema Eléctrico

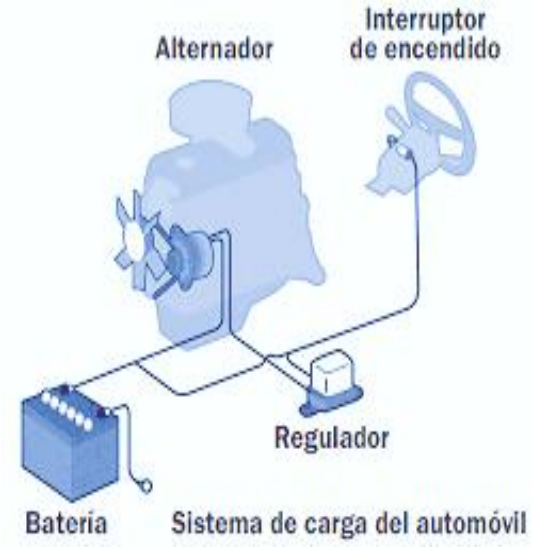


Ilustración 7: Sistema Eléctrico de carga

Batería: Es un almacenador de energía química que al descargarse se convierte en energía eléctrica siendo aprovechada en el vehículo para abastecer las luces, el radio, el motor de arranque, el limpia brisas y todos los elementos eléctricos.

El alternador: es el encargado de cargar la batería, está conectado al motor con una correa. Cuando el motor es encendido, el alternador comienza a girar, produciendo corriente alterna que será rectificada y enviada a la batería como corriente continua, para restituir la carga perdida.

El regulador es indispensable en el sistema con el fin de mantener la tensión e intensidad necesarias al buen funcionamiento de la batería, en los autos modernos, se aloja en el interior de la carcasa del alternador.

El testigo o indicador de carga se ubica en el tablero de instrumentos, se utiliza para verificar el buen funcionamiento del sistema. Es un bombillo de color rojo con el símbolo (dibujo) que debe apagarse al encender el motor si todo está bien.

La correa es elemento de mayor cuidado pues si se rompe o se afloja, impedirá al alternador producir la corriente necesaria haciendo que la batería se descargue.

Circuito de arranque: Para que el motor del vehículo pueda encender, se hace indispensable darle las primeras vueltas con un elemento externo, ese trabajo lo efectúa un motor de corriente eléctrica aprovechando la carga de la batería. Este dispositivo lo acciona el conductor cuando hace girar el “Switch”.

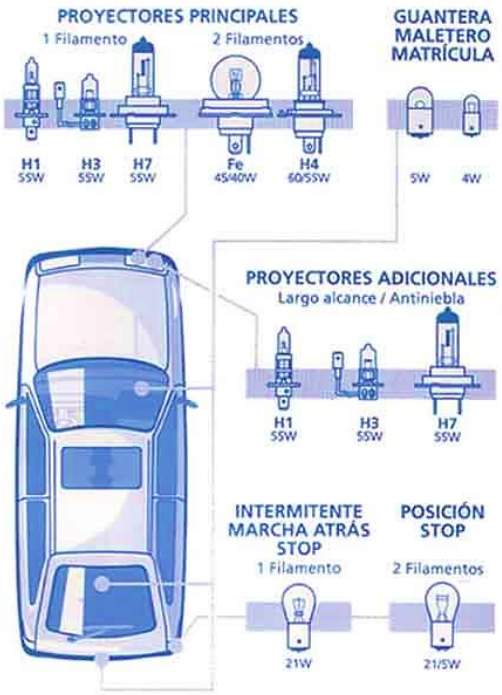


Ilustración 8: Sistema Eléctrico de luces

Circuito de luces: El alumbrado está repartido por todo el vehículo, por esto dispone de una instalación compuesta de decenas de cables de diferentes colores para poder identificar el accesorio que manejan.

Los faros delanteros son las luces de más intensidad y por tanto los de mayor consumo de energía. Nunca se deben dejar encendidos cuando el motor del vehículo está apagado, la batería se descargaría rápidamente. Cada faro posee 3 circuitos diferentes, uno para la luz de alta, otro para la luz baja y el otro corresponde a las luces de aproximación.

Las luces direccionales están ubicadas en el extremo izquierdo y derecho del vehículo, posee dos atrás, dos adelante y dos en los costados de la parte delantera.
Son accionadas por la palanca de las luces direccionales que permiten usar independientemente las del lado izquierdo o del derecho. Cuentan con un pequeño elemento.

1.2.5 El sistema Dirección

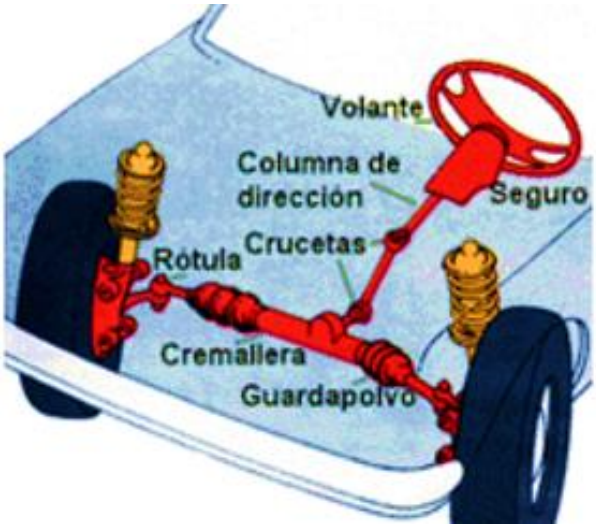


Ilustración 9: Sistema de Dirección

Volante

Mecanismo de bloqueo antirrobo

Caña de la dirección

Columna de la dirección

Crucetas

Cremallera

Bielas

Guardapolvos

Rótulas

1.2.6 El sistema Suspensión

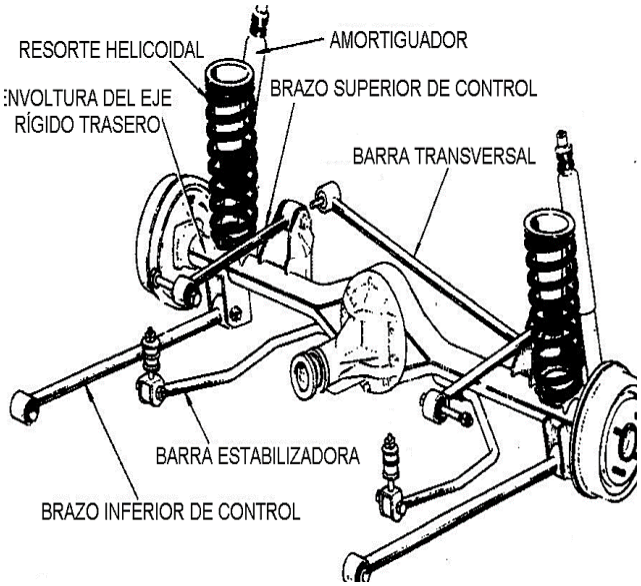


Ilustración 10: Sistema de Suspensión

Resortes: Están constituidos por un material elástico y tienen forma de espiral, se recogen al recibir el peso del automóvil cuando tropieza con un imperfecto del camino y lo regresan a su sitio por efecto de reacción.

Ballestas: Cumplen la misma función de un resorte, pero tienen forma de hoja. Son utilizados en campers o en vehículos pesados.

Barras de torsión: Son barras de acero de gran resistencia a la torsión, utilizadas por autos como el Renault 4 como reemplazo de los resortes.

Barras estabilizadoras: Evitan la excesiva inclinación de la carrocería cuando se toma una curva

1.3 Antecedentes de la fabricación digital

La empresa “Siemens Industry Software” (s.f.) define la fabricación digital como el uso de un sistema integrado, basado en ordenador, compuesto de la simulación, visualización en tres dimensiones (3D), análisis y herramientas diversas de colaboración para crear definiciones de productos y procesos de fabricación, simultáneamente.

Concretamente, la fabricación digital es el conjunto de procesos integrados mediante los cuales se elabora un producto a partir del diseño y modelado del objeto en softwares CAD (diseño asistido por computadoras), el análisis del mismo en un programa CAE, la simulación del proceso de fabricación en paquetes CAM y la manufactura del producto por medio de algún equipo.

Las tecnologías de la fabricación digital tienen su origen en los años centrales del siglo 20 como resultado de la convergencia de las tecnologías de la computación y las de la maquinaria de control número. Entre las décadas de 1970 y 1980, con el abaratamiento de los ordenadores, el desarrollo de software CM y la integración de hardware y software con maquinaria CNC, se consolidan las prácticas de CAD/CAE/CAM, particularmente en las industrias aeroespacial, naval y automovilística.

La revolución informática comparte una serie de rasgos y características similares a la fabricación digital (Deloitte, 2013). Justamente por eso resulta interesante comparar lo que se afirma sobre la revolución informática con los pronósticos actuales sobre la fabricación digital.

Entre los años 1970 y 1980, los entusiastas de la revolución informática realizaron una infinidad de predicciones sobre el futuro de la sociedad: desde la muerte del papel, y la inminencia del teletrabajo.

Por supuesto, los primeros pronósticos no se materializaron y los segundos recién comienzan a vislumbrarse. Sin embargo, ante la escasa comprensión de las nuevas posibilidades, las empresas comenzaron a perder el rumbo y adoptar modas de reingeniería de procesos guiadas por las tecnologías de información y comunicación.

Así como ha ocurrido la digitalización de la comunicación y la computación, la digitalización de la fabricación está trayendo la programabilidad del mundo digital al mundo físico. La hoja de ruta de investigación y desarrollo está llevando hacia el desarrollo de un replicador universal que eventualmente será capaz de hacer casi cualquier cosa (incluyendo replicarse a sí mismo), programando el ensamblado de materiales funcionales.

Los "Fab Labs" o laboratorios de fabricación digital están proveyendo de acceso temprano a esas capacidades a través de herramientas de prototipado para fabricación personal. Son análogos al rol histórico de las minicomputadoras que existieron entre los mainframes y las Pc; los "Fab Labs" como las minicomputadoras, tienen un costo y complejidad dentro del alcance de un grupo de trabajo, permitiendo que sus aplicaciones reflejen los intereses de los individuos en vez de los de las instituciones.

1.3.1 Antecedentes de la fabricación digital a nivel latinoamericano

El crecimiento del uso de las tecnologías de fabricación digital a pequeña escala no es un hecho aislado, más bien es una concurrencia de acontecimientos que han transformado la sociedad desde el área digital creando un "impacto no solo en el modelo productivo de las sociedades, sino también en su modelo económico" (Gracia Pujadas, 2015).

¿Qué está sucediendo en América Latina? Los países que lideran la industria de la fabricación digital son Estados Unidos, Japón, Alemania, China, el Reino Unido, Italia, Francia y la República de Corea. No obstante, América Latina están avanzando en esta área.

La implementación de la fabricación digital en Latinoamérica, sigue el mismo patrón identificado en otras tecnologías digitales, pero en un orden de implementación distinto: Primero como experiencia de estudiantes de maestría y doctorado, luego de cómo circuito académico y posterior como autoaprendizaje.

Alrededor del 2007, se empiezan a formalizar iniciativas en diferentes universidades latinoamericanas como parte de investigaciones de grupos académicos. Ellos tomaron la experiencia y resultado de sus estudios y hoy se han convertido referencias en sus ciudades, entre ellos destacan:

- UNICAMO LAPAC (Campinas, Brasil, 2007)
- Taller de Ensamble Digital, en la Pontificia Universidad Católica de Chile
- UNISIONOS (Porto Alegre, Brasil, 2008)

Al 2012, vienen funcionando de manera sostenida la mayoría de iniciativas académicas con temática de la fabricación digital. En América Latina existen más de 40 talleres de fabricación digital organizados en la Red Latinoamericana de "Fab Labs" y conectados con la red mundial de estos centros.

1.3.2 Fabricación digital en la Industria Automotriz

En los últimos años, la industria ha experimentado una revolución en cuanto a la tecnología y a la ingeniería del producto. La cuarta revolución industrial, identificada bajo el termino industria 4.0, está cambiando la forma de trabajar y competir en varios rubros. En un sector tan exigente como es el de automoción, la optimización de los procesos para conseguir una mayor competitividad es clave, por lo que la utilización de tecnologías que lo faciliten es de vital importancia. Es por ello que la implementación de la industria 4.o con el nuevo paradigma de la fabricación digital para optimizar los procesos tiene una gran relevancia en este sector.

La industria automotriz siempre está a la vanguardia de los últimos avances tecnológicos y el resto de industrias siguen su ejemplo. además, es ejemplo y modelo de competitividad, y la industria 4.0 engloba los medios para conseguirlo. En El Salvador, la mayoría de talleres mecánicos especializados en el sector automotriz, se realiza mediante la fundición tradicional de metales y mecanizados en maquinaria convencional, principalmente en tornos y fresadoras.

La 4ta revolución industrial, llamada la revolución digital, ha modificado este modelo de fabricación, trayendo nueva tecnología y nuevas maneras de conseguir fabricar piezas y repuestos de mayor eficiencia. Esto lo observo Volkswagen y vio la apertura a un nuevo mercado, lanzando repuestos para sus modelos clásicos fabricados por medio de esta tecnología. Volkswagen anunció en 2017, que está valorando la fabricación digital para la elaboración de repuestos principalmente en sus modelos más icónicos, como el Volkswagen Sedan e incluso del Golf de primera generación.

Tobías Pape, afirma que: “La impresión en 3D en el grupo Volkswagen se ha utilizado hasta ahora solamente en las áreas de construcción de prototipos y equipamiento. Ahora queremos aplicarlo para la producción de piezas de recambio”. Dicho en otras palabras, la fabricación digital permitirá fabricar pequeños lotes de piezas. En última instancia, permitiría regular la producción de pequeñas tiradas de piezas de recambio.

Ford fue otro gigante en incursionar en la fabricación digital para sus repuestos, anunciando en marzo del 2017, que comenzaron a realizar pruebas con fabricación aditiva, en partes de gran escala, con el principal objetivo de reducir los costos y componentes para una operación que, de la forma tradicional, resultaría ser extremadamente cara.

En Ford, aseguran que con la tecnología “Infinite Build”, se podrán crear piezas más ligeras y personalizadas según el gusto de cada cliente. Ford sería el primer fabricante de autos en hacer estas pruebas, pero tienen claro y aseguran que esta tecnología y su uso potencial en producción de vehículos podría ser muy valiosa. De acuerdo con el estudio “Latin American Passenger Vehicle Market Outlook, 2017”.

En términos generales, los modelos de negocio innovadores están segmentando la industria automotriz, ofreciendo servicios más personalizados, Los nuevos modelos en autopartes y servicios minoristas incrementan la conveniencia de los clientes además de ofrecer servicios más personalizados, y generan nuevos flujos de ingresos.

1.4 MARCO TEÓRICO

El CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), establece que existe una relación positiva entre la generación y explotación del conocimiento y el desarrollo económico de los países, por lo que existe un gran interés por desarrollar una mejor capacidad de innovar, es decir, de generar nuevos producto, diseños, procesos, servicios, métodos u organizaciones o de intercambiar valor a los existentes y con ello lograr ventajas competitivas en la economía, que le permita alcanzar un crecimiento económico sustentable. (CONACYT, 2016)

El área de la industria en El Salvador, busca el desarrollo y la innovación con el fin de lograr un posicionamiento aceptable en el medio internacional; llegar a este fin depende de diversos factores. Uno de los principales factores para lograr el desarrollo de la industria es contar con profesionales competitivos con lo que respecta a las tendencias mundiales de fabricación y prestación de servicios.

En la actualidad, se presenta la fabricación digital como tendencia en método de fabricación, por lo que los actuales y futuros profesionales están preparándose en este ámbito ya que la industria demanda este tipo de conocimientos para contar con un banco de profesionales competentes y que garanticen que las industrias tendrán desarrollo tecnológico y como consecuencia la supervivencia y crecimiento.

En los métodos de fabricación actuales, se toma en cuenta tanto la maquinaría y los softwares, para dar paso al uso de la fabricación digital, este concepto engloba una serie de términos que son hasta cierto punto nuevos en muchos sectores de la industria. Hablar de un open software, Arduino y otros elementos de la fabricación digital, se complica un tanto por el poco conocimiento que se tiene al respecto, por lo menos en lo que respecta al ámbito nacional.

Se tiene como referencia diversas teorías de autores familiarizados con el tema de fabricación digital, tanto para la academia como para la industria, estas teorías son expuestas en el presente marco teórico. El enfoque de promocionar la innovación en los salones de clase es un punto de vista bastante discutido en la actualidad, además del apoyo de la creatividad individual, entre otros elementos que desarrollan el emprendimiento, la innovación y la creatividad. Además, existen algunos escenarios planteados por la industria que actualmente aplican la fabricación digital como método de fabricación tanto a nivel de experimentación como a nivel de producción.

1.4.1 Tipos de Fabricación Digital

1.4.1.1 Fabricación Aditiva

En general, el concepto de impresión 3D se asocia con impresoras de polímeros por extrusión. Sin embargo, abarca mucho más que eso. En los últimos 30 años, su enfoque ha crecido desde la fabricación de prototipos usando depósitos de resina y lechos de polvo, hasta incluir la producción de piezas con metales y materiales cerámicos.

1.4.1.1.1 Fabricación de solidos por adición de capas de material (aditiva)

En el último cuarto del siglo XX surgen las tecnologías fabricación de solidos por adición de capas de material, que se aprovechan de todo este conocimiento desarrollado en la era digital, y que pueden superar las limitaciones antes descritas. En esencia, suponen un giro copernicano respecto a los procesos de construcción de piezas empleados hasta ese momento, ya que se pasa a fabricar por deposición controlada de material, capa a capa, aportando exclusivamente allí donde es necesario, hasta conseguir la geometría final que se persigue, en lugar de arrancar material (mecanizado, troquelado) (ilustración 1), o conformar con ayuda de utillajes y moldes (fundición, inyección, plegado).De esta manera, se pueden clasificar los procesos de fabricación de piezas de la siguiente forma:

- **Tecnologías confirmativas**: Utilizan preformas para obtener la geometría requerida (inyección plástico y metales, PIM, sinterizado, colada la vacío, RIM, electro-forming).

- **Tecnologías sustractivas**: Obtienen la geometría requerida sustrayendo material de una geometría mayor (mecanizado, electroerosión, corte por agua, corte por láser).

- **Tecnologías aditivas** (fabricación de solidos por adición de capas de material): Obtienen la geometría añadiendo material a partir de geometría virtual, sin uso de preformas (confirmativas) y sin sustraer material (sustractivas). Estas últimas tecnologías serán el objeto de este documento.

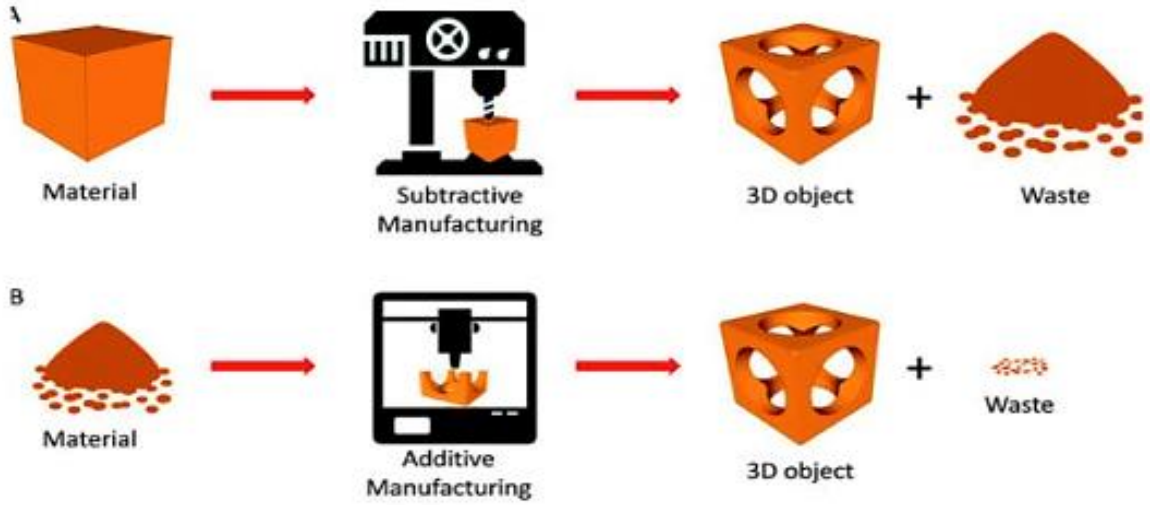


Ilustración 11 Comparativa de fabricación Digital

Son muy diversas las técnicas de aplicación de fabricación de solidos por adición de capas de material:

- **Tecnología de prototipado rápido o Rapid Prototyping (RP),** si lo que se pretende fabricar es un prototipo, es decir una pieza que sirve para validar o verificar un nuevo diseño, que posteriormente se llevará a producción, probablemente, con tecnología no aditiva (inyección, mecanizado).

- **Tecnología de fabricación directa o Rapid Manufacturing (RM),** cuando se consigue la pieza final y el producto es, por lo tanto, plenamente funcional.

En realidad, dependiendo del uso y requerimientos finales de la pieza a fabricar, o de su cantidad, por citar algunos factores, debe ser el usuario quien decida emplear una tecnología aditiva para el «prototipado rápido» o para la fabricación final del producto.

No obstante, es cierto que el término Rapid Prototyping (RP) es el más antiguo, y que muchas tecnologías, inicialmente concebidas para hacer prototipos, han evolucionado hacia técnicas de fabricación de productos plenamente funcionales, gracias sobre todo al desarrollo de nuevos materiales de características mejoradas.

Además, el calificativo Rapid se ha replicado en otros términos como Rapid Tooling, Rapid Casting y Rapid Manufacturing para nombrar las sucesivas aplicaciones de la fabricación aditiva a medida que iban apareciendo.

1.4.1.1.1.1 *Clasificación de las Tecnologías Rápidas de fabricación*

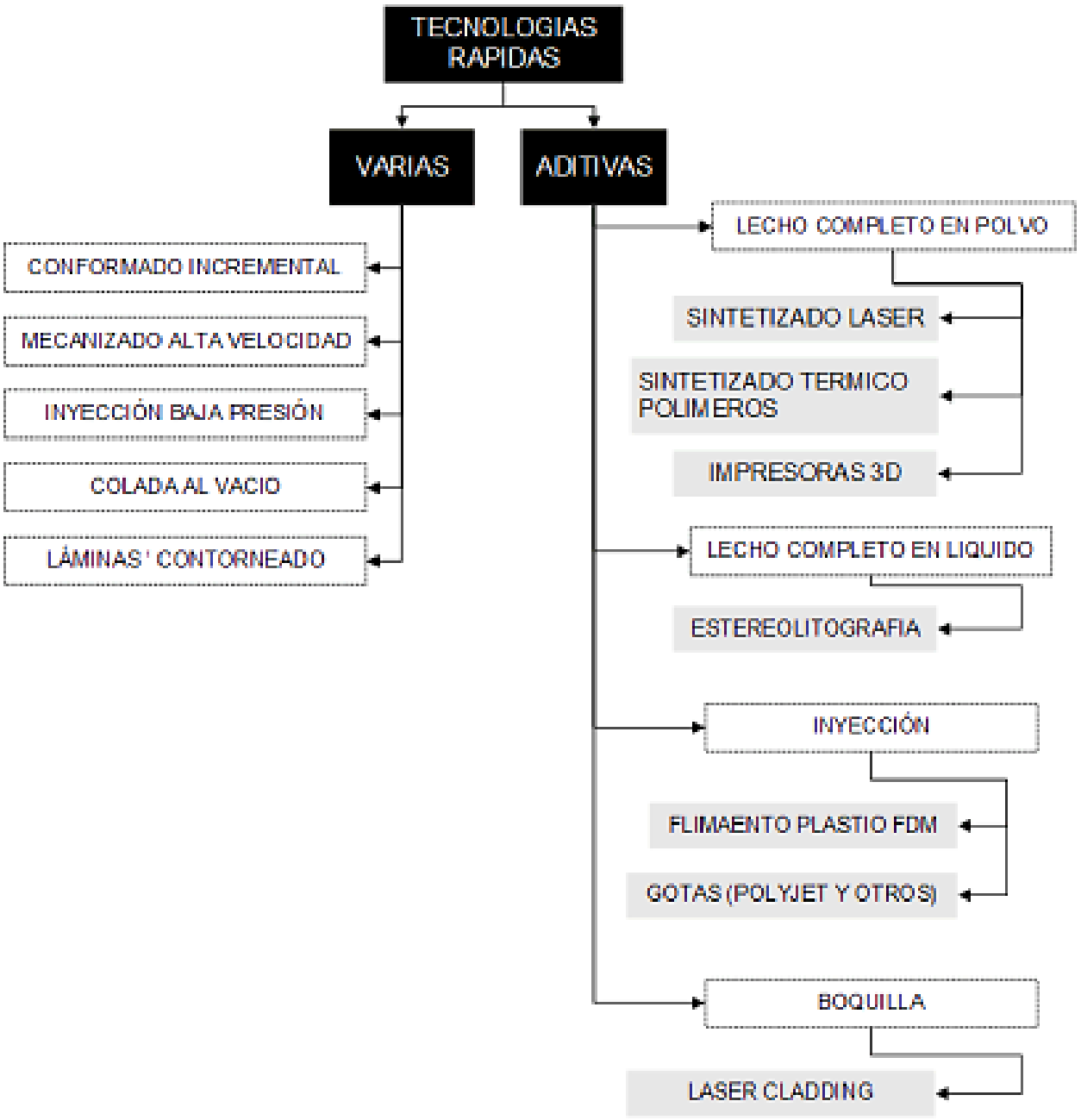


Ilustración 12: Tecnologías Rápidas

Existen, sin embargo, otras tecnologías de fabricación rápida de sólidos, que no están incluidas en el concepto de fabricación de solidos por adición de capas de material y no son objeto de estudio en este documento, como el mecanizado en alta velocidad (HSM -High Speed Machining) o deformación incremental de chapa (Dieless Forming), por poner unos ejemplos.

1.4.1.1.1.2 *Clasificación de las tecnologías de fabricación aditivas*

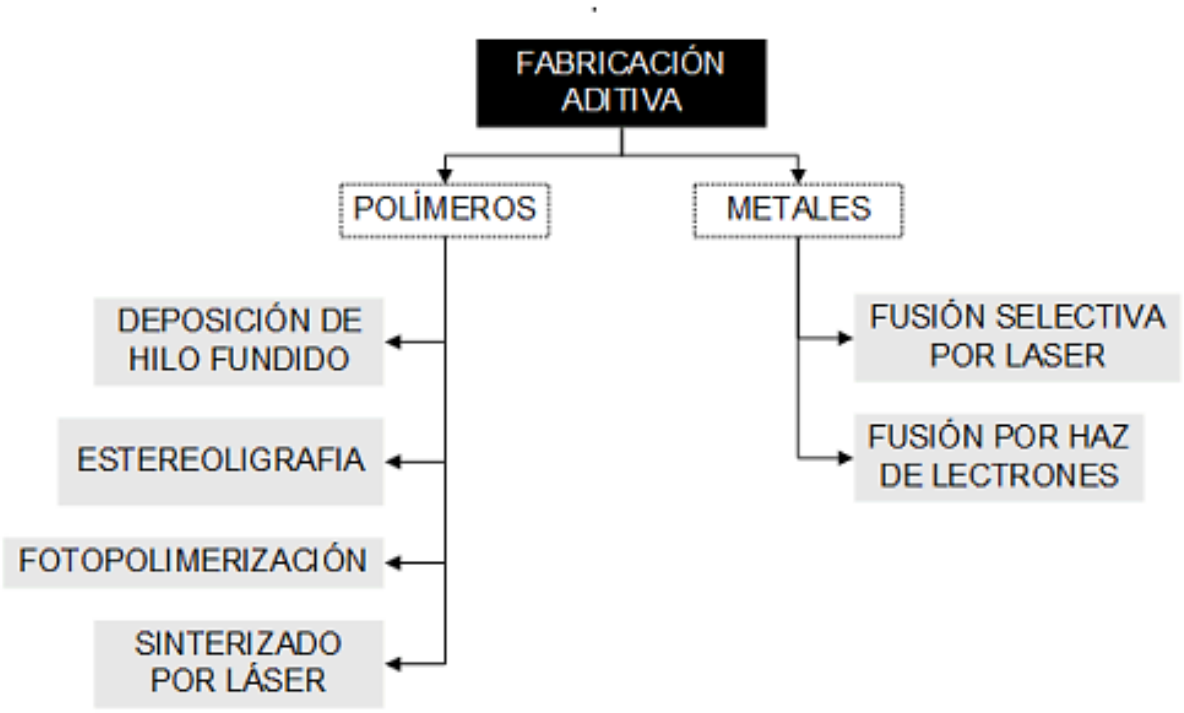


Ilustración 13 Clasificación de tecnologías de fabricación aditiva en función del tipo de material que procesa

1.4.1.1.2 Ventajas y retos de futuro de la fabricación de solidos por adición de capas de material (fabricación de solidos por adición de capas de material)

Las principales características que distinguen el proceso de fabricación de sólidos por adición de capas de material (fabricación de solidos por adición de capas de material) de cualquier otro proceso de fabricación industrial y que, como se verá posteriormente, le confieren enormes ventajas competitivas, se pueden resumir en dos y son las siguientes:

- **La complejidad geométrica que se debe conseguir no encarece el proceso:** Características como la esbeltez, un vaciado interior, canales internos, los espesores variables, las formas irregulares e incluso la reproducción de la naturaleza (persiguiendo ergonomía, aerodinámica, hidrodinámica, entre otros) son retos que los métodos convencionales (sustractivos y confirmativos) de fabricación de piezas no han resuelto más que con aproximaciones, ensamblajes o por medio de procesos de muy alto coste, y que para la fabricación de solidos por adición de capas de material son, en muchas ocasiones, propiedades muy poco relevantes a la hora de fabricar una pieza.

Ilustración 14: Ejemplo de piezas fabricadas con fabricación aditiva en metal y polímero

- **La personalización no encarece el proceso**: fabricación de solidos por adición de capas de material permite fabricar productos, sin penalizar el coste, independiente de si se tiene que fabricar un determinado número de piezas iguales o todas distintas, lo que facilita la personalización, que es una de las principales tendencias actuales en el desarrollo de productos de alto valor añadido; la personalización en masa es uno de los paradigmas que persigue la industria en países desarrollados y que se considera clave para su sostenibilidad.

Estas dos características se pueden traducir en ventajas en muchos sectores industriales, que hacen que la fabricación de solidos por adición de capas de material sea el proceso más competitivo para la fabricación de piezas en muchas aplicaciones. De hecho, permite materializar ejecuciones que son simplemente imposibles mediante cualquier tecnología de fabricación (sustractiva o aditiva) en diversas fases de la cadena de valor industrial:

- Desarrollo de nuevos productos (modelos conceptuales, prototipos).
- Obtención de útiles, patrones, moldes… en el proceso de industrialización y pre/series.
- Producción de productos finales.

1.4.1.1.2.1 *Ventajas asociadas a los productos*

Productos que requieren de una gran complejidad de forma: paradójicamente, mientras una geometría compleja suele suponer un aumento del coste si se siguen procesos convencionales (sustractivos o confirmativos), cuando se aplica la fabricación de solidos por adición de capas de material puede suponer incluso un abaratamiento o simplificación. Por ejemplo, es mucho más barato acometer el diseño con la compleja escalera helicoidal interior y el detalle de sillería en la superficie de la torre, que ejecutar una forma simplificada, maciza interiormente y lisa en el exterior.

Ilustración 15: Geometría interna compleja en la escalera helicoidal interna de una torre del tamaño de una moderna

Estas nuevas capacidades de ejecución geométrica habilitan un diseño que pueda jugar con distintas composiciones tridimensionales del material, a la hora de concebir un producto y no sólo por una cuestión estética, sino que a veces permite actuar sobre propiedades químicas, mecánicas o eléctricas y adaptar un comportamiento a las necesidades estrictamente necesarias y requeridas en cada caso (resistencia, capilaridad, aerodinámica, conductividad).

Estas posibilidades suponen un cambio radical en el proceso de diseño de los productos y permiten gran libertad creativa, así como la réplica exacta de modelos teóricos de ingeniería (análisis con elementos finitos, por ejemplo), sin las aproximaciones (más o menos ajustadas) que imponen los métodos sustractivos o confirmativos.

Esas limitaciones que se solían expresar con «el papel lo aguanta todo» se superan, gracias a la fabricación de solidos por adición de capas de material, y se pasa a sentenciar de manera muy genérica que «si lo puedes dibujar, se puede fabricar», siempre que las dimensiones de la pieza encajen en la máquina a emplear.

Productos aligerados: La complejidad geométrica tiene una aplicación especialmente destacable en la reducción del peso de un objeto, por medio de estructuras internas huecas o jugando con la densidad de los materiales, por ejemplo. Técnicas confirmativas como la fabricación por moldeo permiten obtener productos huecos, pero siempre con las limitaciones que impone el desmolde (extraer la pieza del molde, una vez solidificada), que en ocasiones impide obtener la pieza deseada o exige sofisticar el utillaje de forma que lo hace inviable técnica o económicamente.

Las técnicas de la fabricación de solidos por adición de capas de material superan todas estas restricciones y pueden llegar incluso a materializar gradientes de porosidad en un mismo material, aligerando solo aquellas partes del producto que el diseñador estima que estarán menos solicitadas. De nuevo se abren posibilidades nunca antes soñadas para concebir nuevas ideas y soluciones.

Productos multi material: En algunas tecnologías de la fabricación de solidos por adición de capas de material, además de jugar con la porosidad de un mismo material, como se ha explicado, la fabricación de solidos por adición de capas de material puede fabricar aportando simultáneamente varios materiales en un mismo sólido, para así seguir superan- do limitaciones actuales en la relación peso/resistencia mecánica o aportando funcionalidades nuevas o abaratando costes. Es cierto que también existen técnicas con- formativas de sobre/moldeo, que pueden unir varios materiales en una misma pieza, pero la distribución multi material en todo el volumen es mucho más limitada, y las zonas de interconexión suelen ser conflictivas por el distinto comportamiento (mecánico, térmico, dilatación, etc.) de ambos materiales.

Productos ergonómicos: Otra gran ventaja de la absoluta libertad geométrica que confiere la fabricación de solidos por adición de capas de material a sus productos es la adaptación de las formas a la biomecánica humana, de manera que los diseños alcancen una mejor interacción con el usuario sin necesariamente afectar los costes de fabricación. Además, por la característica previamente citada de la personalización, esa ergonomía en el diseño puede adaptarse no solo a unas tallas estándar, sino exactamente a las particularidades antropométricas de cada individuo.

Mecanismos integrados en una misma pieza: Al poder integrar distintas geometrías y materiales en un mismo sólido, la fabricación de solidos por adición de capas de material puede conseguir incluso que simultánea- mente se fabrique un eje y su cojinete, un rodamiento, un

muelle y su soporte, un tornillo sinfín y su corona; en definitiva, un mecanismo totalmente embebido en la pieza en la que debe trabajar, sin necesidad de armados y ajustes posteriores. Esta particularidad no se da en todas las tecnologías de fabricación de solidos por adición de capas de material y principalmente se puede conseguir en aquellas que no necesitan soporte para su fabricación.

Acceso a nuevos nichos de mercado: El avance de las técnicas de fabricación de solidos por adición de capas de material, cada vez más sofisticadas y precisas, unido a la imaginación de los diseñadores, ha permitido ir descubriendo (y más aún lo hará en el futuro) ya no solo nuevas soluciones a productos actuales, sino aplicaciones radicalmente nuevas e incluso modelos de negocio basados en estas tecnologías. Ejemplos destacables son la aparición de nuevos tejidos metálicos, un producto bidimensional, fruto de una técnica de fabricación tridimensional, o la producción controlada y personalizada de texturas, característica hasta ahora muy dependiente del proceso de fabricación (acabado del molde, tamaño de la herramienta).

1.4.1.1.2.2 *Ventajas asociadas a los procesos de ejecución*

Reducción del "Time to market" de nuevos diseños: La aplicación de fabricación de solidos por adición de capas de material a la producción rápida de prototipos ha permitido, ya hace años, reducir los errores de comunicación entre los distintos participantes en un nuevo diseño y acelerar su salida al mercado, así como reducir el riesgo de fracaso, aun cuando la fabricación en serie se ha seguido haciendo por métodos convencionales. Si se da un paso más, y se puede disponer de una técnica de fabricación para materializar el producto final, ya no como prototipo intermedio, se pueden reducir drástica- mente muchas de las fases actuales de lanzamiento y validación, así como flexibilizar su adaptación a las continuas demandas en cambio constante de dicho mercado.

Productos con series cortas: La fabricación permite reducir los lotes de fabricación, llegando incluso a la serie unitaria, sin apenas costes extras de fabricación, al prescindir de utillaje, lo que supone una ventaja absoluta respecto a métodos de fabricación sustractivos y/o conformativos. Así, la implantación de Lean Manufacturing, desarrollada por Toyota a mediados del siglo XX, lo facilita enormemente, permitiendo ganar en productividad global de la planta, gracias a la reducción drástica de inventarios, de operaciones sin valor añadido y de una logística interna simplificada.

Reduce errores de montaje y por lo tanto los costes asociados a ellos: La integración de componentes puede permitir la fabricación de una sola vez del producto acabado, evitando procesos de ensamblaje de componentes, reduciendo además posibles errores durante el ciclo completo de producción (control de inventarios, procesos intermedios de inspección, manipulaciones).

Reducción de costes de inversión en utillaje: La posibilidad de implementar un modelo de negocio donde el producto no esté ligado a utillajes supone no solo gran flexibilidad de adaptarse al mercado, sino que se consigue una reducción o eliminación de costes asociados (fabricación del utillaje, paradas por cambios de referencia, mantenimiento e inspección), y de muchos procesos intermedios. Adicionalmente, cuando no es viable prescindir de utillajes (caso de grandes lotes, por ejemplo), las técnicas de fabricación de solidos por adición de capas de material se pueden aplicar en la simplificación de la fabricación de moldes, troqueles, plantillas, con total libertad en el diseño, permitiendo, por ejemplo, canales de refrigeración embebidos, o la adaptación a geometrías complejas.

Procesos híbridos: Una opción que no se debe olvidar es combinar procesos de fabricación de solidos por adición de capas de material con procesos convencionales (sustractivos y/o conformativos), para aprovechar las ventajas de ambos. Por ejemplo, puede resultar muy conveniente combinar con tecnología de mecanizado por arranque de viruta (MAV). Así, se podría iniciar la fabricación de la pieza por tecnología fabricación de solidos por adición de capas de material, empleando únicamente la cantidad de material requerido, y aplicar MAV al final, para alcanzar una precisión determinada en el exterior. De esta manera se evita partir de un bloque de material a desbastar, que requiere mucho tiempo, desgaste de herramienta y alto consumo energético, pues la fabricación de solidos por adición de capas de material aproxima la geometría final (se denomina “Near Net Shape”) y el proceso de mecanizado se reduce a un simple acabado, reduciendo el coste total del proceso.

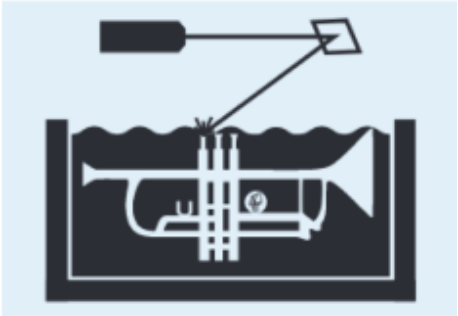
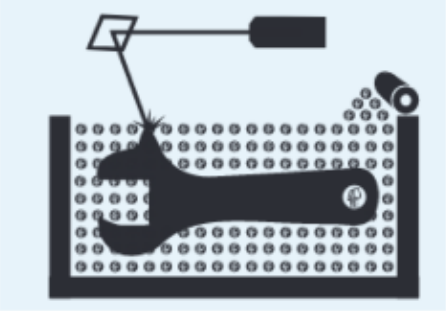
1.4.1.1.2.3 *Limitaciones y retos de futuro*

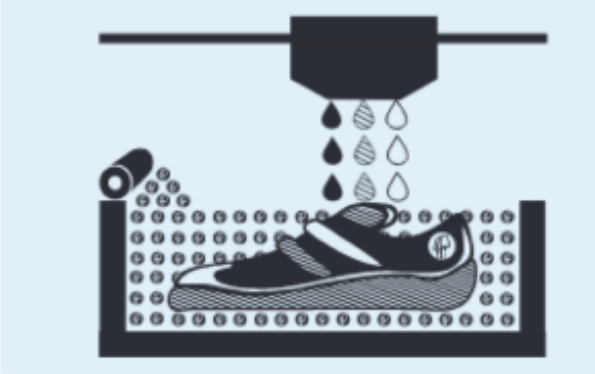
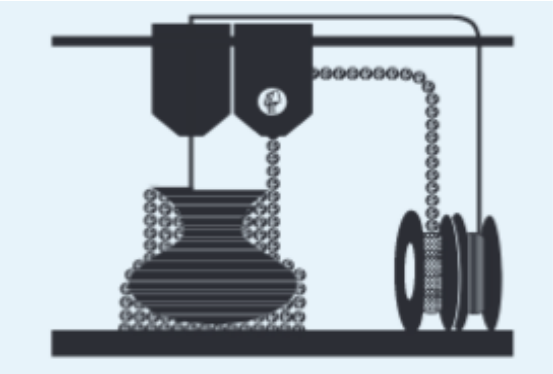
A pesar de los evidentes avances que puede aportar a la industria por sus indiscutibles ventajas, existen limitaciones que hacen que las tecnologías de fabricación de solidos por adición de capas de material no se hayan implantado aún de manera generalizada en muchos sectores.

Las limitaciones actuales son debidas, como se describe seguidamente, tanto a los propios procesos de la fabricación de solidos por adición de capas de material, que aún pueden ser mejorados, como a procesos periféricos o auxiliares (manipulaciones previas de material, pos proceso, control de calidad) que condicionan en muchos casos su viabilidad, e incluso al desconocimiento de cómo diseñar los productos o reorientar los negocios industriales para integrar de forma exitosa estas nuevas tecnologías.

1.4.1.1.3 Esquema de los tipos principales de Fabricación Digital

Tabla 1: Tipos Principales de Fabricación Digital

	
FOTOPOLIMERIZACIÓN	**FUSIÓN DE LECHO DE POLVO**
Nombres alternativos: SLA: Sistema de estereolitografía DLP: Procesamiento digital por luz	**Nombres alternativos:** SLS: Sinterización selectiva por láser. DMLS: Sinterización directa de metal por laser
Descripción: Un depósito liquido de resina foto polimérica es curada mediante exposición selectiva a la luz, lo cual inicia la polimerización y solidifica las áreas expuestas	**Descripción:** Materiales en polvo son selectivamente consolidados al fundirlos juntos usando una fuente de calor, como laser o rayo de electrones. El polvo no fundido que rodea la pieza consolidada actual como material de soporte para características adicionales.
Fortalezas: • Alto nivel de precisión y complejidad • Acabado superficial suave • Se acomoda a grandes áreas de fabricación	**Fortalezas:** • Alto nivel de complejidad • El polvo actual como material de soporte • Amplio rango de materiales

	
INYECCIÓN POR AGLUTINANTE (BINDER JETTING)	**EXTRUSIÓN DE MATERIAL**
Nombres alternativos: 3DP – Impresión 3D ExOne Voxeljet	**Nombres alternativos:** FF: Fabricación por filamento fundido FDM: Modelado por deposición fundida.
Descripción: Agentes líquidos de unión son selectivamente aplicados en pequeñas capas de material en polvo para construir piezas capa por capa. Los aglutinantes incluyen materiales orgánicos e inorgánicos. Las piezas metales o cerámicas son, por lo general, llevadas a un horno luego de ser impresas.	**Descripción:** El material es extruido a través de un cabezal para formar modelos de múltiples capas.
Fortalezas: • Permite impresión a color • Alta productividad • Amplio Rango de materiales	**Fortalezas:** • Poco costoso • Permite múltiples colores • Puede ser usado en ambiente de oficina • Las piezas tienen buenas propiedades estructurales

1.4.1.2 Fabricación sustractiva

Al contrario de las tecnologías de fabricación aditivas, los procesos de fabricación por tecnologías sustractivas comprenden “la eliminación paulatina de material de una pieza de trabajo hasta alcanzar el resultado final” (Kalpakjian & Schimd, 2008). Las técnicas sustractivas “parten de un bloque de materia prima que se va recortando según el diseño de la pieza”, para crear los objetos emplean materiales como madera, plywood, MDF, aluminio y acrílico (Del Doral, 2016); cuando se mezcla esta técnica de producción con herramientas digitales, se obtienen precisiones en la remoción y/ o de material superiores a las que podría obtenerse usando métodos convencionales (“Fab lab” Lima, s.f.).

Además, a diferencia de la impresión 3D que es aditiva, hay técnicas sustractivas, que parten de un bloque de materia prima que se va recortando. Las tecnologías sustractivas tienen aplicaciones en la arquitectura, decoración, acabados interiores, elementos en que se requiera cierto grado de complejidad en la geometría, grabados o que haya que repetir las formas muchas veces. Para crear los objetos se trabaja con materiales como madera, aluminio compuesto, acrílico, plywood y MDF.

Dentro de las tecnologías sustractivas están el router de control numérico (CNC, por sus siglas en inglés) y máquinas de corte por láser, plasma y agua.

En la FIM de la UTP también hay máquinas de control numérico, un centro de mecanizado para fresado CNC y un torno CNC. Una máquina de corte por agua, controlada por computadora, emite un chorro de alta presión que permite cortar espesores de metal muy grandes, con mucha precisión.

1.4.1.2.1 Tipos de Fabricación Sustractiva

Fabricación CNC

Una fresadora CNC o router es el equivalente de sustracción de la impresora 3D. Para el aficionado, el fresado es inferior a la impresión en numerosas maneras. El fresado provoca inherentemente residuos, y sin algún tipo de control de polvo, dichos residuos se lanzarán por toda la habitación.

El fresado es más peligroso, si bien es posible que una máquina de extrusión de plástico pueda sobrecalentarse e incendiarse, un router CNC no se salva de esto, además del peligro añadido que implica una cuchilla giratoria a 20,000 rpm enviando pedazos de sí misma, o incluso la pieza de trabajo, volando hacia ti.

Una fresadora o router es necesariamente más grande y más pesada que una impresora 3D y por lo tanto más cara y más difícil de mover. Se requiere un sistema de posicionamiento que pueda mantener la precisión cuando se enfrenta a resistencia, y motores suficientemente potentes para conducirlo.

La preparación del software también es más compleja para el fresado. Después de dibujar en un CAD o programa de modelado 3D el objeto que deseas hacer, es necesario generar las trayectorias de herramientas mediante fabricación asistida por computadora (CAM). Esto implica especificar las dimensiones y ubicación de la materia prima, las dimensiones y características de la fresa espiga (cortadora) y velocidades de los ejes y el cabezal. Las herramientas para hacer

esto tienden a ser complejas, y un poco desalentadoras para el usuario que lo hace por primera vez.

Desde la perspectiva del usuario, el fresado CNC es un proceso mucho más complejo que la impresión. Sin embargo, el fresado CNC tiene una ventaja significativa sobre la impresión en 3D: la tecnología es madura. Las impresoras 3D caseras están mejorando a un ritmo tremendo, pero, a menudo, hay todavía un montón de retoques y experimentación implicada en conseguir una buena impresión.

CNC al alcance de todos

El hacer fresado no significa que se tenga que renunciar a la auto replicación o a la fabricación de tu propia máquina. Patrick Hood Daniel, autor de “Build Your Own CNC Machine”, hizo un kit para construir desde cero una CNC capaz de hacer todas sus piezas a la medida, como la impresora 3D “RepRap”. El bastidor está hecho de madera contrachapada cortada a la medida. Todo lo demás es hardware estándar.

El ángulo de aluminio, pernos, y tornillos están disponibles en cualquier ferretería. Los husillos y tuercas “anti backlash”, probablemente tendrán que ser ordenadas por correo a “McMaster-Carr” o “Dumpster CNC”, pero se puede arreglar con menos piezas de ferretería en caso de apuro. Los motores paso a paso y los controladores son totalmente genéricos y están disponibles en muchos lados. El eje rotatorio es un router de madera ordinaria. Por ejemplo, el Porter-Cable 892.

En cuanto a las partes que necesitas, puedes mandarlas a hacer con algún servicio de fresado o adquirirlas en forma de kits que vende Patrick.

Corte/Mecanizado por láser

Esta tecnología se basa en la generación de un rayo láser de alta potencia que es dirigido contra la pieza mediante un sistema de espejos de alta precisión. La energía térmica generada por la radiación es suficiente para volatilizar el metal de una forma controlada y precisa. Esto hace que sea una alternativa a diferentes procesos de fabricación, algunos de los cuales se han mencionado aquí, como el corte de planchas de material, el taladrado de agujeros muy pequeños, la soldadura y el marcado de piezas. También se está aplicando al mecanizado de figuras mediante la erosión del material por capas para obtener la geometría y profundidad deseada. En este caso su aplicación suele ser en piezas pequeñas.

Una ventaja es la posibilidad de mecanizar casi todo tipo de materiales al margen de su dureza (aceros, cerámicas, metal duro, etc.). Además, el calentamiento de la pieza de trabajo se localiza solamente en las proximidades del corte, con lo que el resto no sufre ninguna alteración. El corte por láser deja las superficies con un acabado muy fino y produce una abertura estrecha similar a la que se produce en electroerosión por hilo.

En general, este método trabaja forzando un cierto caudal de agua altamente presurizado a través de un orificio de un diámetro muy pequeño (tobera), formando de esta forma un delgado chorro de altísima velocidad. Este chorro impacta el material con una gran fuerza en un área muy

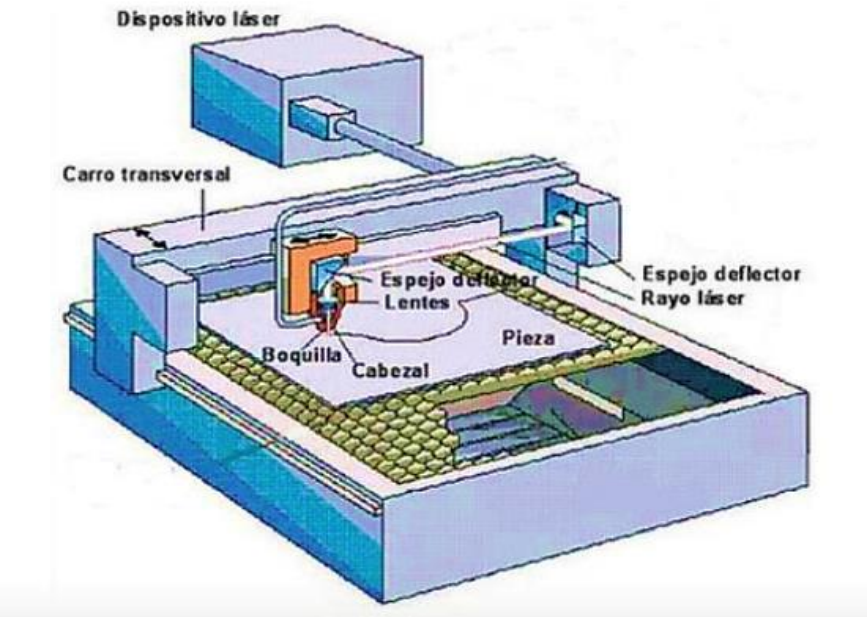


Ilustración 16: Maquina de corte laser y representación esquemática de la misma

reducida, lo que provoca pequeñas grietas que con la persistencia del impacto del chorro "erosiona" el material, por lo que se habla de "micro erosión".

Existen dos sistemas que emplean el principio antes descrito, el que emplea sólo agua y que es empleado para cortar todo tipo de materiales blandos, como, por ejemplo: madera, alimentos, plásticos, etc. Y el otro sistema de similares características pero que sólo difiere en el ingreso de un abrasivo al chorro, para permitir el corte de materiales duros como: aceros, titanio, aleaciones, etc.

Para obtener un chorro fino de agua se utiliza una pequeña abertura de boquilla con diámetro de 0.1 a 0.4 mm. Para proporcionar al chorro una energía suficiente para poder cortar, se usan presiones hasta de 400 MPa y el chorro alcanza velocidades hasta de 900 m/s. Una bomba hidráulica presuriza el fluido al nivel deseado. La unidad de boquilla consiste en un soporte hecho de acero inoxidable y una boquilla de zafiro, rubí o diamante. El diamante dura más, pero es el más costoso.

1.4.1.2.2 Aplicaciones

Como se ha podido comprobar en el apartado anterior, la cantidad de aplicaciones es infinita, pero si se analizan las más destacadas se podrían enumerar:

Industria aeroespacial: Mecanizado de chapas de aleaciones de aluminio de alta resistencia y aleaciones de titanio. Suele ser más económico que el fresado por necesitar sistemas de sujeción más sencillos.

Se utiliza para la preparación de superficies, como por ejemplo la limpieza de cascos de barcos y pintura automotriz.

Industria cerámica: Para el corte de materiales cerámicos donde el uso de herramientas de metal sufre un gran desgaste y el empleo de discos de diamante no permiten la obtención de contorneados complicados.

Industria de mecanizado: Se utilizar para el mecanizado de piezas de todo tipo, desde arandelas, a laminas.

1.4.1.2.3 Ventajas Y Desventajas

Ventajas

Algunas de las principales ventajas de este método por sobre los métodos convencionales son:

- Corte frío (no existe calor que pueda afectar al material).
- Es multi direccional (puede cortar en cualquier dirección).
- Perfora la mayoría de los materiales en el corte (sin necesidad de hacerlo previamente).
- No existe agrietamiento, ambientalmente amistosos.
- No existen: gases peligrosos, humos, radiaciones UV.
- Ahorro de material por ancho de corte reducido.

Desventajas

Las principales desventajas de este método, radican en que en algunos casos de materiales de grandes espesores y de gran dureza, el tiempo requerido para ser cortado puede ser muy largo y elevar en gran medida sus costos. Además, en grandes espesores la forma vertical “ideal” del corte tiende a distorsionarse, incrementado en ocasiones por una incorrecta velocidad de corte.

1.5 MARCO LEGAL

1.5.1 Aspectos legales de la Impresión 3D

Con la llegada de la Impresión 3D y la fabricación aditiva, hemos podido ver un crecimiento exponencial de esta tecnología. Actualmente se puede fabricar en impresión 3D muchos tipos de piezas, desde prótesis, piezas para robots, prototipos y piezas aeronáuticas, hasta ropa, zapatos e incluso comida y armas de fuego. Aprender y formarse en esta tecnología no está exento de comprender las implicaciones legales de lo que se puede o no se puede fabricar.

Con la expansión de la fabricación 3D hay cuestiones legales que afectan a la utilización de las impresoras 3d y hay que adaptarlas mediante una normativa que regule esta tecnología con tanto potencial. Temas como el derecho a la propiedad intelectual, a la propiedad industrial, el derecho a la imagen y protección de datos y la asunción de responsabilidad por productos defectuosos o peligrosos son las bases que hay que tener en cuenta de la Impresión 3D desde un punto de vista legal.

El empleo de la impresión 3D tiene sus bases legales en aspectos que suscitan en ámbitos de propiedad intelectual e industrial, por lo que es necesario que se consideren en este estudio con el propósito de sustentar toda nuestra información, y saber que la impresión digital no es algo que cualquier persona o empresa puede usar con libre albedrío para su propio beneficio sino más bien con el debido conocimiento de sus autores, por tanto, se hace mención de estos ámbitos a continuación:

1.5.1.1 Ámbito Intelectual

La fabricación digital podría incidir significativamente en la propiedad intelectual, pues los objetos descritos en un archivo digital podrían ser mucho más fáciles de copiar, distribuir y piratear. Podría ocurrir lo mismo que ocurre con el sector musical y cinematográfico, donde se desarrollan nuevos modelos de carácter no comercial y hay cada vez más tensión entre los obstáculos a la innovación y el estímulo de la piratería.

Hoy en día con los avances tecnológicos, la descarga de archivos no es algo que se limite a pocas personas, pero si está a merced de todo aquel que quiere algo fácil y sin ningún costo, descargar archivos tales como música, canciones, libros electrónicos, acceder a archivos que contienen diseños tridimensionales pero la descarga de modelos 3D sin la previa autorización del titular de los derechos de propiedad intelectual, es ilegal. Por tanto, el usuario que cambie, transforme o imprima un diseño en contra de la voluntad de su autor estará cometiendo un acto ilegal.

Creación de modelos 3D

Todo usuario que cree modelos tridimensionales con programas para tal fin. Las creaciones realizadas por un usuario confieren a éste todos los derechos de propiedad intelectual sobre sus obras.

Canon digital por las copias privadas

Gracias a las impresoras 3D, el usuario que adquiera lícitamente un objeto con propiedad intelectual podrá hacer un número limitado de copias de éste. La Ley se lo permite, con una

condición: que pague una remuneración equitativa al autor por la copia privada que haga. Esta remuneración es conocida por la sociedad como “canon digital”.

1.5.1.2 Ámbito Industrial

Patentes

Las impresoras 3D son capaces de imprimir objetos registrados como patentes; es decir, piezas de maquinaria, utensilios y otros elementos útiles cuyo monopolio de explotación ha comprado una persona o empresa. Toda persona titular de una patente, tiene la potestad, pero por tiempo limitado para ser el único que puede fabricar el objeto, pero si un usuario hace uso de dicha patente sin el consentimiento del titular, estará vulnerando la patente, por lo que dicha impresión será ilegal.

Diseño Industrial

Un molde o plano tridimensional novedoso y singular puede ser objeto de protección de un diseño industrial. Esta protección opera de forma similar a como lo hace la patente, por lo que su impresión o fabricación privada también podría ser ilegal.

Marca Tridimensional

Poseen similar validez que las patentes, por tanto, toda impresión de objetos que tenga similitud con impresiones 3D, se les puede considerar como ilegales. La marca tridimensional es aquella que se corresponde con cuerpos representados en 3 dimensiones, como envases, envoltorios, botellas, cajas o, incluso, la forma de un producto, siempre y cuando distinga el producto y no corresponda a una forma usual en el mercado.

Normas y certificación

Suele admitirse que la falta de normas ha limitado el uso de la fabricación digital en sectores industriales clave, como, por ejemplo, el aeroespacial y el médico/odontológico. La existencia de normas ayudará a aumentar el uso de tecnologías y ofrecerá grandes oportunidades de investigación y desarrollo. Los mercados profesionales a menudo solicitan y exigen certificados, lo que dificulta mucho el uso de nuevas tecnologías. Los obstáculos al uso generalizado de la fabricación aditiva son tanto de carácter técnico como legislativo. Por lo tanto, una mayor participación del sector en los grupos de trabajo de la ASTM F42, la BSI y la ISO es fundamental para el futuro desarrollo de estas tecnologías.

1.5.2 Disponibilidad legal de los sistemas automotrices

Es importante antes de empezar a realizar un estudio técnico para la reproducción de partes y repuestos automotrices, identificar cuáles de estos son legalmente factibles para realizar dicha reproducción y así poder visualizar a que elementos someter a este estudio técnico.

Antes de poder realizar dicho desglose, es necesario recapitular que sistemas automotrices se identificaron con mayor demanda en materia de refracciones o con mayor confiabilidad de parte de los usuarios para la reproducción por medio de la fabricación digital.

Dichos sistemas son los siguientes:

- Sistema de transmisión
- Sistema de motor
- Sistema de suspensión
- Carrocería

La identificación de la factibilidad legal de la reproducción de las partes o repuestos que componente lo sistemas automotrices anteriormente mencionados se remite a la vigencia de las patentes que conciernen a dichas partes o repuestos.

Para dicho proceso, se acudió a diferentes entidades como lo son la entidad oficial encargada de proveer información por medio de sistemas registrales, catastrales, cartógrafos y geográficos, la cual es el Centro Nacional de Registros (CNR) y se buscó la colaboración de la Comisión Nacional de la Micro y Pequeña (CONAMYPE) por medio de su unidad legal.

En el CNR, brinda la información, que en El Salvador, las patentes automovilísticas son casi inexistentes, dado a la escasa capacidad del país en realizar la reproducción en serie, dado esto las compañías automovilistas de mayor circulación en el país como lo son KIA, TOYOTA, NISSAN, HYUNDAI, etc. no realizan el registro de piezas o repuestos de su propiedad en el país, sino que lo realizan en países donde existe la capacidad de reproducir dichas piezas o repuestos dado que estos generan un peligro para su propiedad intelectual, lo cual sucede en países como México, Estados Unidos y Brasil, lo cuales a nivel latinoamericano poseen una industria automovilista de mucho superior a la que posee nuestro país.

Dado lo anterior fue inviable la obtención de patentes automotrices que rigen nuestro país.

Lo cual se optó por seguir el lineamiento del cual la entidad del CNR, dio a conocer, que, dentro de la industria automotriz, y por el enfoque del estudio, las piezas entrarían en la categoría de Modelo de Utilidad, los cuales poseen una vigencia de 10 años, sin prórroga.

Dado lo anterior y el respaldo de la entidad CNR, el análisis técnico se enfocará en aquellas piezas o repuestos que posean una antigüedad mínima de 10 años, los cuales se pueden reproducir sin caer en ilegalidades.

Lo cual es beneficioso, dado que, si recapitulamos en los resultados del estudio de campo, donde se obtuvo que un porcentaje mayor del 50% del parque vehicular, consiste en automóviles con un mínimo de 10 años de antigüedad.

CAPITULO II: PLANEACIÓN Y DISEÑO DEL DIAGNOSTICO

2 PLANEACIÓN Y DISEÑO DEL DIAGNOSTICO

2.1 Metodología General de Planeación y diseño del diagnostico

A continuación, se presenta la descripción de la metodología utilizada en “Planeación y diseño del diagnóstico”:

Tipos de estudio

Según el nivel de conocimiento científico (observación, descripción, explicación) al que espera llegar el investigador, se debe formular el tipo de estudio, es decir de acuerdo al tipo de información que espera obtener, así como el nivel de análisis que deberá realizar para este estudio, se ha planteado bajo los siguientes tipos:

Exploratorios o formularios

El primer nivel de conocimiento científico sobre un problema de investigación se logra a través de estudios de tipo exploratorio; tienen por objetivo, la formulación de un problema para posibilitar una investigación más precisa o el desarrollo de una hipótesis. Permite al investigador formular hipótesis, debe responder a algunas preguntas:

Descriptivos

Sirven para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente por medio de la medición de uno o más de sus atributos.

El conocimiento dará más profundidad que el exploratorio, el propósito de este es la delimitación de los hechos que conforman el problema de investigación, como:

- Establecer las características demográficas de las unidades investigadas (número de población, distribución por edades, nivel de educación, etc.).
- Identificar formas de conducta, actitudes de las personas que se encuentran en el universo de investigación (comportamientos sociales, preferencias, etc.)
- Establecer comportamientos concretos.
- Descubrir y comprobar la posible asociación de las variables de investigación.

Identifica características del universo de investigación, señala formas de conducta y actitudes del universo investigado, establece comportamientos concretos y descubre y comprueba la asociación entre variables de investigación. De acuerdo con los objetivos planteados, el investigador señala el tipo de descripción que se propone realizar. Acude a técnicas específicas en la recolección de información, como la observación, las entrevistas y los cuestionarios. La mayoría de las veces se utiliza el muestreo para la recolección de información, la cual es sometida a un proceso de codificación, tabulación y análisis estadístico.

Estos estudios describen la frecuencia y las características más importantes de un problema. Para hacer estudios descriptivos hay que tener en cuenta dos elementos fundamentales: Muestra, e Instrumento

Debe responder algunas interrogantes:

- ¿Se propone identificar elementos y características del problema de investigación?
- ¿Busca hacer una caracterización de hechos o situaciones por los cuales se identifica su problema de investigación?
- ¿Espera que los resultados de su investigación sean base para la formulación de nuevas hipótesis a partir de las cuales se inicia un conocimiento explicativo?

2.1.1 Determinación de la Obtención de Información

Se determina la situación actual de la fabricación digital en el país, identificando las entidades y personas de interés para realizar las entrevistas, así como el modelo de entrevista que se empleara.

Necesidades y fuentes de información

Existen dos tipos de fuentes de información: las fuentes primarias, que consisten básicamente en investigación de campo por medio de encuestas, y las fuentes secundarias, que se integran con toda la información escrita existente sobre el tema, ya sea en estadísticas gubernamentales (fuentes secundarias ajenas a la empresa) y estadísticas de la propia empresa (fuentes secundarias provenientes de la empresa). El investigador debe saber exactamente cuál es la información que existe y con esa base decidir dónde realizará la investigación.

Elaboración y construcción de los instrumentos

De acuerdo con lo que se pretenda investigar, se deben seleccionar los instrumentos para la recogida de datos.

Esta fase del proceso debe realizarse con cierta anticipación, para asegurarse de que los instrumentos serán los adecuados para obtener la información deseada.

Análisis y registro de datos

En esta fase se procesará la información obtenida durante la aplicación de los instrumentos. Por lo general, en una investigación descriptiva se pueden establecer los siguientes tipos de relación según sea la necesidad:

- Para caracterizar un evento, saber quiénes poseen una característica y quienes otra, precisar cuando el evento aparece o cuando no, o cuánto dura; relaciones de identidad
- Para describir procesos: relaciones de secuencialidad
- Para hacer Clasificaciones: relaciones de inclusión
- Para describir eventos complejos conformados por conjuntos de eventos más sencillos, relaciones de unión. Si se trata de caracterizar hechos o situaciones puede ser necesario utilizar relaciones de contingencia.

2.1.2 Decodificación y categorización de la información

En este momento del proceso, los datos percibidos se transcriben en algún formato y se organizan según su importancia o su significado. De este modo, será más fácil procesar la información cuando se trata de cantidades grandes o de categorías distintas que podrían confundirse.

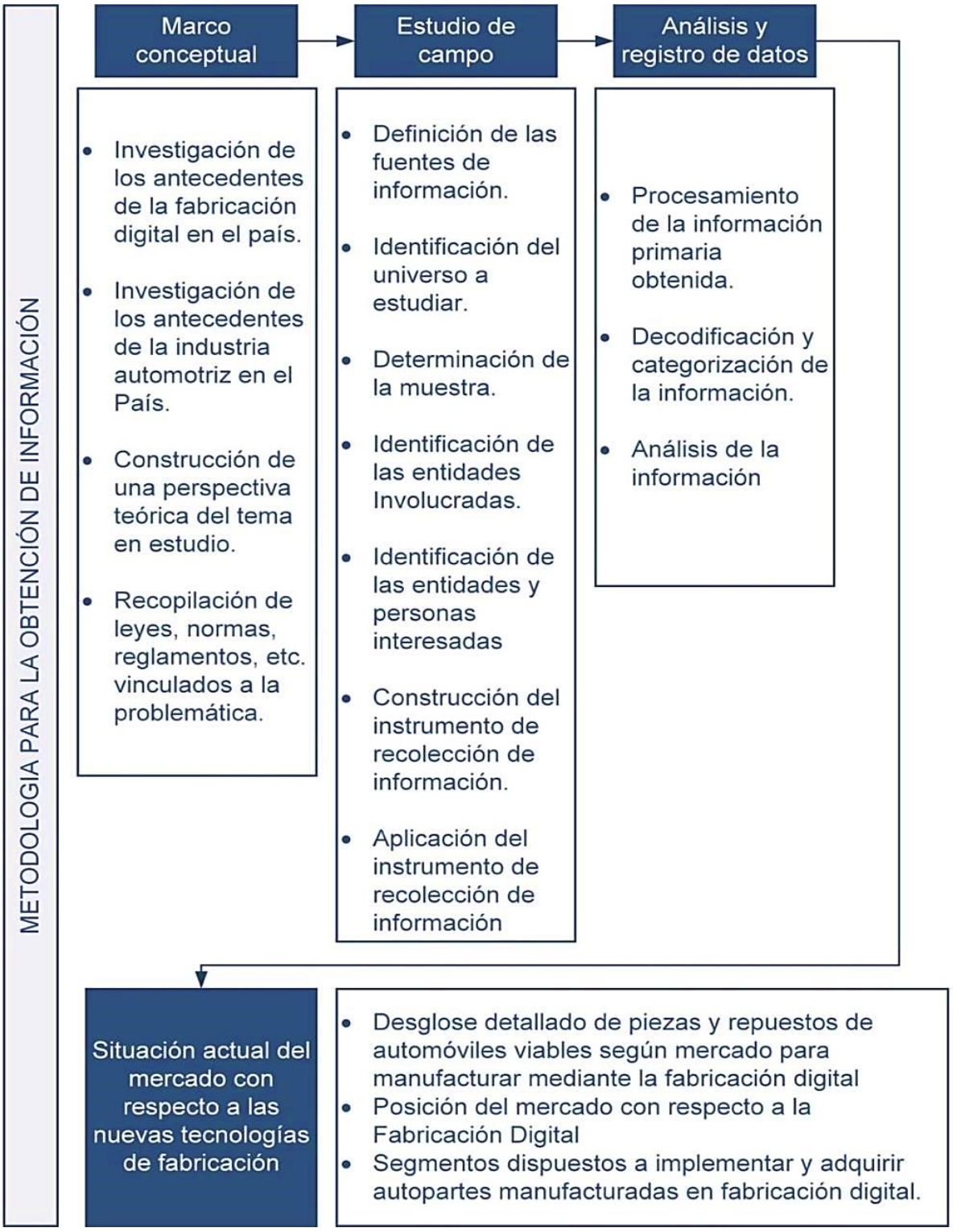


Tabla 2: Metodología Para la Obtención de Información

2.2 Diseño del Diagnostico

2.2.1 Determinación de la Población y Muestra

Tipo de Investigación

Para la recolección de la información se llevó a cabo una investigación de tipo descriptiva, donde se identificarán diferentes características dentro de la industria automotriz, para finalmente realizar un análisis tanto sobre la situación actual como el nivel de aceptación que puede obtener esta tecnología, así como identificar cuáles son los sistemas automotrices que requieren de repuestos o piezas con mayor frecuencia.

Plan de muestreo

Para la determinación de la muestra de las empresas que dentro de sus actividades se vean involucrado la utilización de repuestos y/o piezas automotrices, la utilización de la fabricación digital o la divulgación de la utilización de la misma, es necesario realizar una estratificación a partir de todas las empresas dedicadas a dicho sector, dado que realizar un plan de muestreo con el 100% de la población no resulta factible dado el grado de dificultad que este posee

Para realizar el plan de muestreo, se debe de identificar el marcado objetivo, es decir el mercado que brinde la información que es de interés, para conocer los aspectos relevantes para el estudio.

Por lo cual se pretende obtener la muestra, a través de la representatividad de la población de interés en el estudio, para este caso todas aquellas empresas relacionadas que sus actividades tengan relación con piezas y repuestos automotrices, la utilización de fabricación digital o la divulgación de la utilización de la misma.

Para lo cual el plan de muestreo, nos dará las primeras bases, para la toma de estrategias más adecuadas, y aminorar los desvíos en cuanto a los errores que pueden tener influencia, en la clase de estudio que se está desarrollando.

Basándonos en los resultados obtenidos, se podrá determinar aquellas características que son de interés, y descartar aquellas que no posean valor para nuestro estudio.

Para la obtención de resultados y datos confiables en el plan de muestreo se establecen las siguientes condiciones:

- Establecer la metodóloga más adecuada, para la selección de las muestras más representativas de cada uno de los universos que estén relacionado con el tema de interés de este estudio.
- Definir los perfiles de cada una de las entidades que formarán parte de los universos de interés.
- Evaluar que se cuentan con todas las herramientas necesarias para la obtención de la muestra de cada uno de los universos a estudiar.

2.2.1.1 Identificación de la población

El establecimiento de las características y especificaciones, es requerimiento tener el propósito del estudio, así como los objetivos de este mismo.

La población objetivo, se debe contar con los parámetros o exclusiones de aquellas características que no son de interés o que puedan ser utilizadas para el estrato de la segmentación que se desea realizar, en base a las entidades relacionadas con el sector automotriz, así como las entidades relacionadas con la fabricación digital que son los puntos de interés del estudio

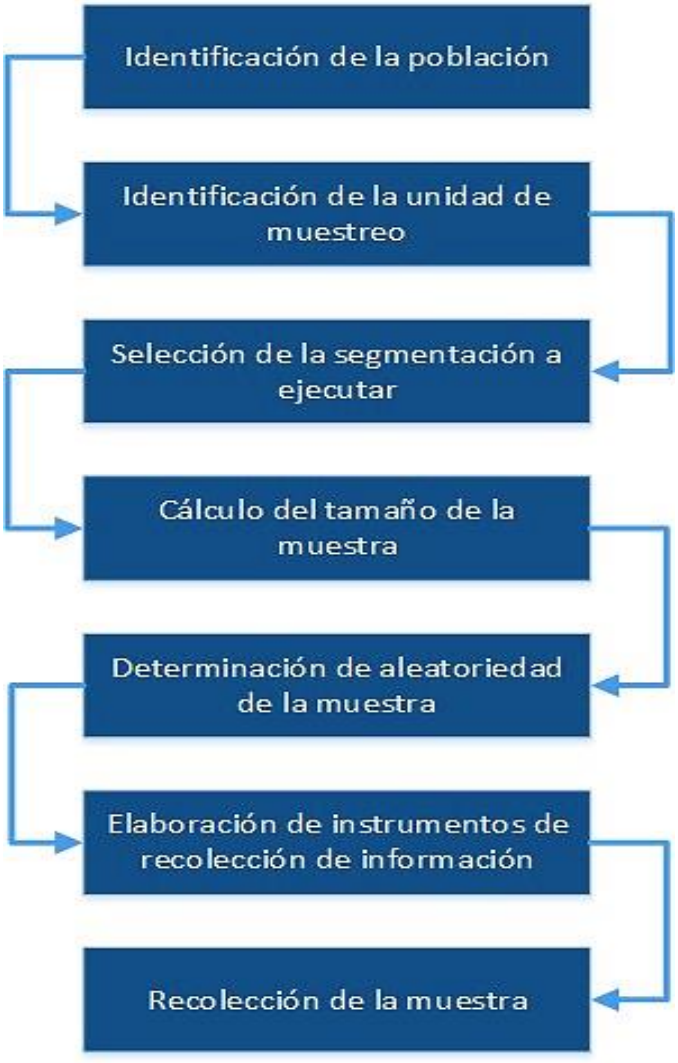


Ilustración 17: Metodología para la elaboración de plan de Muestreo y Recolección

2.2.1.1.1 Zona geográfica

La zona geográfica se eligió según donde se ubica el mayor porcentaje del parque vehicular de El Salvador.

Tabla 3 Distribución departamental vehicular, abril 2019

Departamento	Cantidad de vehículos inscritos	Porcentaje
San Salvador	480334	38%
La Libertad	168786	14%
Santa Ana	104489	8%
San Miguel	95401	8%
Sonsonate	61450	5%
Usulután	55201	4%
La Paz	45272	4%
Ahuachapán	43571	3%
Cuscatlán	40872	3%
La Unión	40000	3%
Chalatenango	38598	3%
Morazán	26070	2%
Cabañas	23983	2%
San Vicente	23695	2%
Total	**1247722**	**100%** [2]

Como se puede apreciar en la anterior tabla, el 52% de vehículos inscritos en el país, se ubican los departamentos de San Salvador y La libertad.

Ahora conociendo la distribución del parque vehicular, el estudio se dirigirá a estas zonas, dado que en ellas se ubica más del 50% del total de vehículos, lo cual también indica que las entidades relacionadas con el sector automotriz, se ubican en las mismas zonas anteriormente mencionadas.

[2] Tabla obtenida del sitio Web del Viceministro de Transporte http://www.vmt.gob.sv/

2.2.1.1.2 Mercado (mercado meta, mercado objetivo o target)

Cuando hablamos de mercado meta, nos referimos al "Segmento particular de una población total en el que el detallista enfoca su pericia de comercialización para satisfacer ese sub mercado, con la finalidad de lograr una determinada utilidad", (American Marketing Association). [3]

Conociendo la definición de mercado meta, es necesario tener presente que para definir este mismo, se debe satisfacer ciertos requerimientos para determinarlo, los cuales se establecen a continuación:

- El mercado no debe alejarse de los objetivos establecidos del estudio.
- Debe guardar concordancia con los objetivos a alcanzar en el diagnóstico de mercado

2.2.1.1.2.1 *Identificación de la unidad de muestreo*

Cada estudio tiene un tamaño muestral idóneo, que permite comprobar lo que se pretende con una seguridad aceptable y el mínimo esfuerzo posible. Para el cálculo del tamaño muestral en cada tipo de estudio existe una formula estadística apropiada.

Se basan en el error estándar, que mide el intervalo de confianza de cada parámetro que se analiza (media aritmética, porcentaje, diferencia de medias, etc.). Sí la precisión estadística aumenta (el error estándar disminuye) cuando el tamaño muestral crece. Por lo que se requiere identificar claramente la unidad de muestreo. [4]

La unidad de muestreo serán aquellas entidades o empresas textiles, que dentro de su proceso productivo comprenda

2.2.1.1.2.2 *Descripción de los excluidos*

Se debe tener claro porque se descartarán algunas entidades, y las razones de ello se mencionan a continuación:

- Se excluirá todas aquellas entidades que no estén relacionadas con ninguna de las ramas que comprende el estudio.
- No se tomarán en consideración las micro – empresas por no cumplir con una producción industrializada o por no poseer una estructura organizativa definida, dado a su bajo volumen de producción o comercialización, dado que la información que pueden proveer no se considera de todo fidedigna.
- Aquellas entidades que desconozcan en su totalidad los conceptos básicos de fabricación digital, dado que ellos no podrán brindar datos relevantes al estudio.

2.2.1.2 Selección de la segmentación a ejecutarse

Dada la importancia que tiene, poder identificar correctamente los grupos relacionados con la investigación y poder determinar qué tipo de relación tienen estos, se optó por seguir la siguiente metodología:

[3] https://www.ama.org/
[4] https://bookdown.org/dietrichson/metodos-cuantitativos/el-error-estandar-y-su-interpretacion.html

2.2.1.2.1 Identificación de los grupos de interés

La identificación y evaluación de los grupos de interés (conocidos también como actores sociales o partes interesadas) de la investigación es un paso clave en la preparación de una sólida planificación de la recolección de información de estos grupos de interés. Y por una buena razón: la capacidad de identificar quien tiene realmente más influencia y quien menos, puede causar pérdidas significativas de tiempo y dinero.
Para poder identificar correctamente los grupos de interés, los haremos desde diferentes puntos de vista, como lo son:

- Difusión del conocimiento
- Producción
- Comercio
- Económico

Para los cuales utilizaremos la técnica de matriz de involucrados para determinar la relevancia de cada universo, desde todos los diferentes puntos de vista anteriormente planteados.

Ilustración 18: Fases de Identificación del Grupo de Interés

2.2.1.2.1.1 *Desde el punto de difusión de conocimiento*

Desde este punto de vista se toman en cuenta aquellas entidades, que tienen un interés de dar a conocer cómo utilizar esta tecnología en el sector automotriz, así como capacitar o formar un recurso humano para la utilización de este tipo de fabricación.

Dentro de los cuales encontramos los siguientes:

Tabla 4: Grupos de interés (difusión de conocimiento)

INVOLUCRADOS	INTERES
Universidades	Mostrarían un apoyo a la iniciativa dado que se crean nuevas especialidades, donde estas entidades pueden incurrir en fortalecer las carreras que pueden estar involucradas en esta área.

INVOLUCRADOS	INTERES
Centros de formación Técnica	Demuestran apoyo dada la apertura a nuevas técnicas de fabricación, donde ellos pueden ofrecer una formación técnica para capacitar personal necesario para las actuales empresas.
Centros de formación Profesional	Su interés se ve reflejado en que la difusión del uso de esta nueva tecnología de fabricación, requerirá que los profesionales deban actualizarse en esta área, donde estas entidades pueden ser un apoyo.
Centros de desarrollo para Micro empresarios	Su inclinación es más hacia la innovación que necesitaran los micro empresarios para lograr una competitividad dentro de este sector.

2.2.1.2.1.1.1 *Evaluación de la relación de involucrados con el estudio*

En este apartado se establecerán la posición de cada uno de los involucrados, el poder de estos con respecto al estudio y que interés representan estos involucrados.

El apartado de **POSICIÓN**, se refiere a si l involucrado está a favor o en contra del estudio. Se utilizará un signo" +" para indicar que apoya; y un signo "- "para indicar que se opone.

El apartado de **PODER** o **FUERZA**, se refiere al poder que tiene este involucrado para influir sobre el estudio, si quisiera. Ese poder puede provenir de la jerarquía del propio grupo, de los recursos que maneje o de la posición de una persona. También puede ser más informal: producto de liderazgos carismáticos, relaciones políticas, etc.

La columna de **INTERES**, se refiere a como se estima que utilizara su Poder esté involucrado en relación con el estudio. Es el grado de interés que este actor tiene en el proyecto (sea a favor o en contra).

Se asignará el valor a cada involucrado según la siguiente escala:

POSICIÓN: Signo "+" si está a favor; signo "- "si está en contra y se escribirá NEUTRO, cuando la postura del involucrado sea indiferente.

PODER: 5 Muy alto; 4: Alto; 3: Medio; 2: Bajo; 1: Muy bajo.

INTERÉS: 5 Muy alto; 4: Alto; 3: Medio; 2: Bajo; 1: Muy bajo.

Tabla 5 Valoración de grupos de Interés, difusión de conocimiento

INVOLUCRADOS	POSICIÓN	PODER	INTERÉS
Universidades	+	5	4
Centros de formación Técnica	+	4	4
Centros de formación Profesional	+	4	3
Centros de desarrollo para Micro empresarios	+	3	3

Con los niveles de interés y de poder identificados, procedemos a colocar el posicionamiento de los involucrados

2.2.1.2.1.1.2 *Posicionamiento de los involucrados en la difusión de conocimientos*

Para identificar rápidamente quienes son los involucrados más significativos (los de mayor importancia), multiplicamos el PODER x INTERÉS y, a mayor valor, mayor relevancia del involucrado para el estudio.

Tabla 6: Selección de grupos de interés, Difusión de conocimientos

INVOLUCRADOS	RELEVANCIA
Universidades	20
Centros de formación Técnica	16
Centros de formación Profesional	12
Centros de desarrollo para Micro empresarios	9

Los universos con mayor relevancia para el estudio, dentro del punto de vista de la difusión del conocimiento son: **Universidades y Centros de formación técnica**.

2.2.1.2.1.2 *Desde el punto de vista de producción.*

Desde este punto de vista se toman en cuenta aquellas entidades, que tienen un interés de dar a conocer cómo utilizar esta tecnología en el sector automotriz, así como capacitar o formar un recurso humano para la utilización de este tipo de fabricación.

Dentro de los cuales encontramos los siguientes:

Tabla 7 Grupos de Interés, punto de vista de producción

INVOLUCRADOS	INTERES
Entidades dedicadas a la Elaboración de repuestos	Su interés se refleja en la necesidad de innovar de manera que su nivel de competitividad contra las importaciones de repuestos y piezas.
Entidades dedicadas a la reparación de automóviles	Su interés se refleja en la necesidad de reducir los tiempos de reparación de vehículos vinculado a los tiempos de obtención de repuestos.
Empresas dedicadas a la reparación de repuestos y piezas	Existe un posible desacuerdo, provocado por el desconocimiento de estas maneras de elaboración de repuestos y piezas.
Laboratorios de fabricación digital	Muestran un interés favorable dado, que abre un nuevo segmento de mercado para estas entidades.

2.2.1.2.1.2.1 *Evaluación de la relación de involucrados con el estudio*

En este apartado se establecerán la posición de cada uno de los involucrados, el poder de estos con respecto al estudio y que interés representan estos involucrados.

El apartado de **POSICIÓN**, se refiere a si l involucrado está a favor o en contra del estudio. Se utilizará un signo" +" para indicar que apoya; y un signo "- "para indicar que se opone.

El apartado de **PODER o FUERZA**, se refiere al poder que tiene este involucrado para influir sobre el estudio, si quisiera. Ese poder puede provenir de la jerarquía del propio grupo, de los recursos que maneje o de la posición de una persona. También puede ser más informal: producto de liderazgos carismáticos, relaciones políticas, etc.

La columna de **INTERES**, se refiere a como se estima que utilizara su Poder esté involucrado en relación con el estudio. Es el grado de interés que este actor tiene en el proyecto (sea a favor o en contra).

Se asignará el valor a cada involucrado según la siguiente escala:

POSICIÓN: Signo “+” si está a favor; signo “- “si está en contra y se escribirá NEUTRO, cuando la postura del involucrado sea indiferente.

PODER: 5 Muy alto; 4: Alto; 3: Medio; 2: Bajo; 1: Muy bajo.

INTERÉS: 5 Muy alto; 4: Alto; 3: Medio; 2: Bajo; 1: Muy bajo

Tabla 8: Valoración de grupos de Interés Punto de vista de producción

INVOLUCRADOS	POSICIÓN	PODER	INTERÉS
Entidades dedicadas a la Elaboración de repuestos	+	4	5
Entidades dedicadas a la reparación de automóviles	+	3	3
Empresas dedicadas a la reparación de repuestos y piezas	-	4	2
Laboratorios de fabricación digital	+	4	4

Con los niveles de interés y de poder identificados, procedemos a colocar el posicionamiento de los involucrados.

2.2.1.2.1.2.2 *Posicionamiento de los involucrados en desde el punto de vista de la producción*

Para identificar rápidamente quienes son los involucrados más significativos (los de mayor importancia), multiplicamos el PODER x INTERÉS y, a mayor valor, mayor relevancia del involucrado para el estudio.

Tabla 9: Selección de grupo de Interés, punto de vista de producción

INVOLUCRADOS	RELEVANCIA
Entidades dedicadas a la Elaboración de repuestos	20
Laboratorios de Fabricación Digital	16
Entidades dedicadas a la reparación de automóviles	9
Empresas dedicadas a la reparación de repuestos y piezas	8

El universo con mayor relevancia para el estudio, dentro del punto de vista de la difusión del conocimiento son**: Entidades dedicadas a la elaboración de repuestos y Laboratorios de Fabricación Digital.**

2.2.1.2.1.3 *Desde el punto de vista de comercialización*

Desde este punto de vista se toman en cuenta aquellas entidades, que muestran un interés económico en la elaboración de repuestos y piezas automotriz por medio de la fabricación digital, como puede ser en la comercialización de los repuestos y piezas automotrices.

Dentro de los cuales encontramos los siguientes:

Tabla 10: Grupos de Interés, punto de Vista de Comercializadora

INVOLUCRADOS	INTERES
Entidades comercializadoras de vehículos	Muestran un interés a favor observado en la posibilidad de obtener repuestos y partes a bajo costo para los vehículos que comercializan.
Entidades importadoras de vehículos	Muestran un interés a favor observado en la posibilidad de obtener repuestos y partes a bajo costo para los vehículos que importan.
Entidades importadoras de repuestos y piezas automotrices	Se oponen observado en la posibilidad de un nuevo competidor en el mercado
Entidades comercializadoras de repuestos y piezas automotrices	Interesados de manera positiva dada la posibilidad de obtener un producto en un periodo de tiempo más corto en comparación de la importación.

2.2.1.2.1.3.1 *Evaluación de la relación de involucrados con el estudio*

En este apartado se establecerán la posición de cada uno de los involucrados, el poder de estos con respecto al estudio y que interés representan estos involucrados.

El apartado de **POSICIÓN**, se refiere a si l involucrado está a favor o en contra del estudio. Se utilizará un signo" +" para indicar que apoya; y un signo "- "para indicar que se opone.

El apartado de **PODER o FUERZA**, se refiere al poder que tiene este involucrado para influir sobre el estudio, si quisiera. Ese poder puede provenir de la jerarquía del propio grupo, de los recursos que maneje o de la posición de una persona.

También puede ser más informal: producto de liderazgos carismáticos, relaciones políticas, etc.

La columna de **INTERES**, se refiere a como se estima que utilizara su Poder esté involucrado en relación con el estudio. Es el grado de interés que este actor tiene en el proyecto (sea a favor o en contra).

Se asignará el valor a cada involucrado según la siguiente escala:

POSICIÓN: Signo "+" si está a favor; signo "- "si está en contra y se escribirá NEUTRO, cuando la postura del involucrado sea indiferente.

PODER: 5 Muy alto; 4: Alto; 3: Medio; 2: Bajo; 1: Muy bajo.

INTERÉS: 5 Muy alto; 4: Alto; 3: Medio; 2: Bajo; 1: Muy bajo

Tabla 11 Valoración de grupos de Interés, punto de vista de comercialización

INVOLUCRADOS	POSICIÓN	PODER	INTERÉS
Entidades comercializadoras de vehículos	+	3	2
Entidades importadoras de vehículos	+	2	3
Entidades importadoras de repuestos y piezas automotrices	-	4	2
Entidades comercializadoras de repuestos y piezas automotrices	+	4	4

Con los niveles de interés y de poder identificados, procedemos a colocar el posicionamiento de los involucrados.

2.2.1.2.1.3.2 *Posicionamiento de los involucrados desde el punto de comercialización*

Tabla 12 Selección de grupo de interés, punto de vista comercializadora

INVOLUCRADOS	RELEVANCIA
Entidades comercializadoras de repuestos y piezas automotrices	16
Entidades importadoras de repuestos y piezas automotrices	8
Entidades importadoras de vehículos	6
Entidades comercializadoras de vehículos	6

El universo con mayor relevancia para el estudio, dentro del punto de vista de comercio es: **Entidades comercializadoras de repuestos y piezas automotrices.**

2.2.1.2.1.4 *Desde el punto de vista de económico*

En este apartado analizaremos los involucrados en el estudio desde el punto de vista económico, es decir aquellas entidades que se pueden ver beneficiadas o perjudicadas en materia de costos en la realización de sus actividades habituales.

Dentro de los cuales encontramos los siguientes:

Tabla 13: Grupos de Interés, Punto de Vista Económico

INVOLUCRADOS	INTERES
Propietarios de vehículos personales	Apoyo, dada la posibilidad de obtener repuestos y piezas para sus vehículos con un precio menor al habitual.
Empresas con flota de vehículos para la distribución de sus bienes o servicios	Apoyo dada la posibilidad de obtener repuestos y piezas para sus vehículos con un precio menor y en un periodo de tiempo menor
Entidades dedicadas a la distribución de productos o prestación de servicios	Apoyo, dada la posibilidad de obtener repuestos y piezas para sus vehículos con un precio menor al habitual.
Entidades Gubernamentales	Creación de incentivos para la creación de empresas dedicadas a este rubro, para la dinamización de la economía del sector.

2.2.1.2.1.4.1 *Evaluación de la relación de involucrados con el estudio*

En este apartado se establecerán la posición de cada uno de los involucrados, el poder de estos con respecto al estudio y que interés representan estos involucrados.

El apartado de **POSICIÓN**, se refiere a si l involucrado está a favor o en contra del estudio. Se utilizará un signo" +" para indicar que apoya; y un signo "- "para indicar que se opone.

El apartado de **PODER o FUERZA**, se refiere al poder que tiene este involucrado para influir sobre el estudio, si quisiera. Ese poder puede provenir de la jerarquía del propio grupo, de los recursos que maneje o de la posición de una persona.

También puede ser más informal: producto de liderazgos carismáticos, relaciones políticas, etc.

La columna de **INTERES**, se refiere a como se estima que utilizara su Poder esté involucrado en relación con el estudio. Es el grado de interés que este actor tiene en el proyecto (sea a favor o en contra).

Se asignará el valor a cada involucrado según la siguiente escala:

POSICIÓN: Signo "+" si está a favor; signo "- "si está en contra y se escribirá NEUTRO, cuando la postura del involucrado sea indiferente.

PODER: 5 Muy alto; 4: Alto; 3: Medio; 2: Bajo; 1: Muy bajo.

INTERÉS: 5 Muy alto; 4: Alto; 3: Medio; 2: Bajo; 1: Muy bajo

Tabla 14: Valoración Grupos de Interés, punto de vista Económico

INVOLUCRADOS	POSICIÓN	PODER	INTERÉS
Propietarios de vehículos personales	+	5	5
Empresas con flota de vehículos para la distribución de sus bienes o servicios	+	3	3
Entidades dedicadas a la distribución de productos o prestación de servicios	+	4	2
Entidades Gubernamentales	+	4	4

Con los niveles de interés y de poder identificados, procedemos a colocar el posicionamiento de los involucrados**.**

2.2.1.2.1.4.2 *Posicionamiento de los involucrados desde el punto económico*

Para identificar rápidamente quienes son los involucrados más significativos (los de mayor importancia), multiplicamos el PODER x INTERÉS y, a mayor valor, mayor relevancia del involucrado para el estudio.

Tabla 15 Selección de grupos de interés, punto de vista Económico

INVOLUCRADOS	RELEVANCIA
Propietarios de vehículos personales	25
Entidades Gubernamentales	16
Entidades dedicadas a la distribución de productos o prestación de servicios	8
Empresas con flota de vehículos para la distribución de sus bienes o servicios	6

El universo con mayor relevancia para el estudio, dentro del punto de vista de comercio es: **Propietarios de vehículos personales y las entidades gubernamentales.**

2.2.1.3 Determinación de la población a estudiar

Con base en lo anterior, podemos observar quienes son las entidades que están relacionadas al estudio, ya sea a favor o en contra de este, y que relevancia tienen estos en el estudio.

Se estableció un mínimo de relevancia superior a los 15 puntos para enfocar los esfuerzos en los universos de mayor relevancia para el estudio.

Por lo que se determina que los siguientes universos son los de mayor interés para realizar el estudio:

Tabla 16: Listado de Grupos de Interés a Estudiar

INVOLUCRADOS
- **Universidades y Centros Técnico** - **Propietarios de vehículos personales.** - **Entidades Gubernamentales** - **Entidades comercializadoras de repuestos y piezas automotrices.** - **Entidades dedicadas a la elaboración de repuestos** - **Laboratorios de Fabricación Digital.**

2.2.1.4 Selección del tamaño de la muestra

Definidas las poblaciones que se estudiaran, el siguiente paso determinar el tamaño de la muestra, para esto lo realizaremos utilizando las siguientes ecuaciones:

$$n = \frac{n'}{1 + n'/N}$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

n'=tamaño provisional de la muestra

N=tamaño de la población tomada como universo

Para poder determinar el tamaño provisional de la muestra se utiliza la siguiente ecuación:

$$n' = \frac{Varianza\ de\ la\ muestra}{Varianza\ de\ la\ población}$$

o también:

$$n' = \frac{S^2}{V^2}$$

Donde:

S^2= Varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia que es el valor promedio de una variable que se espera obtener.

V^2 = Varianza de la población. Se define como el cuadrado del error estándar definido previamente

Y para obtener estas varianzas se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$V^2 = (Se^2)$$

$$S^2 = (pq)$$

Donde:

Se= Error estándar tomado para el estudio

p= probabilidad de aceptación

q= Probabilidad de rechazo

2.2.1.5 Determinación del número de encuestas por población

Ahora que tenemos definidas las poblaciones a estudiar y la metodología a seguir para obtener la muestra de cada uno de ellos, procederemos a realizar este cálculo por cada población anteriormente mencionadas.

2.2.1.5.1 Universidades y Centros técnicos

Debido a que el número de centros de educación superior que imparten técnicas de fabricación digital en el país es reducido y que la mayoría guarda políticas de confidencialidad de las tecnologías, metodologías y procesos de enseñanza empleados; no se realizará muestreo del segmento formado por expertos en la enseñanza de carreras técnicas en centros de educación superior, sino que se tomarán en cuenta personal que labore en centros de educación ubicados en el Área Metropolitana de San Salvador y se muestren accesibles al consultársele sobre su disponibilidad para formar parte del estudio de este segmento de mercado y de su disponibilidad de proporcionar información sobre el interés de conocer sobre el uso de nuevas tecnologías como lo es la fabricación digital.

A continuación, se detallan las Universidades y Centros de formación profesional que cuentan con carreras técnicas que tiene en un grado alto o bajo relación con el tema de estudio:

- **Universidades:**
  - Universidad de El Salvador
  - Universidad Don Bosco
  - Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”
  - Universidad Francisco Gavidia
- **Institutos Técnicos:**
  - Instituto Tecnológico de Centro América (ITCA – FEPADE)
  - Instituto Técnico Industrial
  - Instituto Técnico Ricaldone

2.2.1.5.2 Propiedades de Vehículos

Como se definió anteriormente la zona geográfica donde se desarrollará el estudio, se tomará como tamaño muestral el parque vehicular que conforma la zona metropolitana de San Salvador obtenido del Viceministerio de Transporte, que es de 649 120 vehículos registrados.

Para determinar, que propietarios de vehículos se seleccionaran para el estudio, se presenta el siguiente perfil:

2.2.1.5.2.1 *Perfil y Muestreo de Propiedades de Vehículos*

Dado el objetivo del estudio el cual es recabar información que permita identificar los sistemas, partes o repuestos que mayormente presentan defectos y por tanto poder conocer la demanda que estos tienen por medio por parte de los propietarios. Para la realización de la siguiente muestra se requiere del cumplimiento de aspectos muy específicos el cual permita identificar y obtener los resultados de manera oportuna.

Dado que la posibilidad de obtener información directa de los propietarios sea el caso de los automóviles como: todos los vehículos de instituciones gubernamentales, taxis, microbuses y autobuses; serán excluidos debido a que la persona que manipula dicho vehículo resulta no ser el propietario en la mayoría de los casos y para la realización exitosa de dicho instrumento se es necesario de ello por lo que se consideran para el estudio a las personas que sean propietarios de dichos vehículos el cual tengan una estrecha relación con el mantenimiento de su vehículo automotor.

Por tanto, el siguiente instrumento va dirigido para toda persona que posea los siguientes atributos:

- Poseer vehículo propio con placa particular
- Vehículo de todo tipo y de todas las marcas
- Que esté relacionado con el mantenimiento que recibe su vehículo y que en la medida de lo posible realice las compras de los repuestos y partes de su vehículo.
- Mayor de edad.
- Genero indiferente.
- Que resida en zona metropolitana de San Salvador

Dadas los anteriores atributos se procederá a la realización de la muestra para así conocer la demanda y exigencias que dan los propietarios de vehículos a las partes y repuestos.

Utilizando las fórmulas establecidas con anterioridad, el tamaño de la muestra de esta población se determina de la siguiente manera:

Se utilizarán los siguientes valores: p = Se asumirá un 50% de aceptación, ya que no existen estudios previos sobre el uso de la fabricación digital en el sector automotriz q = 1 – p = 0.50

Se = se utilizará el 5% de error estándar para el estudio

Encontrando valores de:

S^2 y V^2 para establecer un n'

$$S^2 = (0.5)(0.5) \qquad V^2 = (0.05)^2$$

$$S^2 = 0.25 \qquad V^2 = 0.0025$$

Por lo tanto, el tamaño provisional n' (tamaño de la muestra) resulta ser:

$$n' = \frac{0.25}{0.0025} = 100$$

Por lo que para nuestro interés el tamaño de la muestra n, está establecido por:

n'=100 y N = 649 120 (patrón de vehículos inscritos).

Donde n es el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{100}{1 + (\frac{100}{649\ 120})} = 99.98 = 100$$

El tamaño de la muestra de la población de los propietarios de vehículos, será de 100.

2.2.1.5.3 Entidades Gubernamentales.

Las entidades gubernamentales, algunas de ellas son las encargadas de legislar los procedimientos de producción y de manejo de diferentes entidades productoras y comercializadoras dentro del país.

Por lo anterior, se incluyen en este estudio dado a su gran influencia que estas tendrán en la implementación de una nueva tecnología en el sector automotriz de El Salvador. Estas entidades pueden influir dado que algunas de estas se encargar pueden incentivar la implementación de dicha tecnología o poner frenos a esto.

Dado a la complejidad de obtener información de primera mano de esta población, se procederá en una investigación de índole secundaria, por lo cual no se requiere la especificación de una muestra numérica.

2.2.1.5.4 Entidades Comercializadoras de Repuestos y Partes Automotrices.

Las empresas comercializadoras de repuesto y partes para automóviles, según estadísticas enconadas en el artículo de elsalvador.com de enero de 2016 a mayo del 2019, corresponde a un total de 200 empresas, Para lo cual se tomó una muestra de la población de dichas entidades en la zona metropolitana en San Salvador. [5]

Para determinar, que entidades comercializadoras de repuestos y partes automatices a las cuales se escogerán de modo aleatorio nos brinda una información fiable, se establece el siguiente perfil, en el cual se establecen las características que estas deben poseer para ser incluidas en el estudio.

[5] el salvador.com/eldiariodehoy/de-enero-2016-a-mayo-de-2019-importdoresdeautosusados

2.2.1.5.4.1 *Perfil y Muestreo de Entidades Comercializadoras de Repuestos y Partes Automotrices*

El objetivo de estudiar esta población, es con para poder determinar las partes y/o repuestos de mayor demanda dentro de sus establecimientos, de igual forma identificar tanto las preferencias de sus clientes con respecto al país de origen de las piezas, como las características que estos exigen que posea la pieza y/o repuesto.

Para obtener una información fiable de esta población, se enlista a continuación las características que deben poseer para ser objeto de estudio en esta investigación

- Comercializar partes y/o repuestos vehiculares
- Residir en la zona metropolitana de San Salvador
- Estar censados por parte del gobierno

Dadas las anteriores características se procederá a la realización del cálculo de la muestra de esta población.

Utilizando las fórmulas establecidas con anterioridad, el tamaño de la muestra de esta población se determina de la siguiente manera:

Se utilizarán los siguientes valores: p = Se asumirá un 50% de aceptación, ya que no existen

estudios previos sobre el uso de la fabricación digital en el sector automotriz q = 1 – p = 0.50

Se = se utilizará el 10% de error estándar para el estudio, dado a dificultad de obtener datos de esta población.

Encontrando valores de:

S^2 y V^2 para establecer un n'

$$S^2 = (0.5)(0.5) \qquad V^2 = (0.10)^2$$

$$S^2 = 0.25 \qquad V^2 = 0.01$$

Por lo tanto, el tamaño provisional n' (tamaño de la muestra) resulta ser:

$$n' = \frac{0.25}{0.01} = 25$$

Por lo que para nuestro interés el tamaño de la muestra n, está establecido por: n'=100 y N =200

Donde n es el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{25}{1 + (\frac{25}{200})} = 22.22 = 23$$

El tamaño de la muestra de la población de las comercializadoras de repuestos y partes automotrices es de: 23

2.2.1.5.5 Talleres mecánicos automotriz.

A partir de la información obtenida por la DIGESTYC, que contiene una base de datos de la totalidad de empresas y talleres registrados a nivel nacional, se identifica que existen 699 talleres automotores registrados a en la zona metropolitana de San Salvador[6].

2.2.1.5.5.1 *Perfil y Muestreo de Propietarios de Talleres Mecánicos Automotriz*

Para la realización de la siguiente muestra se requiere del cumplimiento de aspectos muy específicos el cual permita identificar y obtener los resultados de manera oportuna.

Dado que en un taller mecánico-automotriz llegan de todo tipo de vehículo sean estos taxis, microbuses y autobuses al cual prestan sus servicios nos enfocaremos en hacer preguntas relacionadas con todo tipo de vehículo y marca que no sea de las anteriormente mencionadas, siendo estos en el que el propietario y el dueño o encargado del taller sea el que nos pueda dar la información respectiva.

Por tanto, para la ejecución de dicho instrumento será acorde a los siguientes atributos:

- Ser propietario o encargado del taller mecánico-automotriz.
- Conocer de las marcas y tipos de vehículos que reciben en el taller.
- Conocer la demanda del tipo de vehículo que reparan.
- Conocer procedimientos que se efectúan en el taller referente a las reparaciones.
- Que resida en zona metropolitana de San Salvador.

Dadas los anteriores atributos se procederá a la realización de la muestra con los talleres mecánicos-automotrices para así conocer la demanda y exigencias que estos poseen.

Utilizando las fórmulas establecidas con anterioridad, el tamaño de la muestra de esta población se determina de la siguiente manera:

Se utilizarán los siguientes valores: p = Se asumirá un 50% de aceptación, ya que no existen estudios previos sobre el uso de la fabricación digital en el sector automotriz q = 1 – p = 0.50

Se = se utilizará el 10% de error estándar para el estudio, dado a dificultad de obtener datos de esta población.

Encontrando valores de:

- S^2 y V^2 para establecer un n'

$$S^2 = (0.5)\ (0.5) \qquad V^2 = (0.10)^2$$

$$S^2 = 0.25 \qquad V^2 = 0.01$$

Por lo tanto, el tamaño provisional n' (tamaño de la muestra) resulta ser:

[6] http://www.digestyc.gob.sv/

$$n' = \frac{0.25}{0.01} = 25$$

Por lo que para nuestro interés el tamaño de la muestra n, está establecido por:

n'=100 y N = 699

Donde n es el tamaño de la muestra:

$$= \frac{25}{1 + (\frac{25}{699})} = 24.13 \approx 25$$

El tamaño de la muestra de la población de los talleres mecánicos/automotriz es de: 25

2.2.1.5.6 Laboratorios de Fabricación Digital

De igual manera que en la población de las Universidades y Centros técnicos, el número de Laboratorios de fabricación digital o entidades que actualmente laboran con tecnología y técnicas que comprende la fabricación digital y considerando la confidencialidad que estas entidades manejan; no se realizará muestreo del segmento en cambio, se investigó las entidades que conforman esta población en la zona metropolitana de San Salvador en el país es reducido, y que muestren accesibilidad a consultas sobre su disponibilidad para formar parte del estudio.

2.2.1.5.6.1 *Perfil de Laboratorios de Fabricación Digital*

Para la seleccionar a los laboratorios de fabricación digital a estudiar, se requiere del cumplimiento de aspectos muy específicos el cual permita identificar y obtener los resultados de manera oportuna.

Dado que en un laboratorio de fabricación digital es nuevo en países subdesarrollados y no cualquier persona es el candidato idóneo para administrar de uno, se requiere de una persona con perfil profesional que conozca de las tecnologías y sus aplicaciones, por tanto, para la ejecución de dicho instrumento será acorde a los siguientes atributos:

- Conocer de las nuevas tecnologías de fabricación digital.
- Profesional capacitado con amplia experiencia en el sector.
- Conocer de los mercados en que se puede trabajar con las nuevas tecnologías.
- Que resida en zona metropolitana de San Salvador.
- Mayor de edad.
- Genero indiferente.

Dadas los anteriores atributos se procederá a la realización de la muestra con los laboratorios de fabricación digital.

Dentro de las cuales encontramos las siguientes:

- FIALAB: Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad de El Salvador
- Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad Centroamérica “José Simeón Cañas”
- Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad Don Bosco
- FactoryLab: Empresa dedicada a la comercialización de insumos, maquinaria y artículos elaborados con impresión 3D.
- “Fab lab” SV: Asociación dedicada a la difusión de la utilización de la fabricación digital en El Salvador.
- Print3D Bot: Empresa dedicada a la elaboración y fabricación de maquinara de fabricación digital.
- Hackerspace: Empresa dedicada a la comercialización de insumos, maquinaria y artículos elaborados con impresión 3D.
- FABCT Empresa dedicada a la comercialización de insumos, maquinaria y artículos elaborados con impresión 3D.

2.3 Metodología de recolección de información

Para la realización de este apartado se abordaron diferentes aspectos que permitieron recolectar la información para posteriormente efectuar análisis y con ello corroborar nuestras hipótesis de trabajo. Dicha metodología la consideramos como nuestra línea base de trabajo para facilitar cada proceso.

2.3.1 Forma de abordar al entrevistado

Abordar a los diferentes mercados potenciales requiere primeramente realizar una definición de los diferentes perfiles con la finalidad de ser específicos y no desviarnos, pero para abordarlos se realizaron diferentes pasos para cada tipo de mercado ya que cada tipo de mercado puede ser muy buen conocedor, así como también no conocer lo suficiente de los elementos que componen el sistema de un automóvil o las tecnologías que se tienen en estudio.

Los mercados que se han abordado en este estudio son elementos importantes que conforman nuestro mercado de interés, pero para ello se efectuaron los siguientes pasos en cada tipo de mercado:

2.3.1.1 Propietarios de vehículos

Para abordar dicho mercado primeramente se definieron los atributos que debe poseer el propietario, se realizó de un instrumento de investigación y por último se efectuó la encuesta con el mercado de interés que son los propietarios, pero para ello se efectuaron los siguientes pasos que se detallan a continuación:

1. Se selecciona el posible candidato al azar, considerando que posea los atributos del perfil planteado.
2. Se aborda al candidato potencial mediante un saludo cordial.
3. Se explican los motivos de la investigación.
4. Se solicita apoyo en el llenado de la encuesta.

5. Se realizan las preguntas pertinentes y se completa la encuesta.
6. Finalizada la encuesta se agradece al candidato deseando un excelente día.
7. Se procede a realizar nuevamente los pasos 1-7 para el siguiente candidato que se seleccione.

Los pasos anteriores son los que empleamos para la recolección de la información referente a uno de los mercados de gran interés en nuestro trabajo de grado por lo que abordamos cada aspecto que sea de gran impacto y apoyo.

Por otra parte, también se abordaron los mercados que se encargan de satisfacer la demanda o necesidad de los propietarios de vehículos de las diferentes marcas y, por tanto, se aplicaron pasos similares como se detalla a continuación.

2.3.1.2 Comercializadora de partes y repuestos

En dicho mercado se definieron los atributos y características de las entidades comercializadoras con el propósito de ser más específico y poder abordar los aspectos más relevantes en el estudio, para ello se realizó el instrumento de investigación o entrevista abordando los puntos de mayor relevancia para así posteriormente efectuar el instrumento con el mercado de interés por lo que se tuvieron que seguir los siguientes pasos para abordar las entidades comercializadoras:

1. Se visitaron las entidades que comercializan partes y repuestos de automóvil según la muestra en estudio y la zona geográfica de interés para el trabajo de grado.
2. Se aborda al encargado o gerente de la entidad comercializadora.
3. Se explican las razones y objetivos de la visita.
4. Se solicita el apoyo de su tiempo para la realización de la entrevista.
5. Se efectúan las preguntas y se toman los apuntes pertinentes de cada una.
6. Finalizada la entrevista se agradece a la persona desenado un excelente día.
7. Se busca nueva entidad comercializadora que esté en el rango de la zona geográfica, realizando los pasos 1-7 nuevamente.

2.3.1.3 Talleres mecánicos y automotrices

Dicho mercado en estudio nos permitió conocer los tipos de tecnologías que emplean y el interés que estas tienen con las tecnologías 4.0.

Para abordar este mercado se realizó el instrumento de investigación abordando los puntos de interés y posteriormente se efectuó la entrevista siguiendo los pasos siguientes:

1. Se visitaron los diferentes tipos de talleres en la zona geográfica seleccionada.
2. Se aborda la persona encargada del taller.
3. Se explican las razones y objetivos de la visita.
4. Se solicita el apoyo de su tiempo para la realización de la encuesta.
5. Se efectúan las preguntas del instrumento y toman los apuntes pertinentes.
6. Finalizada la entrevista se agradece a la persona desenado un excelente día.
7. Se busca nuevo taller que esté en el rango de la zona geográfica, realizando los pasos 1-7 nuevamente.

2.3.1.4 Entidades productoras e instituciones/técnicos de estudio superior

Estas son las entidades de mayor interés en nuestro estudio ya que aportaran gran información por tanto como institución, abordamos las más que actualmente están funcionando en El Salvador, considerando las de la zona metropolitana de San Salvador.

Antes que nada, se definió el tipo de instrumento a realizar con dicha institución y posteriormente se siguieron los siguientes pasos:

1. Se realizó la búsqueda vía internet de la entidad “FAB LAB”, institución superior o técnico.
2. Nos contactamos mediante correo explicando las razones del estudio o se presentó carta con la institución.
3. Se acordó fecha de entrevista con la entidad de interés.
4. El día de la entrevista se realizaron las preguntas de interés y tomaron los apuntes necesarios.
5. Finalizada la entrevista se agradece a la persona desenado un excelente día.
6. Se busca nueva entidad sea instituciones técnicas y superiores, así como las “FAB LAB”S realizando los pasos 1-6 nuevamente

2.4 Análisis de Viabilidad de Mercado

Un diagnóstico de la implementación de una nueva metodología de fabricación se comprende de varias fases, la etapa inicial es un diagnóstico del mercado en estudio; que es el punto de partida para las etapas siguientes, debido a que el resultado de esta etapa se derivan las etapas siguientes, ya que sirve de antecedente para los diagnósticos técnicos y el diagnostico financiero y económico posteriores. En esta etapa se establece las relaciones entre los diferentes puntos de vista, que comprende el estudio, como lo son: el punto de vista del consumidor, el punto de vista de la competencia del sector, el punto de vista del distribuidor como así mismo comprobar si existe la capacidad y conocimiento para llevarlo a cabo.

El presente estudio busca establecer un diagnóstico de viabilidad desde el punto de mercado, para contrastar la utilización de la tecnología y metodología de fabricación digital en la industria automotriz, la aceptación de los productos elaborados con esta tecnología como la capacidad de implementarla.

2.4.1 Sentido de Realización de una Encuesta y/o Entrevista

Intentar entender a las personas es un aspecto de la vida muy complicado ya que el comportamiento de estos es muy variado y pueda que en ciertas circunstancias mienta por lo que la información puede llegar a no ser verídica.

En ocasiones es mejor optar por la entrevista ya que es una herramienta muy eficaz porque permite captar información certera y en tiempo real ya que el entrevistado no tiene el tiempo de pensar o inventar la información por lo que los resultados son muy valiosos, pero incluso por ser una herramienta eficaz también sino se enfocan las preguntas de la mejor manera la persona puede responder temas alejados al principal por lo que esto no abonaría nada valioso.

Como equipo de trabajo efectuamos ambas técnicas de investigación en primera instancia porque la variedad en los mercados que consideramos importantes en nuestro estudio unos son muy numerosos como los propietarios de automóvil, los talleres y las comercializadoras

de partes y repuestos de automóvil, pero no así con las instituciones superiores y técnicas que emplean tecnología de fabricación digital o que empiezan a incursionar en dichas tecnologías por lo que con este tipo de entidades se optó por entrevistarlos y con ello poder ahondar más la información que buscamos ya que por simple deducción estos también están muy interesados en las infinitas posibilidades de aplicación.

Ambas técnicas nos permitieron recabar información y por ende tener una mejor visibilidad de la situación por lo que con ello podemos deducir que es lo que actualmente se posee referente a las tecnologías de fabricación digital, así como también las necesidades latentes de los propietarios y como las diferentes entidades satisfacen estas como tal.

2.4.1.1 Tipo de Entrevista

El diálogo con el trabajador, o la entrevista, es una técnica de investigación cuyo objetivo principal es obtener cierta información, mediante una conversación profesional con una o varias personas.

Se puede definir, por tanto, como una conversación directa, metódica y planificada de antemano, entre dos (o más) personas, una de las cuales, el entrevistador, intenta obtener información de la otra u otras personas. Es “la obtención de información mediante una conversación de naturaleza profesional”.[7]

Hay que tener en cuenta que el hecho mismo de la entrevista da lugar a que se produzca necesariamente una relación social entre el entrevistador y el entrevistado, es decir, la realización de una entrevista implica siempre un proceso de comunicación, en el transcurso del cual el entrevistador y el entrevistado pueden influirse mutuamente, tanto consciente como inconscientemente.

Entre los diferentes tipos de entrevistas existentes tales como: la estructurada, libre, mixta, de tensión, por competencia y la milenillas; consideramos que aplicar una entrevista mixta ya que esto nos permitió aplicar una estrategia mixta que consta por una parte de la realización de preguntas abiertas al candidato donde se personalizó y se improvisó, y por otra se realizó una serie de cuestiones predeterminadas con lo que se consiguió profundizar en los aspectos relevantes de nuestro interés para el estudio.

En dicha entrevista mixta abarcamos temáticas en las que se están empleando las tecnologías de fabricación digital, especialmente con las instituciones superiores y técnicos, por lo que al realizar la serie de preguntas abordábamos más afondo para tener información más detallada y más personalizada por parte de la persona encargada del área de fabricación digital.

Con toda la información obtenida se analizó más a detalle con el propósito de poder inferir cuales son las aplicaciones de estas nuevas tecnologías por parte de las instituciones y laboratorios de fabricación digital referente a sus intereses a futuro.

2.4.2 Diseño del Instrumento de Recolección de Información.

En el diseño de los diferentes instrumentos de investigación, emplearemos la matriz de congruencia en el que dicha herramienta nos permitirá desarrollar de manera más precisa las preguntas y la fuente a que sería dirigida.

[7] https://blogs.imf-formacion.com

2.4.2.1 Matriz de congruencia.

Tabla 17: Matriz de congruencia.

Objetivo	Hipótesis	Preguntas	Variables	Fuente
Identificar los tipos de vehículos y la marca de mayor circulación en la zona metropolitana de San Salvador para determinar qué tipos de repuestos que serán de mayor demanda	Los usuarios de vehículos en la zona metropolitana de San Salvador, tienen mayor preferencia por una marca especifica de automóviles	¿Qué número de vehículos posee?	• 1 • 2 • 3 • Más de 3	• Propietario de vehículos
		¿Qué tipo de vehículos posee?	• Sedán • Camioneta • Pick up • Panel • Compacto • Especialidades • Van	• Propietario de vehículos
		¿Qué marca es su vehículo?	• Mazda • Toyota • Nissan • KIA • Honda • Hyundai • Mitsubishi • Ford • Chevrolet	• Propietario de vehículos
		¿Qué marca de autos les solicitan repuestos con mayor frecuencia?		• Comercializadoras de partes y repuestos
		¿Qué marcas de autos son los que tienen más demanda para reparaciones?		• Talleres mecánicos-automotriz

Objetivo	Hipótesis	Preguntas	Variables	Fuente
Conocer la forma de adquisición de vehículos es la más utilizada y el promedio de antigüedad de los vehículos que circulan en la zona metropolitana de San Salvador	Se respaldarán los datos del Viceministerios de Transporte, reflejando que el 80% de las personas adquieren sus vehículos en calidad de usado	¿Usted adquirió vehículo nuevo o usado?	• Nuevo • Usado	Propietario de vehículos •
		¿Qué antigüedad tiene su vehículo?	• 1 – 5 años • 6 – 10 años • 11 – 15 años • 15 – 20 años	Propietario de vehículos •

Objetivo	Hipótesis	Preguntas	Variables	Fuente
Determinar el sistema vehicular que presenta mayor frecuencia de averías para identificar las piezas de mayor demanda debido a estas averías.	Más del 80% de los Talleres automovilísticos de la zona metropolitana de San Salvador tienen mayor demanda en reparación de un sistema vehicular sobre otro.	En el transcurso del último trimestre, ¿Cuántas veces ha llevado usted su vehículo al taller mecánico?	• 0 – 2 veces • 2 – 4 veces • 4– 5 veces • 5– 8 veces • 8 -10 veces • Más de 10 veces	Propietario de vehículos
		¿Con que frecuencia compra partes y repuestos a su automóvil?	• Cada mes • Cada 2 – 3 meses • Cada 4 – 6 meses • Lo frecuenta al año	Propietario de vehículos
		¿Por qué razones lleva su vehículo al taller?	• Mantenimiento general • Fallas imprevistas Cambio de repuestos y/o piezas	Propietario de vehículos
		De los siguientes sistemas del vehículo, ¿Cuál presenta averías con mayor frecuencia?	• Sistema de frenos • Sistema de suspensión y dirección • Sistema de • Transmisión • Sistema de Motor	Propietario de vehículos
		¿Cuál es el sistema que le presenta problemas con más frecuencia a sus clientes?		Talleres Mecánicos automotrices
		¿Qué sistema de los autos, solicitan más repuestos/piezas?		Comercializadoras de partes y repuestos

Objetivo	Hipótesis	Preguntas	Variables	Fuente
Definir las preferencias demandadas en el mercado de partes y repuestos para determinar los atributos de mayor relevancia para el consumidor.	El 80% de los propietarios de vehículos, el Atributo económico, es el factor diferencial a la hora de adquisición de repuestos automotrices.	¿Qué características busca en un repuesto para su vehículo?	PREGUNTA ABIERTA	• Propietario de vehículos
		¿Qué características buscan en un repuesto/piezas sus clientes?		• Comercializadoras de partes y repuestos
		¿Qué grado de importancia le da al precio de los repuestos y/o piezas para sus automóviles?	• Muy alto • Alto • Medio • Bajo • Muy Bajo	• Propietario de vehículos
		¿Qué grado de importancia le da a la marca de los repuestos que adquiere para su vehículo?		• Propietario de vehículos
		¿Para usted, sus clientes le dan importancia al país de donde provienen o fabrican las autopartes?	• Si • No •	•Comercializadoras de partes y repuestos
		¿Qué tipo de repuestos venden con mayor frecuencia?	• Genuino • Original • Genérico • Artesanal	•Comercializadoras de partes y repuestos

Objetivo	Hipótesis	Preguntas	Variables	Fuente
Identificar el nivel tecnológico con el que se realizan restauraciones, reconstrucciones y reacondiciones en el sector automotriz	El 70% de los talleres automotriz poseen un nivel tecnológico deficiente en todas sus áreas.	¿Actualmente hacen uso de alguna tecnología que les ayude en los procesos de reparaciones?, de ser así, ¿Qué tipo de tecnologías utilizan?	PREGUNTA ABIERTA	• Talleres mecánico automotriz
		¿Qué métodos usan para realizar las reparaciones de los automóviles?		
		¿Restauran, reconstruyen o reacondicionan ustedes los repuestos/partes para automóviles que reparan?	• Si • No	
		¿Qué tipo de tecnología usan para restaurar, reconstruir o reacondicionar los repuestos/partes?	• Fresadoras y tornos convencionales • Rustico • CNC • Impresión 3D	

Objetivo	Hipótesis	Preguntas	Variables	Fuente
Estimar el nivel en materia de conocimientos técnicos y teóricos de fabricación digital, para contrastar la capacidad que tiene la población de desarrollar esta tecnología en la actualidad	EL 30% de los Centros técnicos y Universidades poseen cátedras o asignaturas, relacionadas con la Fabricación Digital.	¿Cuáles son los motivos que llevaron a la creación de un taller de fabricación?	PREGUNTA ABIERTA	• Universidades y centros técnicos
		¿Cuál cree usted que es el aporte que trae el uso de la fabricación digital en las instituciones que ofrecen carreras técnicas en El Salvador?		• "Fab lab"
		¿Cuál fue el nivel de aceptación de los estudiantes al implementar el laboratorio de fabricación digital?	• Alto • Medio • Bajo	• Universidades y centros técnicos
		¿Considera que la elaboración de productos mediante la fabricación digital puede ser un producto de consumo final?	• Si • No	• Universidades y centros técnicos • "Fab lab"
		¿Cree que mejoraría el nivel de conocimiento en los alumnos al hacer uso de la tecnología de fabricación digital?		• Universidades y centros técnicos
		¿Consideran que el uso de la fabricación digital solo lo podrían utilizar solo para prototipado o también podrían usarla para crear un producto final?	PREGUNTA ABIERTA	• Universidades y centros técnicos • "Fab lab"

Objetivo	Hipótesis	Preguntas	Variables	Fuente
Analizar el nivel de aceptación de la fabricación digital y los productos que esta genera para concretizar aprobación que esta tecnología posee actualmente	Más del 90% de los universos en estudio presentaran una posición favorable con respecto a esta tecnología de fabricación digital para el sector automotriz	¿Considera que una pieza mecánica de automóvil puede ser elaborada mediante fabricación digital?	PREGUNTA ABIERTA	• Universidades y centros técnicos
		¿Qué aceptación de las personas externas han percibido?		
		¿Cuáles han sido las actitudes del estudiante al emplear las tecnologías de Fab Digital?		
		¿Han tenido aceptación o rechazo de los demás docentes de los proyectos?	• Aceptación • Rechazo	
		¿Ha adquirido repuestos y partes elaboradas con fabricación digital?	• Si • No	• Propietario de vehículos
		¿Qué repuestos y/o piezas ha adquirido que fue elaborada mediante fabricación digital?	PREGUNTA ABIERTA	
		¿Cómo considera la calidad del repuesto y/o pieza que adquirido elaborada mediante fabricación digital?	• Buena • Mala • Regular	
		¿Adquiriría un repuesto y/o pieza elaborada mediante fabricación digital?	• Si • No	
		¿En qué tipo de repuestos y/o piezas confiaría que fueran elaboradas mediante fabricación digital?	PREGUNTA ABIERTA	

De la anterior matriz de congruencia donde partiendo de los objetivos planteados en esta etapa se redactaron las preguntas para las diferentes poblaciones a estudiar, realizaremos el diseño del instrumento de recolección de datos de cada las poblaciones pertinentes al estudio. Dichos instrumentos se encuentran en los anexos.

2.4.3 Prueba Piloto del instrumento de recolección de la información

Una prueba piloto es una puesta en práctica de un experimento tendiente a considerar las posibilidades de un determinado desarrollo posterior. Puede entenderse también como una primera puesta en escena de un determinado proyecto con la intención de considerar las facilidades de implementación.

Se realizó una prueba piloto para cada población a estudiar, para poder a prueba los instrumentos de recolección de datos diseñadas con anterioridad y contrastar los porcentajes de aceptación de dichos instrumentos. Los resultados de esta prueba fueron favorables dado que, los resultados nos mostraron algunas incongruencias en el instrumento, los cuales se corrigieron para poder obtener la información más fiable de las poblaciones en estudio.

2.4.4 Viabilidad de mercado desde el punto de vista del consumidor

2.4.4.1 Situación actual del mercado automotriz

El Salvador es un país que posee en ciertos departamentos con un parque vehicular bastante elevado y esto es un buen punto de partida ya que para el diagnóstico de la implementación de la fabricación digital en el sector automotriz, son los propietarios de vehículos parte de nuestro interés ya que se pretende conocer por medio de ellos los atributos que exigen que las partes y repuestos posean para ser considerados para su utilización y conocer los sistemas automotrices que presentan con mayor frecuencia averías y así conocer las partes y/o repuestos que le son de mayor demanda .

Una vez aplicado los instrumentos de recolección de información, se procedió a realizar el tratamiento correspondiente para el análisis de los mismos, por cuanto la información que arrojará será la indique las conclusiones a las cuales llega la investigación, por cuanto mostrará la situación actual de los propietarios de vehículos.

De los resultados podemos apreciar que un 57% de las personas encuestadas manifiestan poseer un solo vehículo, lo que podría decirse que esto suple sus necesidades referentes a su manera de transportarse a sus diferentes destinos o según la capacidad adquisitiva que estos puedan tener, lo que implica además que lo lleve a mantenimiento y comprar sus partes y repuestos dependiendo de las necesidades.

Seguidamente un 31% de los encuestados que manifestaron poseer 2 vehículos por lo que podría implicar que esto suple sus necesidades, pero también ello implica que debe prestar atención al mantenimiento de ambos y la compra de sus partes y repuestos según las necesidades que se le presenten.

También se buscó determinar el tipo de vehículo que posee la población con el objetivo de establecer con mayor certeza los tipos de repuestos que estos utilizan.

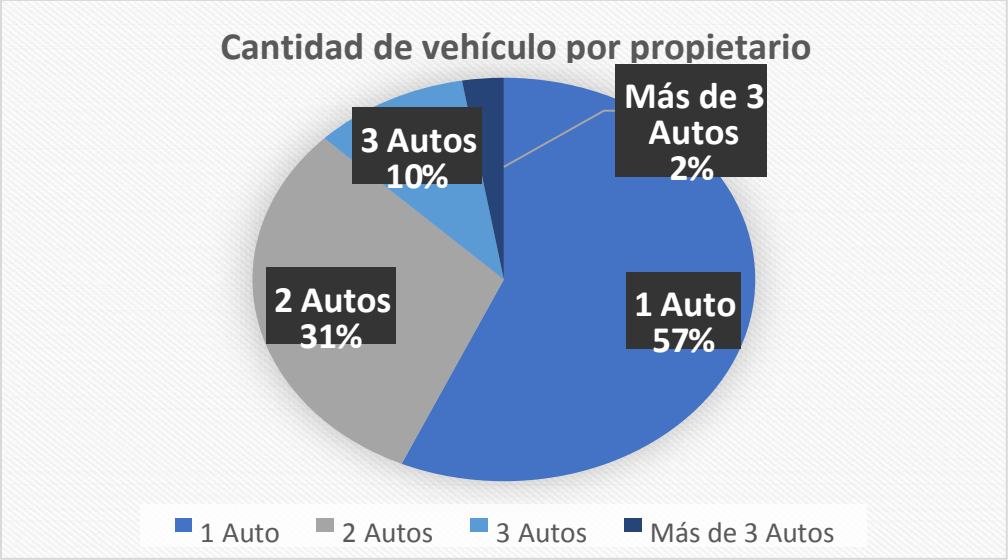


Gráfico 3: Cantidad de Vehículos por Propietario

Los resultados obtenidos se reflejan en el Grafico N.º 4.

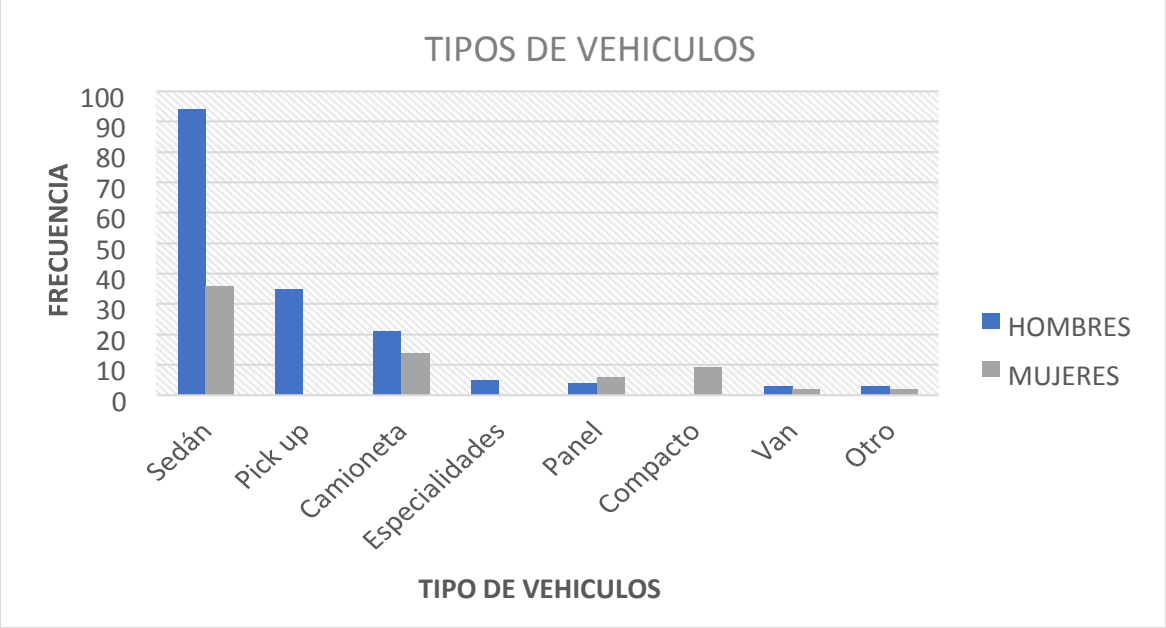


Gráfico 4: Tipo de Vehículo de Mayor Circulación.

El grafico anterior podemos resaltar las preferencias al tipo de vehículo que poseen dado como resultado de primera instancia los vehículos tipo Sedán, tanto como hombres y mujeres, este tipo de vehículos posee mayor preferencia. Lo cual indica que la mayoría de la población utiliza sus vehículos solo para transportarse desde su vivienda hasta su trabajo o para objetivos recreativos, lo cual no existe una exigencia alta al vehículo en cuestión, y en segundo lugar utilizan un vehículo con mayor fuerza de carga como lo son los vehículos tipo Pick Up, con objeto de utilizarlo como herramienta de trabajo además de utilizarlo como medio de transporte diario y para actividades creativas, este tipo de vehículo sufre mayor exigencia mecánica por lo cual presentará con mayor frecuencia averías.

Pero, a pesar de que tengamos un tipo de vehículo de mayor circulación, no podemos determinar que las partes y/o repuestos que necesitan este tipo de vehículo son los de mayor frecuencia, para ello tenemos que tomar en cuenta el factor de la marca de vehículo.

La preferencia en la marca de vehículos tiene una gran relevancia dado que podremos comparar los atributos que diferencian esta inclinación hacia una marca con la frecuencia de las averías que se presentan en dichos vehículos. Dichas preferencias se presentan en el Grafico N.º 5.

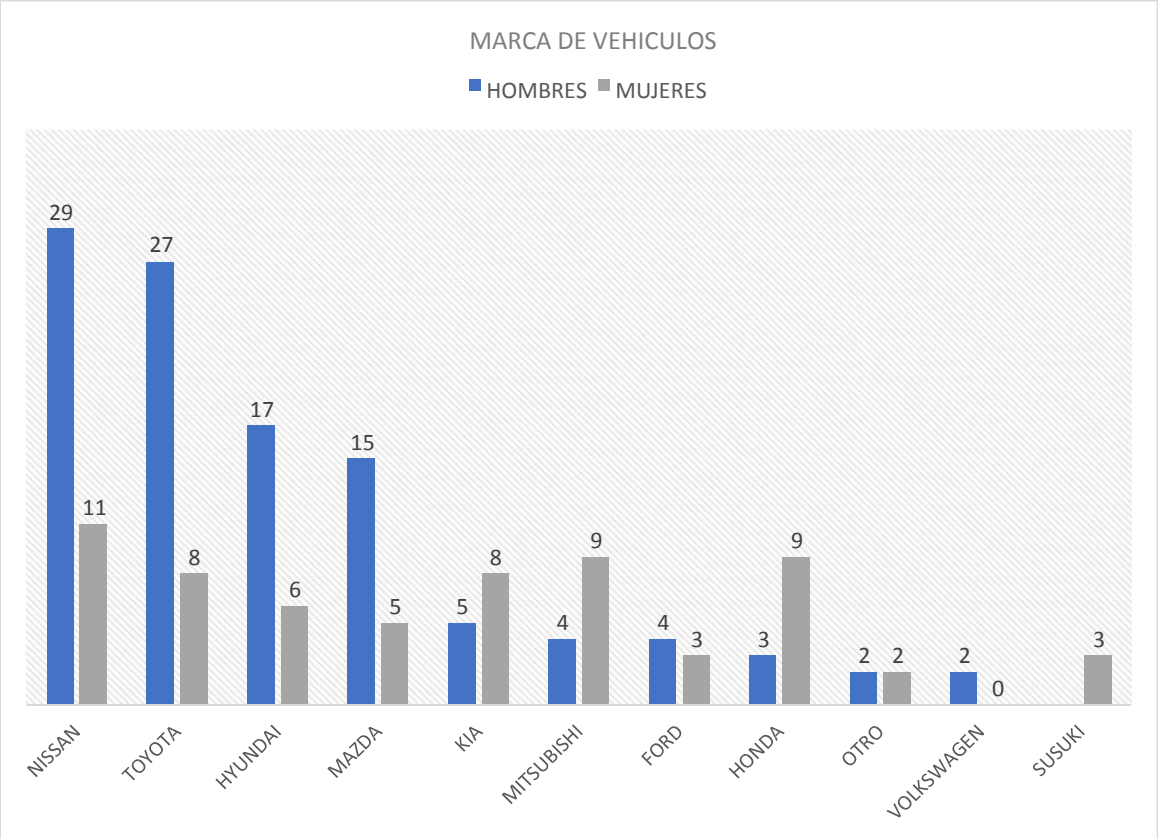


Gráfico 5: Preferencias de Marcas Vehiculares

Como primera marca de auto de mayor circulación según nuestra zona geografía de estudio y población selecta en ambos géneros en la población de propietarios de vehículos es la marca NISSAN, podemos ir relacionando que los vehículos de mayor circulación pertenecen a dicha marca y que la mayoría de estos son de tipo sedán, sin embargo, es de prestar atención al

aumento de presencia de la marca Hyundai en el mercado posicionándose en la tercera marca de preferencia de la población.

La posición de la marca Hyundai sobresale dado que si comparamos con los resultados obtenidos en la investigación en talleres mecánicos-automotrices podemos observar en el Gráfico N.º6 los vehículos que más frecuentan estos lugares por averías.

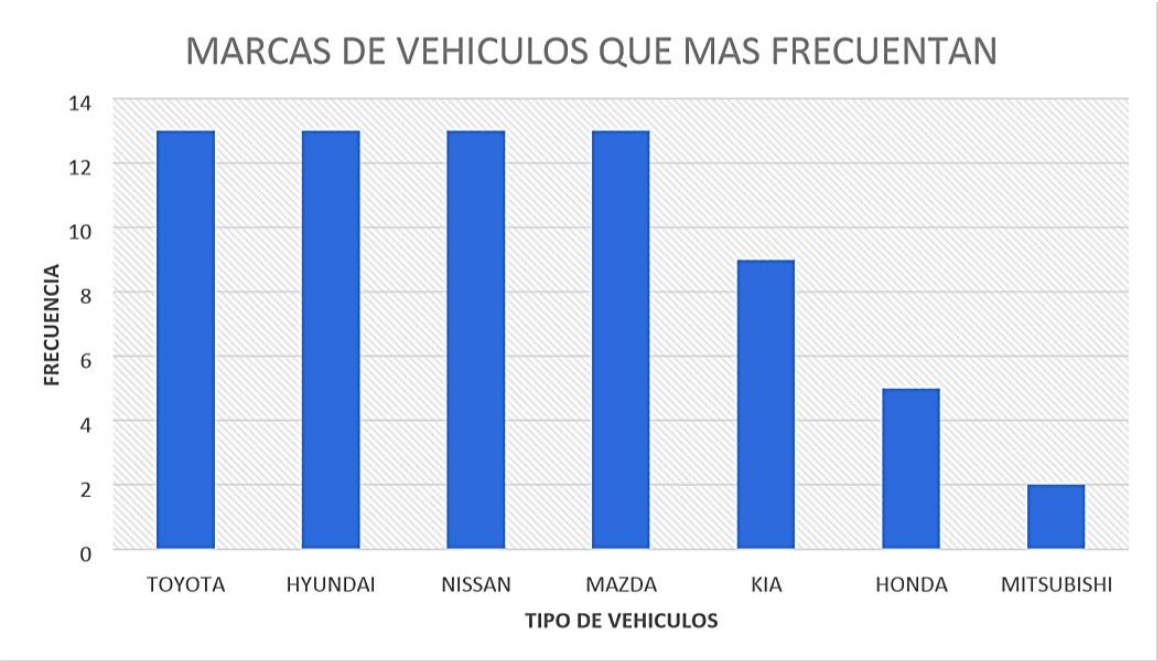


Gráfico 6: Marcas de Vehículos que tienen mayor frecuencia de averías

Donde se mantienen las 3 marcas que utilizan mayor mente los propietarios de vehículos, sin embargo, debemos identificar que marca vehicular, es la que solicita con mayor frecuencia repuestos o partes, para ello, consultamos con las comercializadoras de estos productos que marcas eran las que generaban una mayor demanda de los repuestos o partes vehiculares, obteniendo los siguientes resultados:

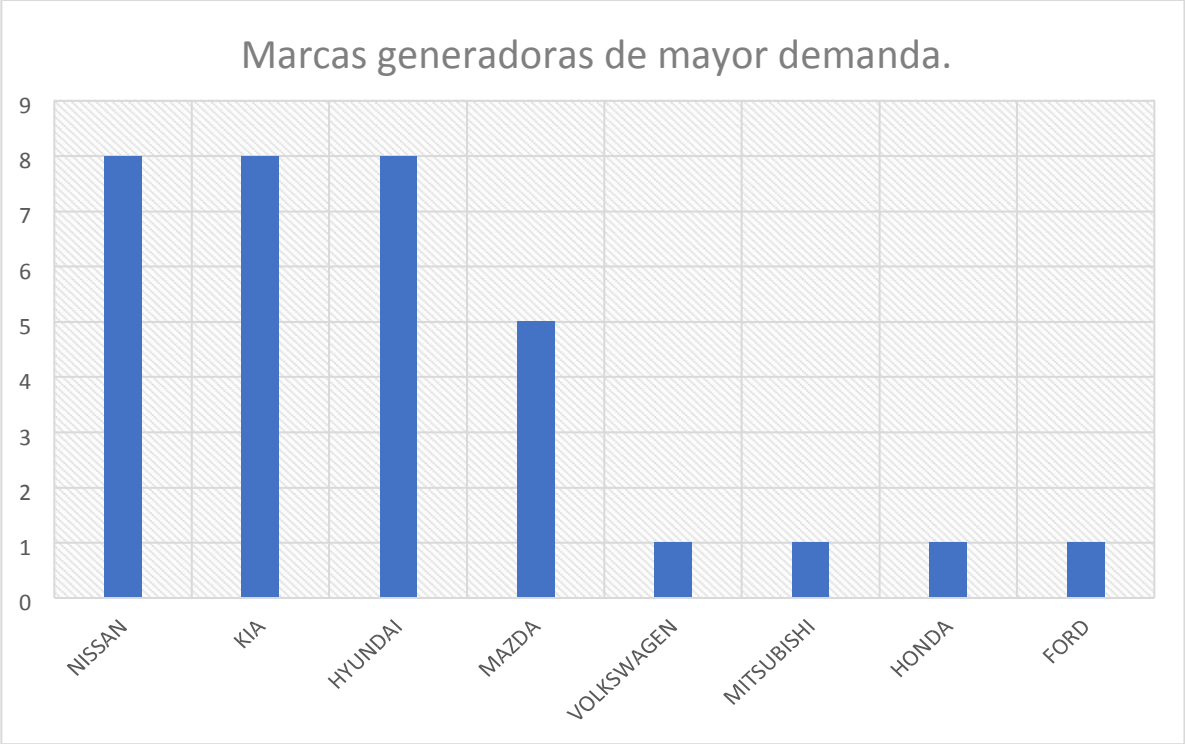


Gráfico 7: Marcas Generadoras de Mayor Demanda

Comparando los resultados obtenidos en los universos de: propietarios de vehículos, talleres mecánicos y de las comercializadoras, empleando la herramienta del diagrama de Pareto (Grafico N.º 8), ilustra que las marcas Nissan, Toyota, Hyundai, Mazda y KIA, comprenden el 80% de las preferencias en la elección de marcas vehiculares por parte de la población estudiada

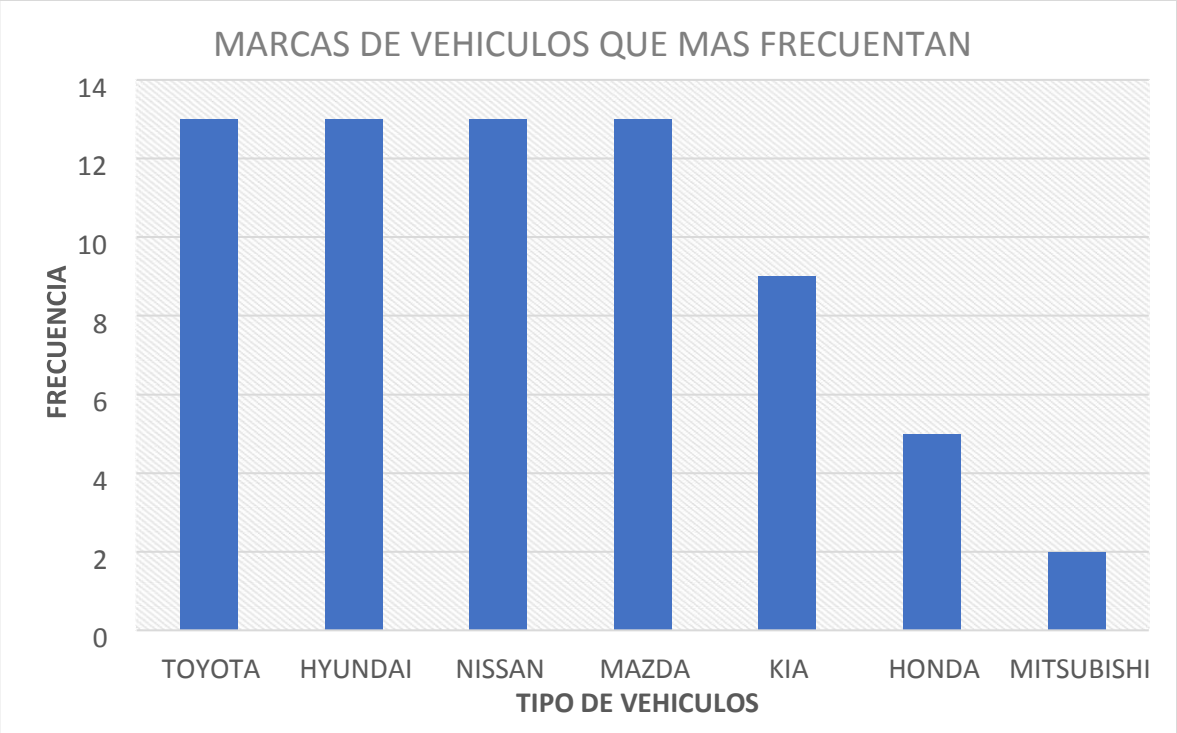


Gráfico 8: Marca de Preferencia

Profundizando en los resultados obtenidos, estas marcas son preferidas por la facilidad de obtención de sus repuestos y partes, identificando que estas marcas por ser las de mayor circulación en la región por ende son las marcas que solicitan o demandan mayores cantidades de repuestos o partes en el parque vehicular salvadoreño.

Con estos resultados afirmamos la hipótesis planteada en la matriz de congruencia y alcanzando el objetivo planteado de identificar la marca de mayor circulación en el país

Adicional a lo anterior, durante la aplicación de los instrumentos, indagamos del porque la preferencia de estos vehículos a los universos de comercializadoras y talleres mecánicos, los cuales mencionaron que es por la facilidad de obtención de sus repuestos y partes, estas marcas de vehículos se comercializan mayormente en el mercado de segunda mano.

Con esto, se dio la tarea de sondear la forma de adquisición de estos vehículos, es decir si se adquirieron en calidad de nuevos o de segunda mano, y comprobando la hipótesis establecida con antelación con respecto a la forma de adquisición se obtuvieron los siguientes resultados:

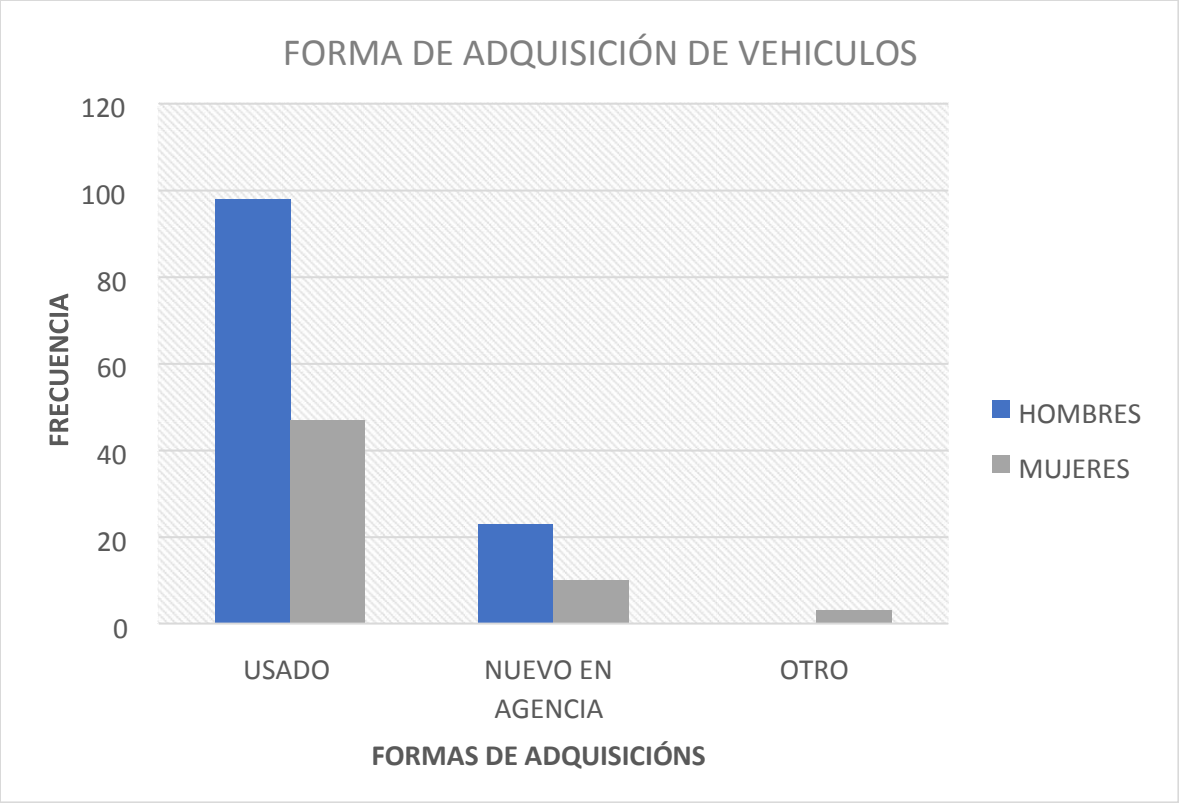


Gráfico 9: Forma de Adquisición de Vehículos

Con los datos recolectados y representados en el grafico N.º 10, podemos contrastar la información brindada por el viceministro de transporte que la opción más viable al momento de adquirir un auto según encuestados la opción de usados, entre estas razones podrían mencionarse la comodidad, el modelo entre otras, además de estos factores se observó que la edad es un factor relevante en la elección de este tipo de adquisición que se relaciona con el poder adquisitivo que poseen.

La baja adquisición de vehículos en calidad de nuevo es para pocas personas y muy probable tenga que ver con el precio de por medio, ya que estos por lo general poseen un costo bastante elevado y muy pocas personas tienen las posibilidades económicas para adquirirlo.

Dada a la preferencia de adquirir vehículos de segunda mano, esto refleja que en circulación son pocos los vehículos de años recientes, pero para comprobar esto, se investigó la antigüedad de los vehículos actuales en circulación, dando los siguientes resultados:

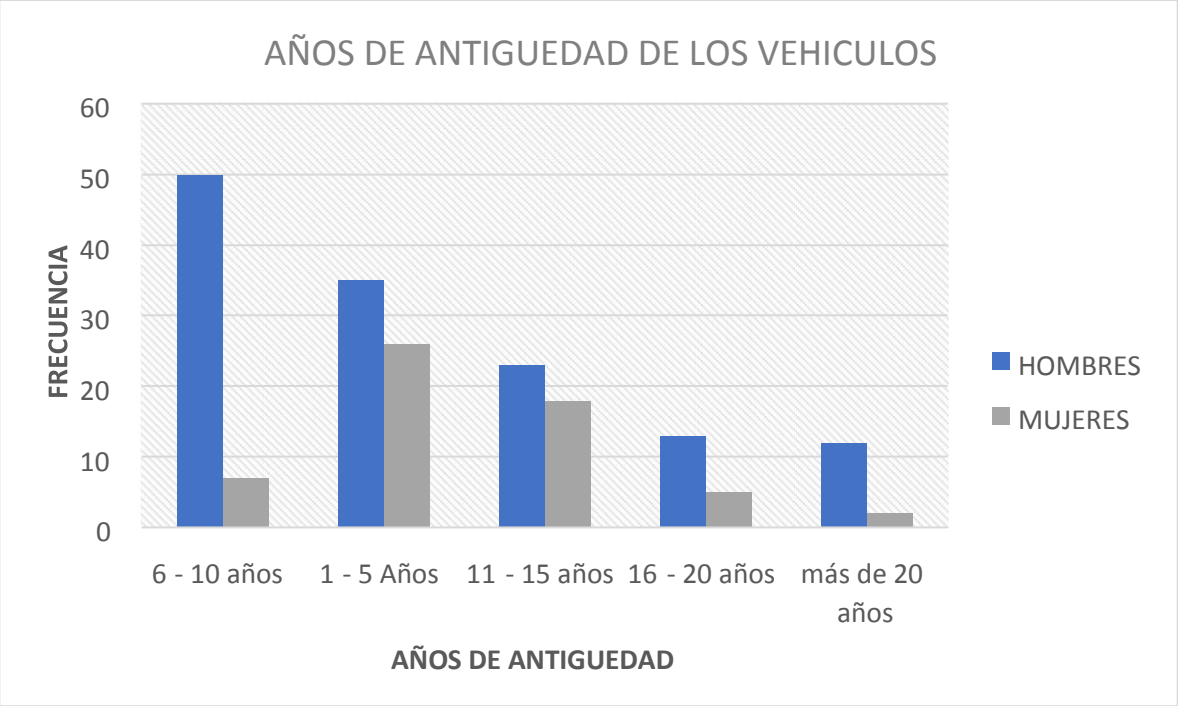


Gráfico 10: Antigüedad de los vehículos en circulación

Una de las opciones que mayor frecuencia tuvo en cuestión de antigüedad de años del vehículo según encuestados es la de 6-10 años por lo que se podría decir que el tiempo de uso del auto depende mucho ya que entre más antiguo podría quizás representar un costo mayor elevado en mantenimiento.

Esto nos refleja que la existe un porcentaje alto de vehículos con más de 5 años de circulación por lo cual, las patentes de estos ya están libres de reproducción, lo cual es favorable para el estudio, dado que no existe problemas legales para la reproducción de las partes y repuestos de estos vehículos.

Pero ¿Cuál es la frecuencia de las averías?, esta frecuencia se investigó en dos poblaciones principalmente, como lo son los propietarios de vehículos y los talleres mecánicos-automotriz, donde obtuvimos los siguientes resultados:

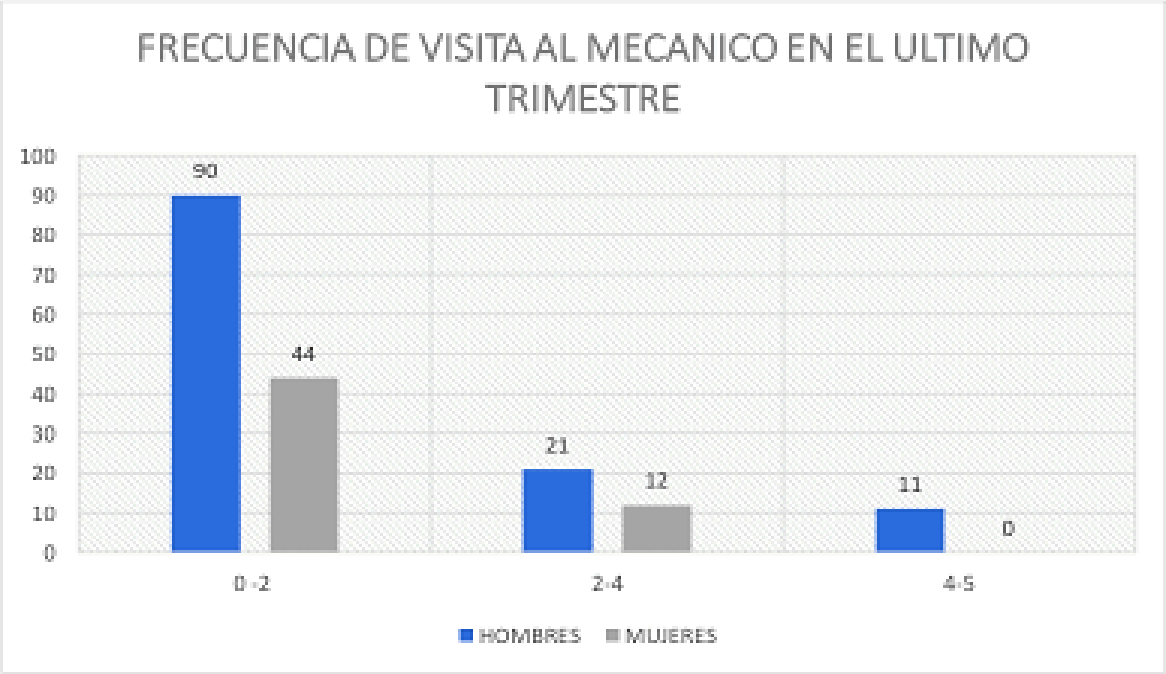


Gráfico 11: Frecuencia de visita al mecánico en el último trimestre

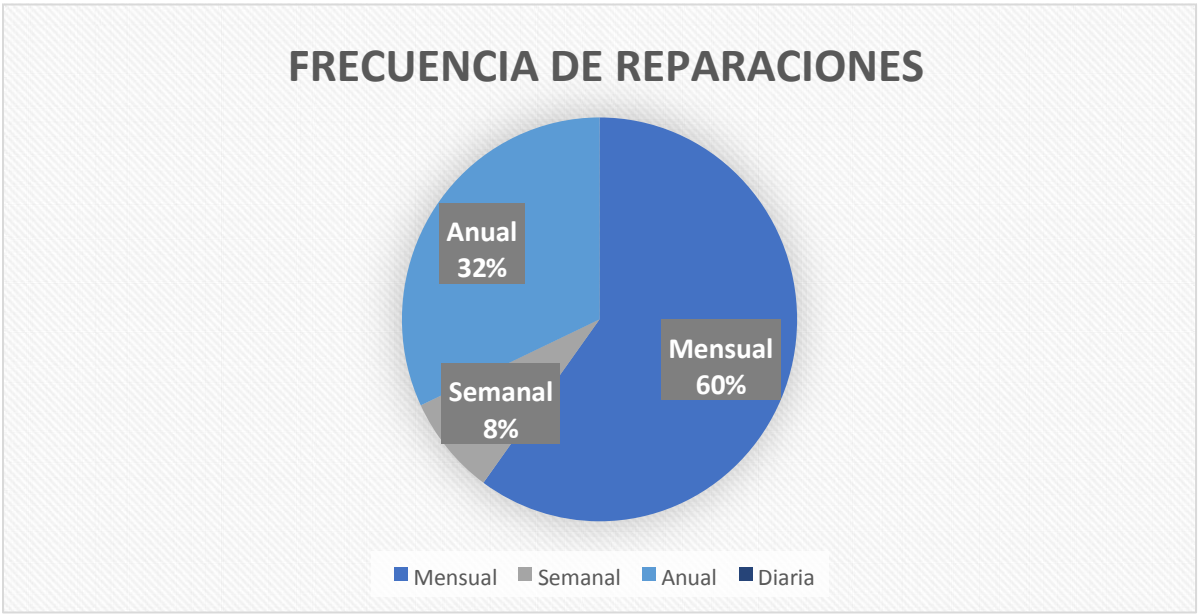


Gráfico 12: Frecuencia de visita al mecánico

Donde los propietarios de vehículos indicaron que acudían al mecánico al medos 2 ocasiones en un trimestre que coincide con el dato obtenido de los talleres mecánicos que aseguran un 60% que los clientes frecuentan mensualmente sus establecimientos y estas visitas se deben a diferentes factores donde resaltan: visitas para realizar Manteamiento general al vehículo y en tercer posición la fallas imprevistas que se presentan al vehículo, estos datos estas respaldados por el Gráfico N.º11, los cuales fueron recolectados en la investigación realizada a los propietarios de vehículos.

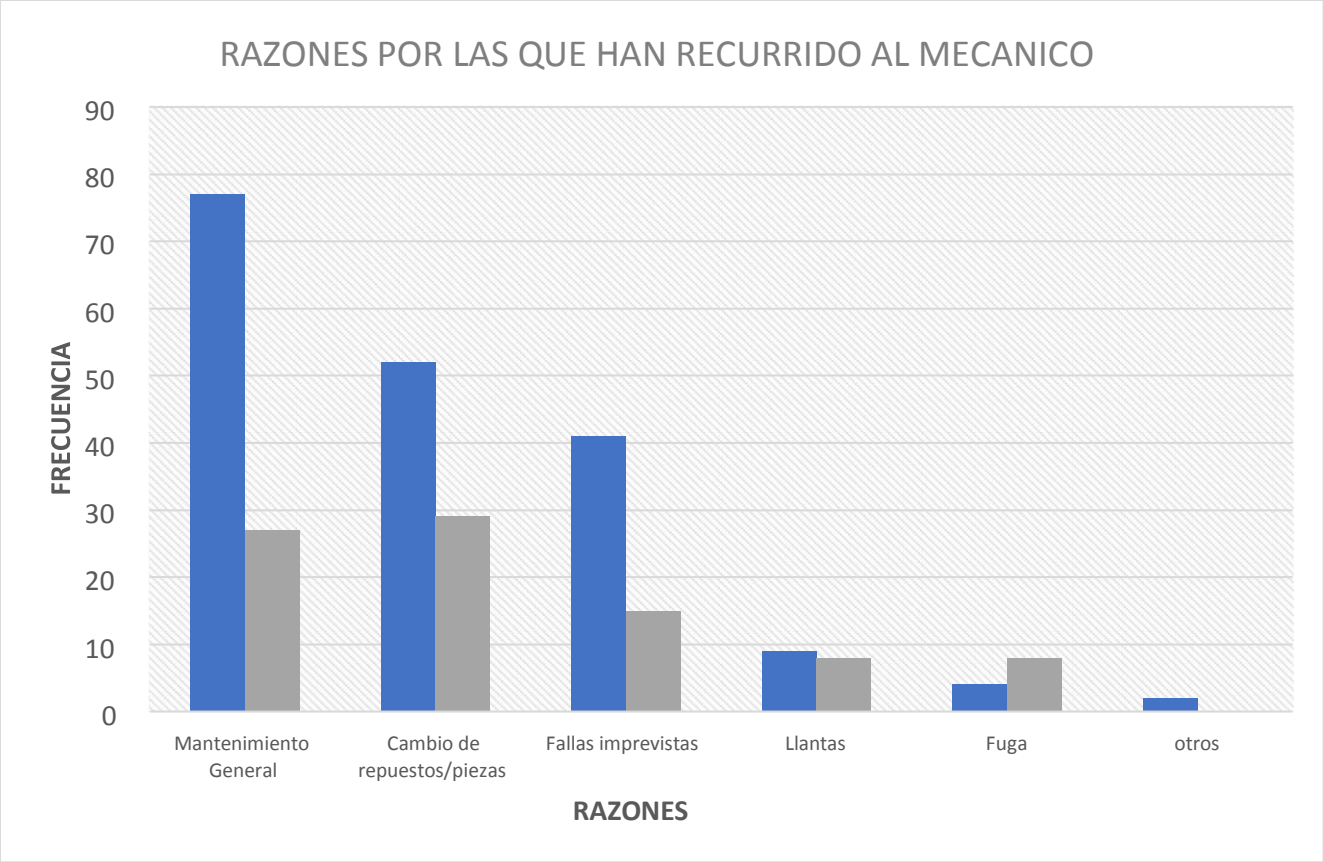


Gráfico 13: Razones por las que Recurre al Mecánico

Dada a la antigüedad de los vehículos con mayor circulación y su forma que fueron adquiridos, resulta lógico que acudan al mecánico por las razones que resaltan en el Gráfico N.º13 donde por objetos del estudio cabe resaltar la razón que se posiciona en segunda posición, que son los cambios de piezas o repuestos.

Ya identificados, el tipo de vehículo, la marca y las razones de averías o de las visitas al mecánico, falta deducir de que sistema vehicular es el que posee mayor frecuencia de averías, lo cual debe ser respaldado por los propietarios de vehículos como los talleres mecánicos–automotriz, por siguiente se muestran los resultados obtenidos acerca de lo dicho anteriormente:

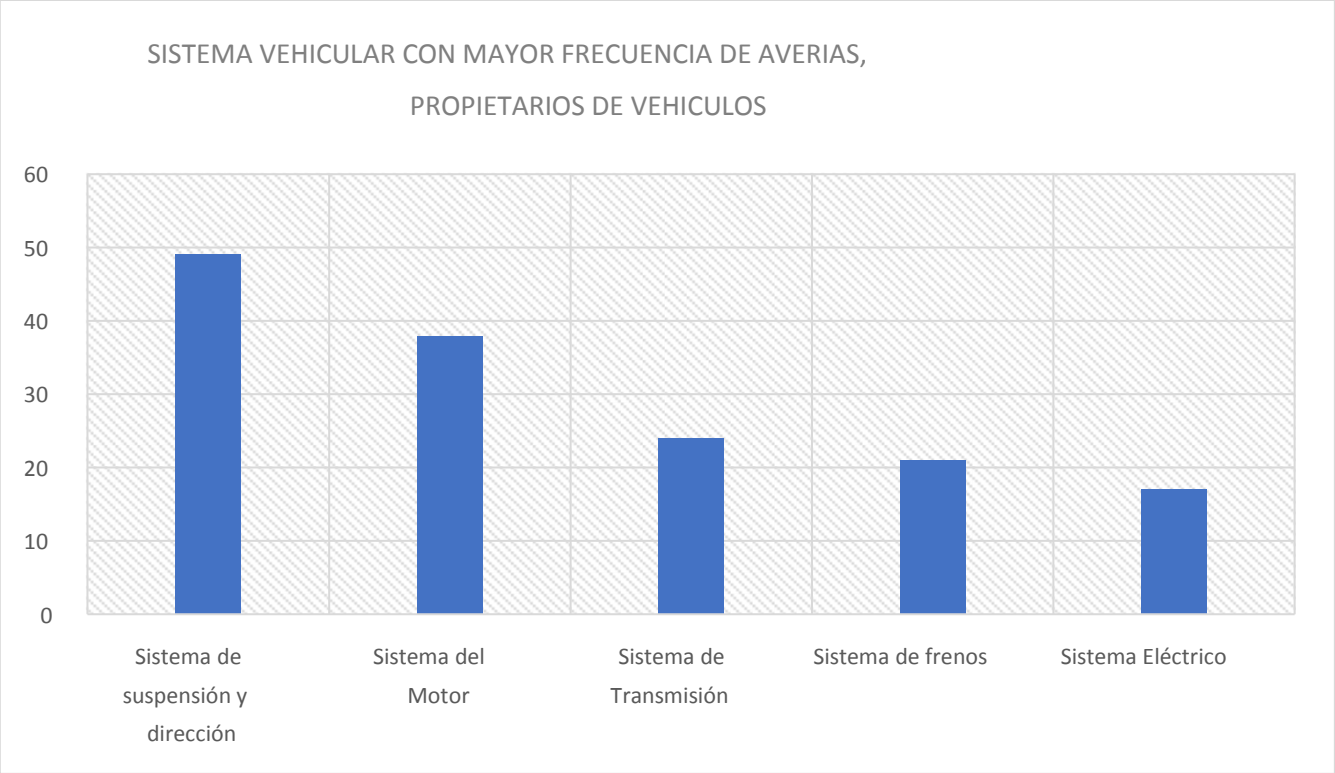


Gráfico 14: Sistema Vehicular con mayor frecuencia de averías

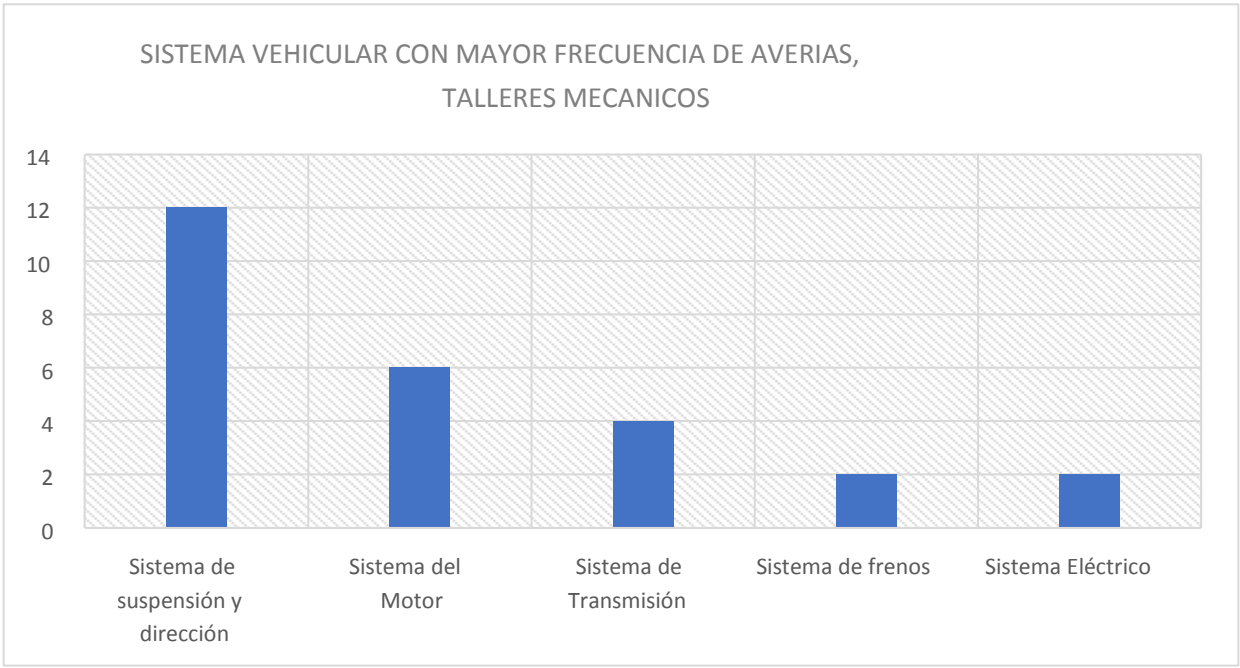


Gráfico 15: Sistema vehicular con mayor frecuencia de averías según talleres

Como se esperaba, ambas poblaciones coinciden en los sistemas vehiculares con mayor frecuencia de averías, y difiriendo con el tercero. Resaltar que por gracias al proceso de recolección de información, al entablar una entrevista con los propietarios de vehículos y talleres mecánicos, ambos consideran que las razones porque estos sistemas sean los de mayor frecuencia en averías, se debe al estado en que son adquiridos los vehículos, dado que la mayoría de la población como se mencionó con anterioridad adquiere estos vehículos de segunda mano, y dada la información presentada en el marco teórico, la mayoría de estos vehículos entran al país con algún desperfecto mecánico y en casos son vehículos que estuvieron involucrados en algún accidente, esto aumenta la frecuencia de las averías puesto que por el nivel económico de la población, la mayoría no puede realizar las reparaciones debías al tiempo debido y utilizan el vehículo sin estar en plena condición y he ahí la razón que estos sistemas sean lo mayores afectados.

Para contrastar esto, se indago por medio de las comercializadoras de partes y repuestos vehiculares, si estos sistemas son los que demandan estos productos, y como se puede observar en el Grafico N.º 16, se afianza aún más los 3 sistemas con mayor frecuencia de averías.

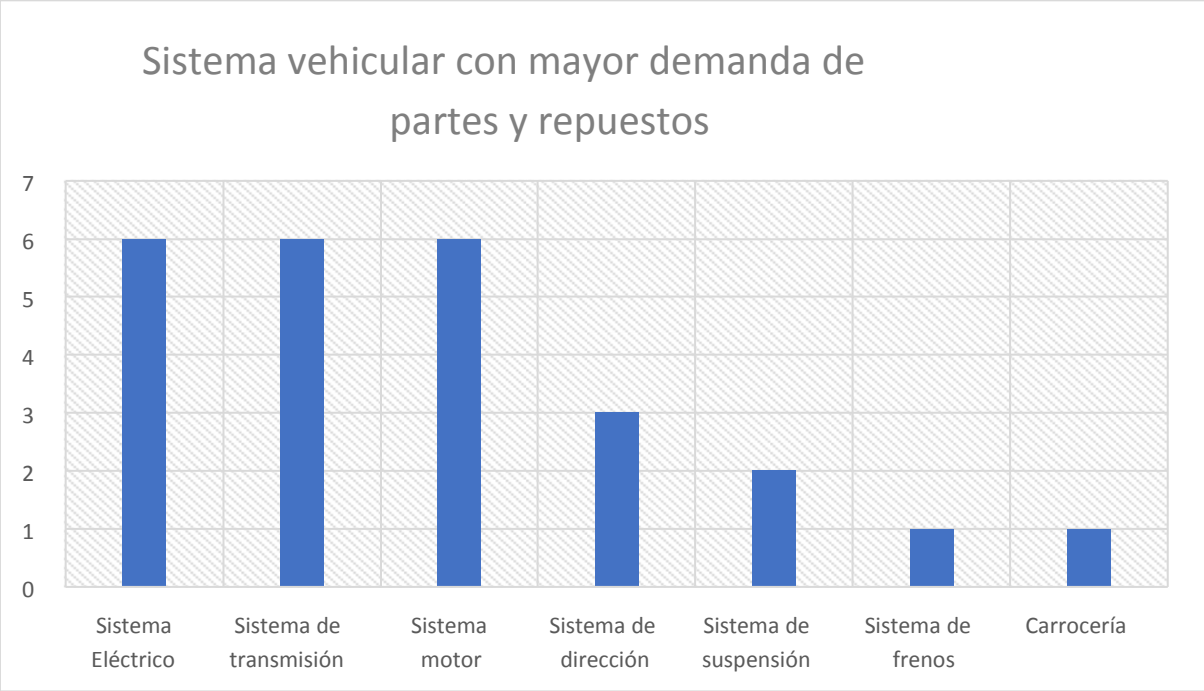


Gráfico 16: Sistema Vehicular con Mayor Demanda de Partes y Repuestos

Se determina, los sistemas de suspensión, motor y transmisión, pertenecientes a las marcas anteriormente identificadas y al tipo de vehículo contemplado como el de mayor circulación según los resultados obtenidos, de los cuales es necesario determinar la viabilidad de fabricación de sus partes y repuestos por medio de la fabricación digital.

2.4.4.1 Atributos con mayor demanda dentro del sector automotriz

Definido el sistema automotriz con mayor frecuencia de averías, el tipo de vehículo y la marca de preferencia dentro en los propietarios de vehículos y con el respaldo de los datos obtenidos de los Talleres Mecánicos- automotriz, es necesario identificar aquellos atributos o características que son de exigencia por parte de los propietarios de vehículos.

Para realizar lo anterior mencionado contrastaremos los datos obtenidos de la población de comercializadoras de partes y repuestos con los datos obtenidos con la población de propietarios de vehículos.

En el ámbito de económico, el precio de los productos juega un papel de alta relevancia, se consultó a los propietarios de vehículos que grado de influencia, tiene la el precio a la hora de adquirir una pieza y/o repuesto, dando como resultado un grado alto de influencia, como lo refleja en el Grafico N.º 17

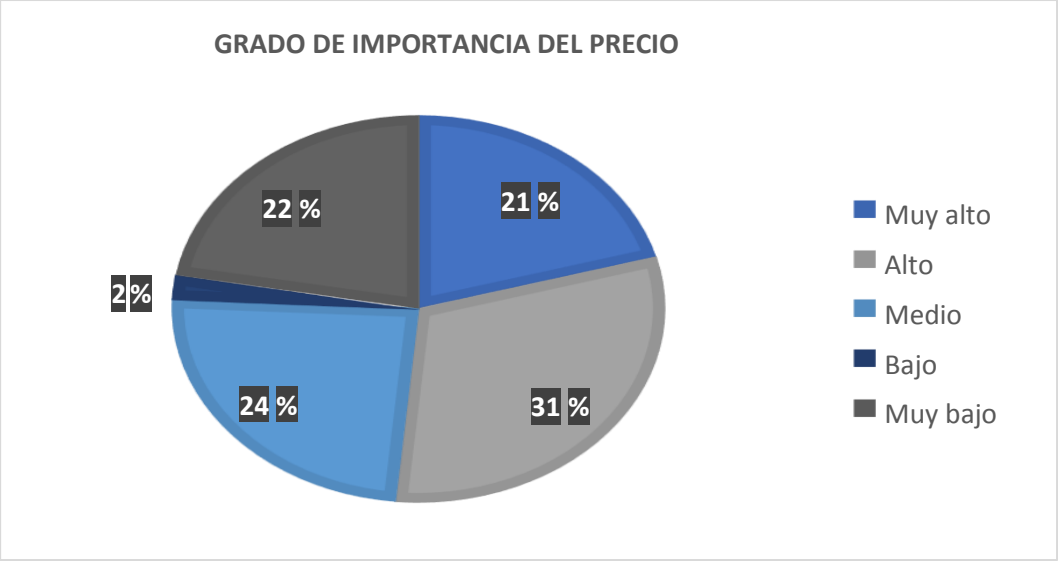


Gráfico 17: Influencia del precio de las piezas y/o partes

Esto refleja que muchos de los propietarios, buscan economizar a la hora de adquirir las piezas y/o repuestos para sus vehículos, pero es baja la diferencia con aquellos que la influencia del precio no provoca una inclinación alta a la hora de esa adquisición. A diferencia de los que prefieren adquirir las piezas con una importancia en el precio muy alta, existe un grupo de personas encuestadas que para ellos significa que adquirir las piezas tiene un grado de importancia Alto por lo que esto puede significar que puede variar pero que no deja de ser primordial para el precio para ellos, este pequeño grupo de personas lo representa un 31% de la

Mientras que muchos prefieren que la importancia en el precio de las piezas o repuestos que adquieren sea muy alto, alto o medio, una parte de la población encuestada considera que el precio no es primordial a la hora de adquisición de las piezas y/o repuestos, sino que la balanza la declina otros aspectos, por lo cual se dio a la tarea de identificar dichos aspectos o atributos.

El segundo aspecto a estudiar su grado de influencia, fue si los propietarios de vehículos, se inclinaban por repuestos de marcas reconocidas o esto realmente no los influenciaba a la hora de su adquisición.

Se obtuvieron los siguientes resultados con respecto a lo anterior:

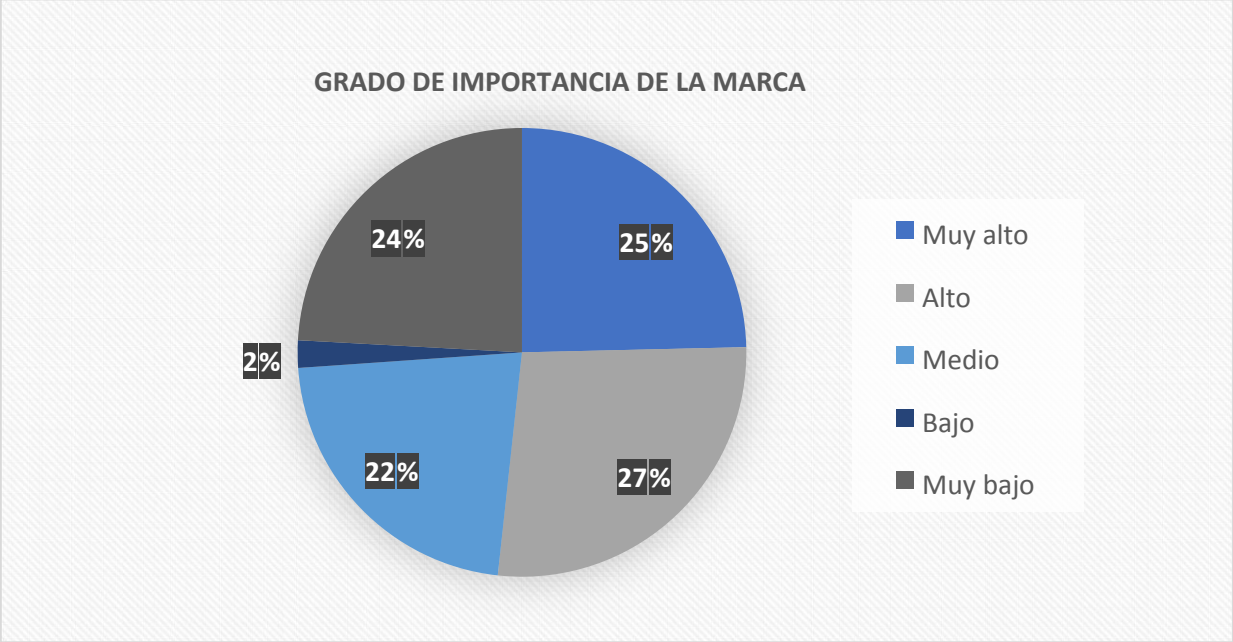


Gráfico 18: Grado de influencia de la marca en la adquisición de partes/repuestos

La marca de los repuestos es algo que para la población en estudio sin duda es un juego de roles, para ciertas personas consideran que la marca que compran tiene una importancia Muy baja, es así que un 24% de las respuestas obtenidas de la población en estudio manifestó tal criterio a ello se podría sumar que hay un 27% que piensa que la importancia de la marca debe ser Alta por lo que las respuestas obtenidas que no poseen una diferencia sustancial, pero implica que la marca puede variar aunque quizás que esta no se tiene que ver afectada en su calidad. A pesar que exista un grado de influencia con mayor relevancia para los propietarios de vehículos, no existe ese margen de diferencia significativo que indique que este atributo tenga un grado alto de influencia, pero si podemos deducir que tiene un grado medio–alto de influencia al momento de la adquisición del producto.

Esto es respaldado por las comercializadoras de piezas y repuestos automotrices, dado que los resultados obtenidos de ellas reflejan que sus clientes prefieren un repuesto equivalente al repuesto que necesitan sobre, la marca o el origen, como lo refleja el siguiente gráfico.

Gráfico 19: Tipos de repuesto de preferencia

Dado lo anterior, mediante el proceso de recolección de información, a los encuestados de la población de propietarios de vehículos, se les pidió que mencionaran el aspecto que para ellos era el mayor influente a la hora de adquirir una pieza o un repuesto, los resultados fueron los siguientes:

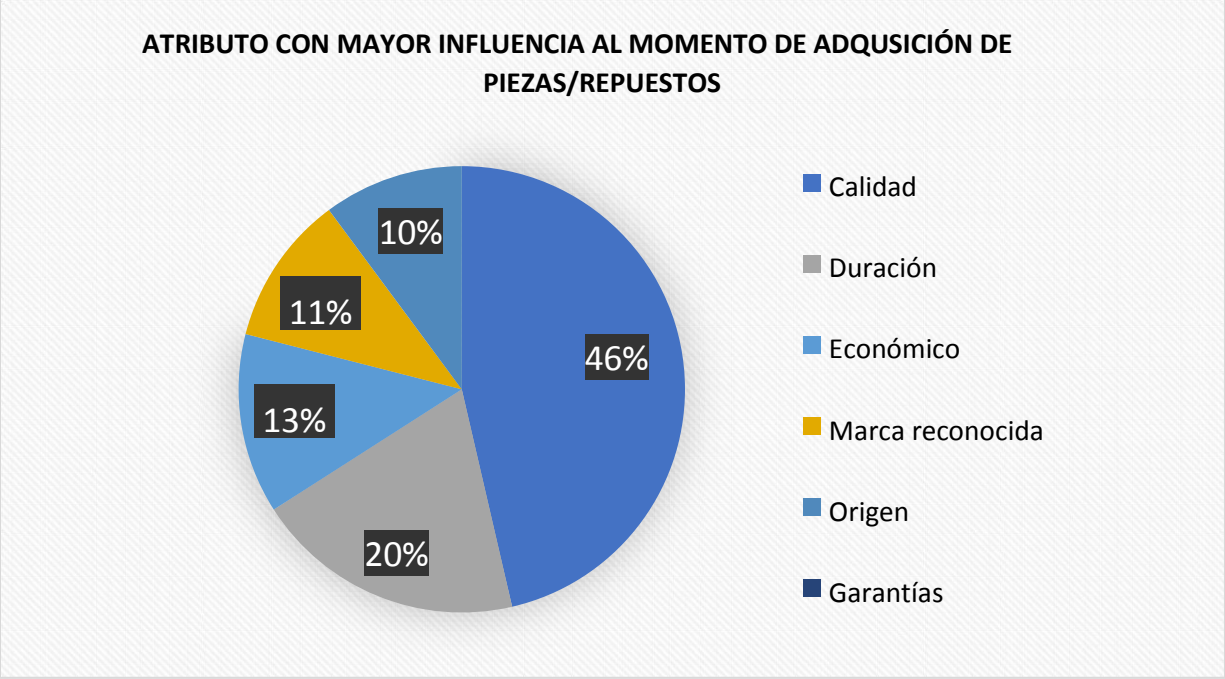


Gráfico 20: Atributo con mayor influencia

Como se puede visualizar, en el Grafico N.º 20, los propietarios de vehículos, expresan que si la pieza y/o repuesto, les asegura calidad, eso los declinara por adquirirlo, y en este caso hay una brecha significativa entre los demás atributos que los mismos propietarios de vehículos mencionaron.

Cabe mencionar, que, al momento de realizar la recolección de datos, los propietarios hacían mención que le atribuían esta característica a aquellas piezas y/o repuestos que aseguraban durabilidad y fiabilidad, es decir mientras el producto les asegura un mejor funcionamiento y una mayor duración ellos declinaban por adquirir esa pieza/repuesto en especial, aunque este tuviera un precio mayor a otros o incluso que no fuera distribuido o fabricado por una marca reconocida.

Lo anterior, difiere con la información brindada por las comercializadoras de piezas y repuestos automotrices, dado que ellos reflejan un 40% de inclinación hacia una marca reconocida al aspecto de calidad, como lo refleja el siguiente gráfico.

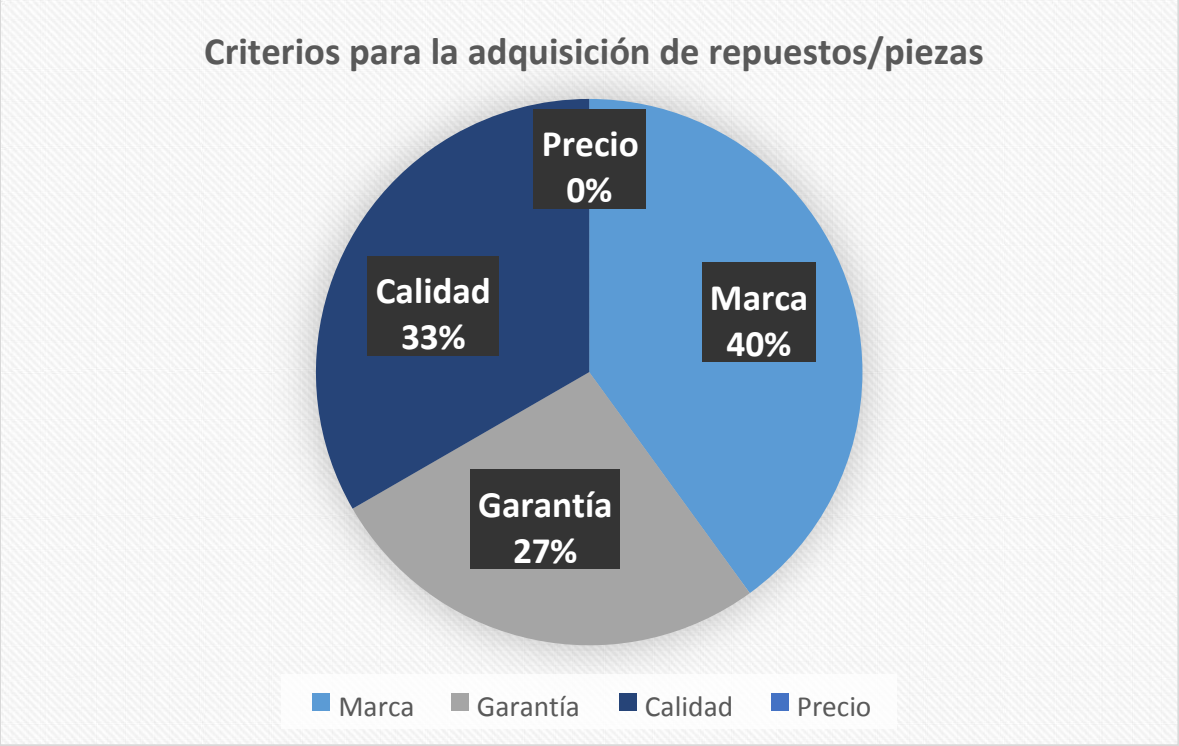


Gráfico 21: Criterios para la adquisición de repuestos/piezas, Comercializadoras de piezas y repuestos

Sin embargo es de relevancia mencionar que durante el proceso de recolección de información muchos de los gerentes de estas comercializadoras mencionaban que los propietarios de vehículos, asociaban una marca reconocida a calidad, en otras palabras, muchos de sus clientes consideran que si la pieza o el repuesto provienen o es distribuido por una marca reconocida, esto es equivalente a durabilidad y fiabilidad del producto, entonces llegamos al mismo punto, los propietarios de vehículos exigen un funcionamiento correcto y una durabilidad excelente sobre otros atributos que poseen dichos productos.

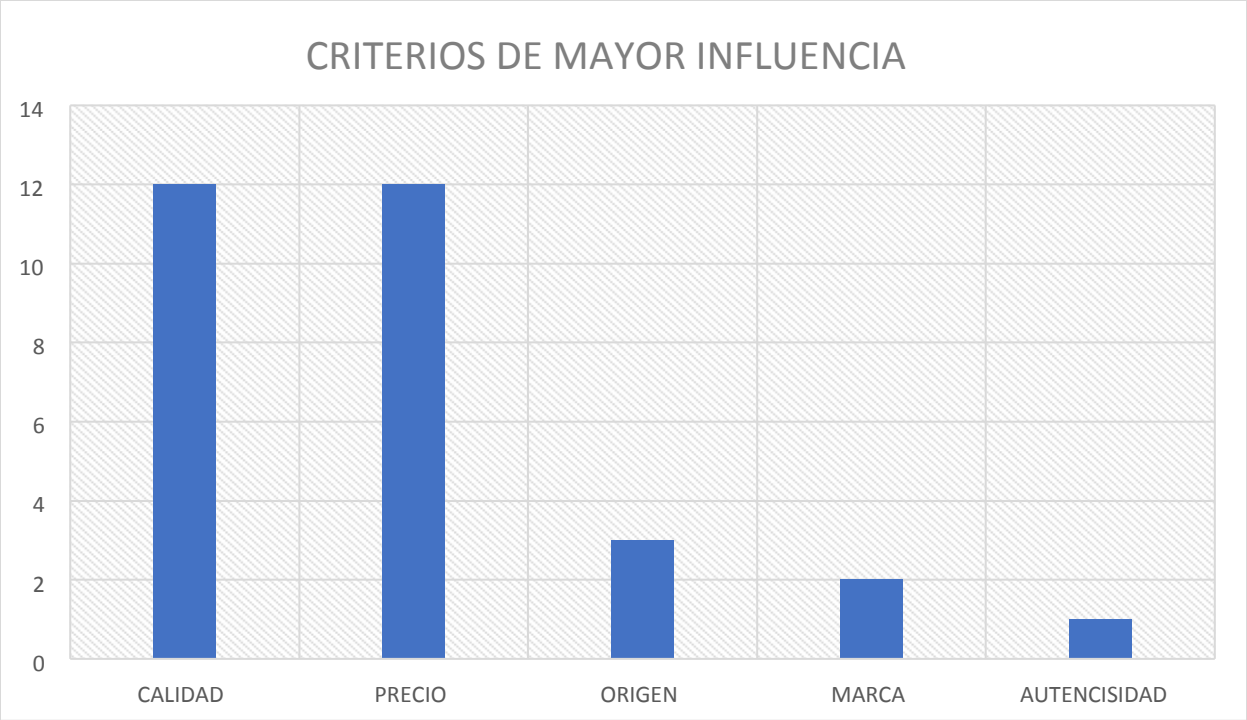


Gráfico 22: Criterios de mayor influencia

Como se puede observar en el grafico anterior, podemos determinar, que los criterios con mayor influencia son: calidad, precio y marca, esto nos permitirá dar un mayor enfoque en la parte de diseño del estudio y en el estudio financiero, dado que hay que priorizar ofrecer una parte o repuesto de mayor calidad a un precio competitivo en el mercado

2.4.4.2 Nivel de aceptación de la fabricación digital

Después de identificar las exigencias y demandas del mercado automotriz salvadoreño, y dado a la novedad de la fabricación digital en la región, debemos conocer que tanto conoce esta nueva metodología de fabricación el mercado, así como que aceptación posee dicha tecnología.

Para ello, los propietarios de vehículos encuestados, contestaron sobre si conocían sobre esta nueva modalidad de fabricación, obteniendo los siguientes resultados:

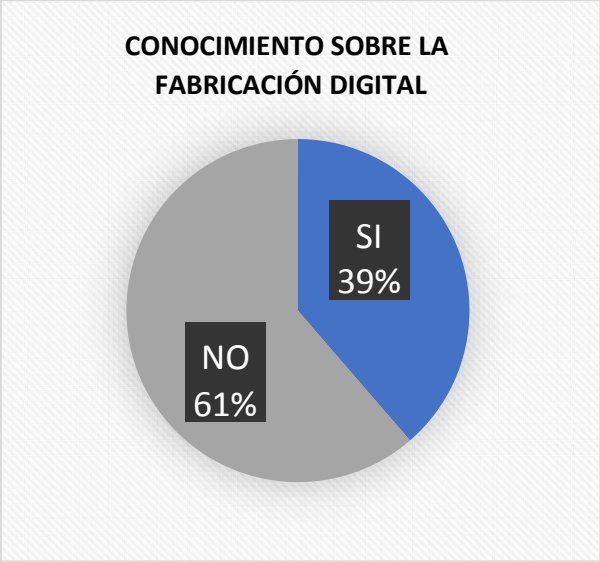


Gráfico 23: Conocimiento sobre Fabricación Digital

De la población en estudio y de nuestro interés era evidente que además de saber el tipo de vehículo que poseen, la marca y el año, etc. Saber si conocen lo que es la fabricación digital nos daría la pauta que tanto esta tecnología es conocida por las personas y que tanto esta ha incursionado en la rama automotriz.

Los resultados reflejados en el Grafico N. º24, nos deja claro que esta forma de fabricar, aun no es conocida por la mayoría de la población, por lo cual se será un gran reto potenciar estas piezas y/o repuestos elaboradas mediante la fabricación digital, y potenciar los beneficios que este tipo de fabricación ofrecen en comparación al método convencional de fabricación.

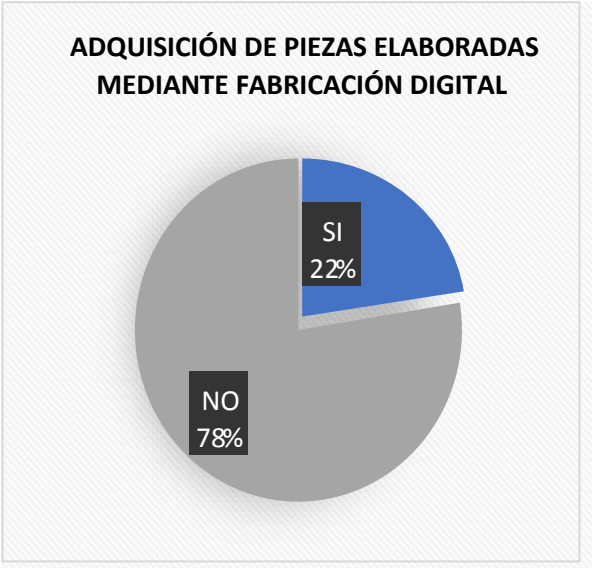


Gráfico 24: Adquisición de piezas elaboradas con Fabricación Digital

Sin embargo, ese porcentaje que conoce la fabricación digital, es relevante conocer si han adquirido una pieza o repuesto elaborada con esta tecnología, por lo cual proseguimos durante el proceso de recolección de información dar una respuesta a esa interrogante, lo resultados se reflejan en el Grafico N.º 25.

A pesar de que las tecnologías de fabricación digital son nuevas y están en apogeo en la actualidad, hay un grupo selecto de personas que, SI han adquirido partes, piezas o repuestos con tecnologías de fabricación digital, este grupo selecto lo representa un 22% de la población en estudio que SI confirmo que han adquirido en un momento determinado.

No obstante, cabe resaltar el porcentaje alto de las personas que conocen la fabricación digital, pero no han adquirido piezas y/o repuestos automotrices elaborados con esta tecnología, y esto se debe a que como es una tecnología que es relativamente nueva en la región, desconocen que esta se pueda implementar en el sector automovilístico, por lo que no es algo que hayan visto en algún punto de comercialización y que tampoco se ha realizado difusión de la utilidad de esta tecnología en el sector automotriz.

Pero, conociendo la fabricación digital y sus beneficios, consultamos a estas personas que conocían, pero no habían adquirido piezas y/o repuestos elaboradas con esta tecnología, y al plantearles que la fabricación digital se podría emplear en el sector automotriz, los resultados fueron relevantes.

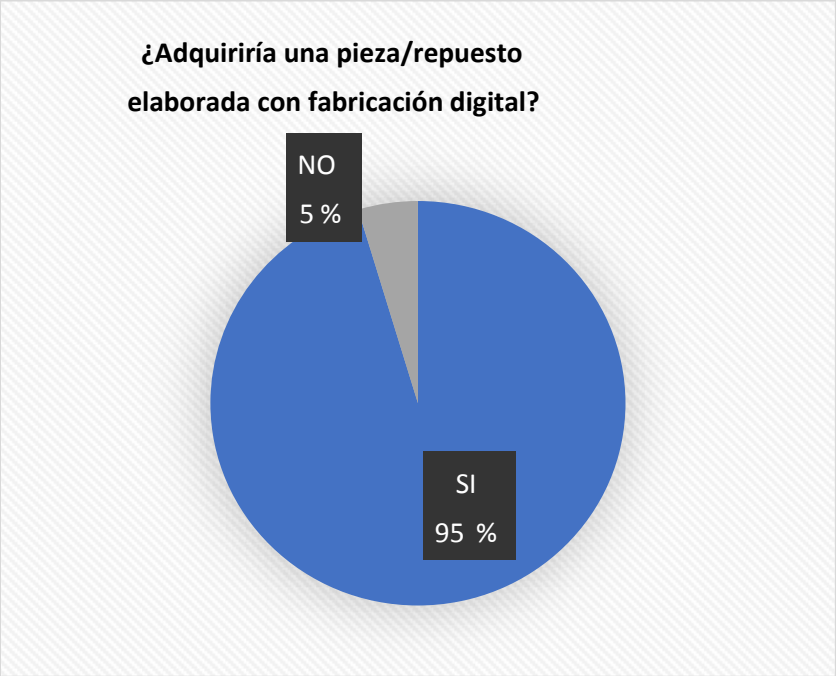


Gráfico 25: Adquisición de piezas/repuestos elaboradas con fabricación digital

Al entablar los datos, observamos que el 95% que conoce la fabricación digital estaría dispuesta a adquirir productos automotrices elaboradas con esta tecnología

A estas personas que adquirían sin problema alguno, estas piezas/repuestos, nos interesaba conocer qué tipo de repuestos o para que sistemas automotrices, confiarían que dichos repuestos o piezas elaboradas de fabricación digital.

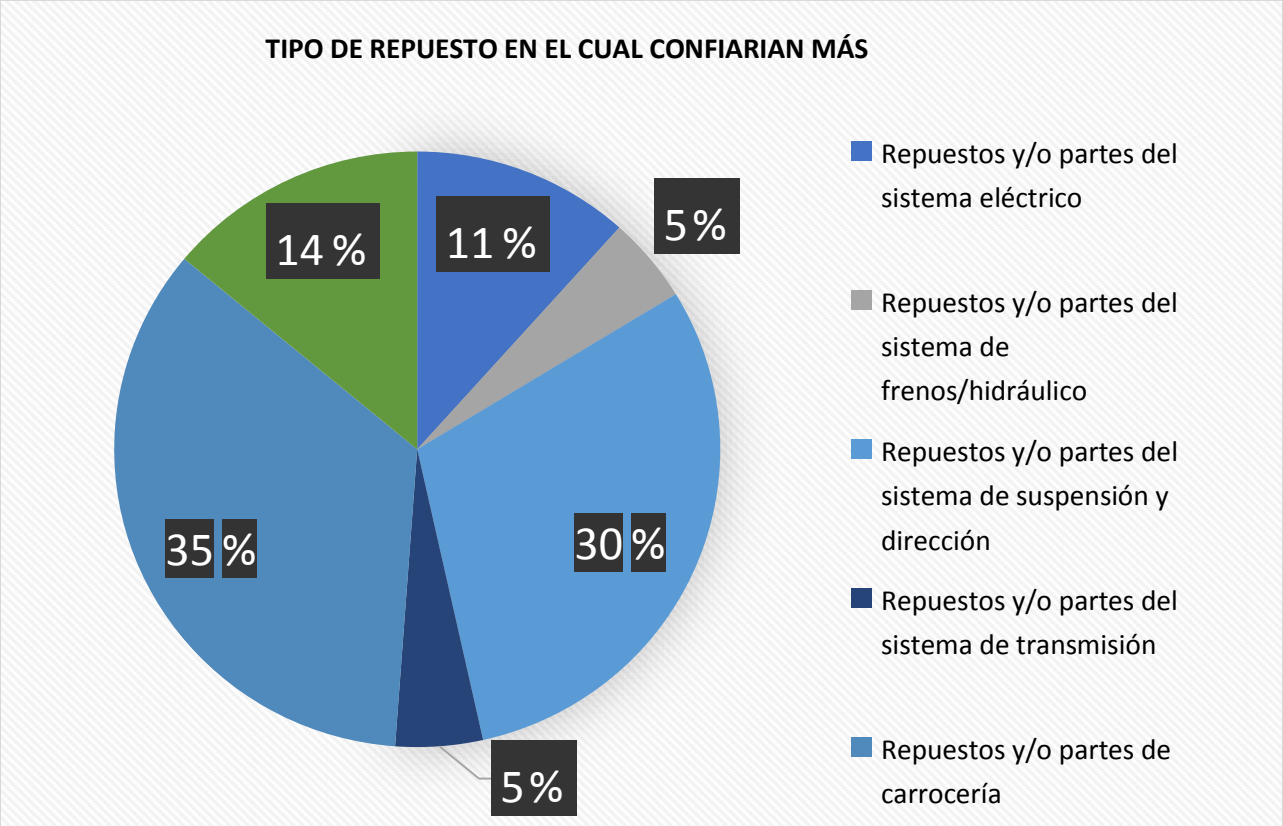


Gráfico 26: Tipo de repuesto en el cual existe mayor confianza

Para sorpresa del grupo investigador, nos encontramos que un 30% confiarían en repuestos para el sistema de suspensión y dirección, el cual es el sistema que presenta mayor frecuencia de averías en los vehículos, lo cual es favorable para el estudio dado que se confirma que existe una demanda y una aceptación favorable para la implementación de esta tecnología en el sector automotriz salvadoreño en la actualidad.

Sin embargo, al profundizar en el porcentaje de propietarios que no conocen lo que es la fabricación digital, y al momento que les explicamos en que consiste esta tecnología obtuvimos las razones por las cuales podrían desconfiar de estas piezas o repuestos, y esas razones las ilustramos en el Gráfico N.º27.

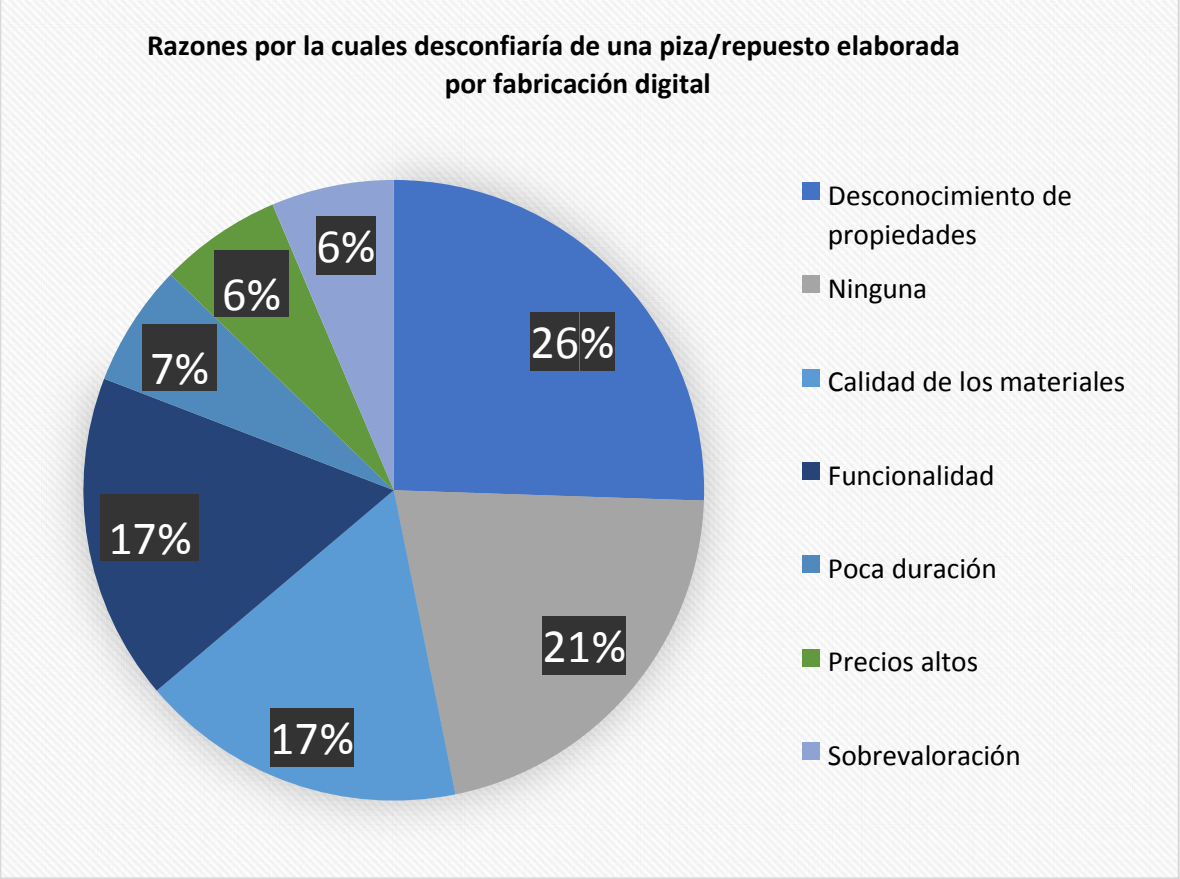


Gráfico 27: Razones de desconfianza

La razón que supera a las demás, es el desconocimiento de las materias con las que se puede trabajar con la fabricación digital, y esto viene dado, por el desconocimiento parcial o completo de esta tecnología, además resalta que, a pesar de no tener conocimientos bastos en esta rama de la industria, un 21% de los propietarios de vehículos, no desconfiarían de estas piezas/repuestos, mientras se les brinde los atributos más esenciales los cuales son, la durabilidad y la fiabilidad.

2.4.5 Viabilidad de mercado desde el punto de vista del distribuidor

2.4.5.1 Situación actual de las comercializadoras de partes y repuestos de automóviles

En los últimos años hemos podido observar el importante despliegue de unidades de diferentes que se han incorporado al parque automotor de nuestro país para beneplácito de los usuarios, pero con las con las consiguientes consecuencias de inviabilidad de escala productiva para los distribuidores de partes y repuestos vehiculares como lo son las comercializadoras de dichos productos.

Como ya es conocido, cuando las empresas comercializan las piezas y repuestos de vehículos en nuestro país requieren el importarlo, estos deben de estar propensos a que estos productos lleguen con un rango de tiempo no tan corto, esto dependiendo del país de donde provengan.

En la investigación de campo realizada buscamos deducir cual es el tiempo de espera al realizar el pedido y la recepción de las piezas y/o repuestos, para determinar si la molestia presentada por los propietarios de vehículos se contrasta con la información que nos brindaron las comercializadoras de estos productos, estos resultados fueron los siguientes:

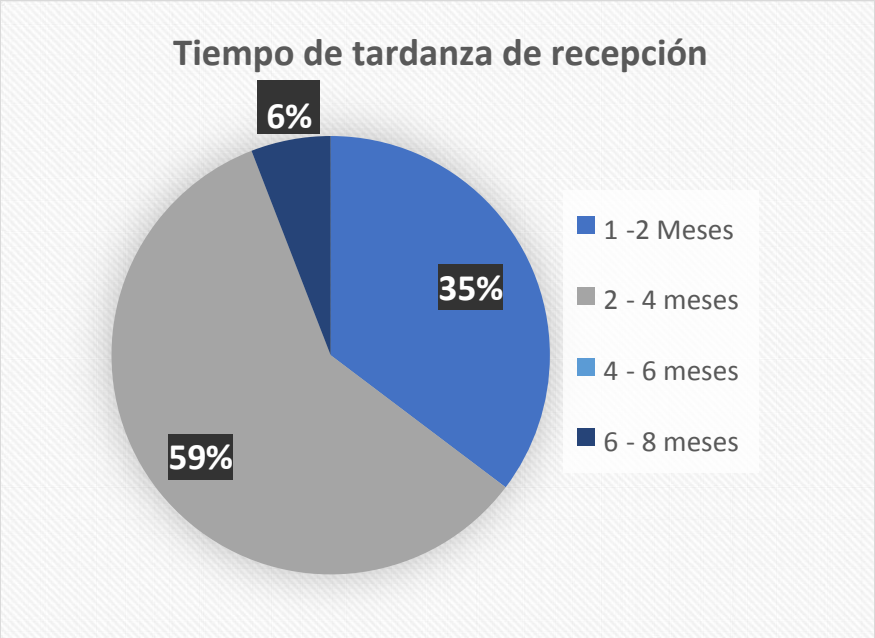


Gráfico 28: Tardanza de recepción de importaciones de partes/repuestos

Con los resultados de la investigación de campo realizada a las comercializadoras, se determinó que el periodo de tiempo que más se tardan en recibir importaciones fue de 2 a 4 meses con un 59% de resultados en respuestas obtenidas. Seguido de un 35% que respondieron que el tiempo promedio que tardan en recibir las importaciones de los repuestos es de 1 a 2 meses y finalizando con un 6% que respondió que de 6 a 8 meses.

Esto demuestra que para las comercializadoras es de suma importancia manejar correctamente y con la anticipación requerida, los tiempos de pedidos de sus productos para su comercialización, ya que esto les disminuye los problemas de abastecimiento en sus negocios.

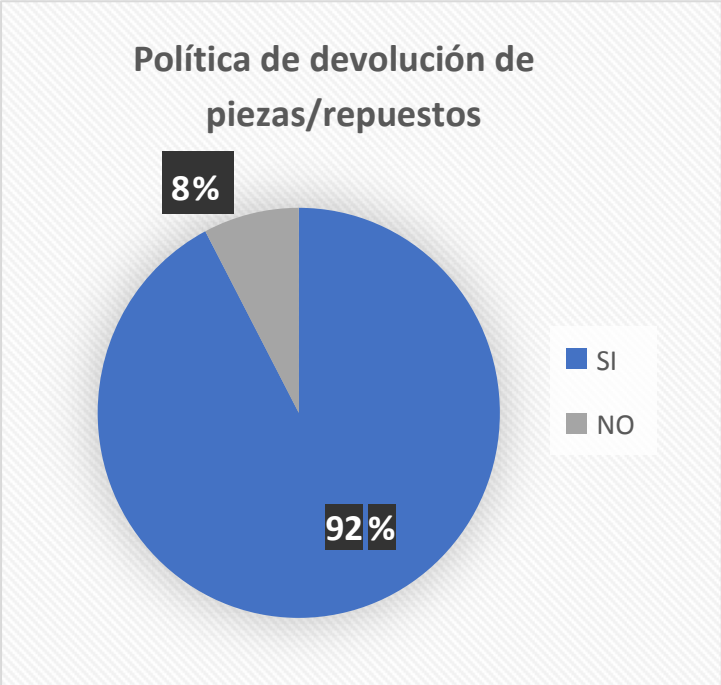


Gráfico 29: Política de devolución de piezas/repuestos

En el proceso de importación de productos siempre existen daños a la mercancía, es por ello que se investigó si en las comercializadoras de repuestos se realizaban devoluciones, por lo cual es necesario conocer si existe una política de devolución de estos productos importados, los resultados obtenidos sobre esto durante el estudio de campo, se obtuvieron en el Grafico N.º 29.

Dado que existe una política de devoluciones dentro del 92% de comercializadoras ¿Qué tan frecuente se llevan a cabo estas devoluciones?, esto lo consultamos con los gerentes y encargados de las comercializadoras, y se obtuvieron los resultados reflejados en el Grafico N.º 30.

Con respecto a la pregunta anterior, se analizó con qué periodo de tiempo se realizaban las devoluciones de los productos dañados por el proceso de importación, en ello se obtuvo que un 94% contestaron que normalmente hasta los 6 meses realizaban en ocasiones las devoluciones de los productos dañados por el proceso de importación.

Podemos observar que las devoluciones de productos ya sean con averías o con algún daño por importación, no se dan tan frecuentemente, pero generar estas devoluciones, a pesar de no ser recurrentes, generan descontento en los clientes y esto va generando un mal récord en la empresa comercializadora.

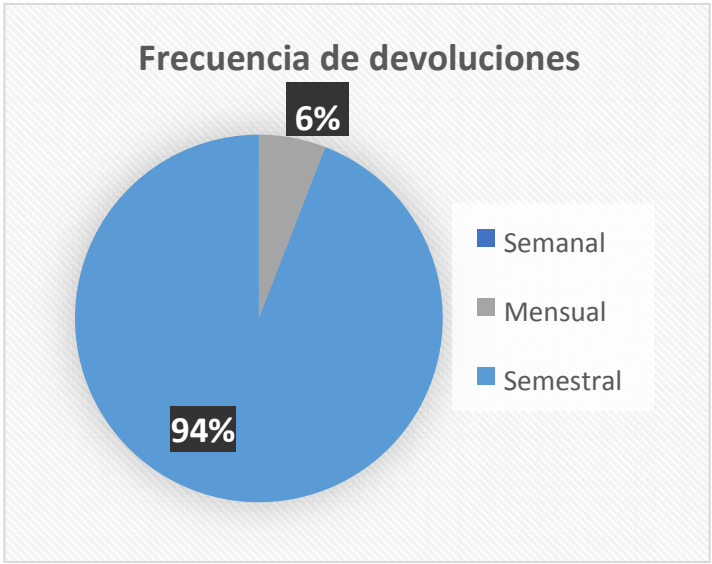


Gráfico 30: Frecuencia de devoluciones

No obstante, para determinar la situación actual de las comercializadoras, es de indagar, ¿Cuál es el país del cual provienen mayormente estas partes/repuestos que son importados a nuestro país?

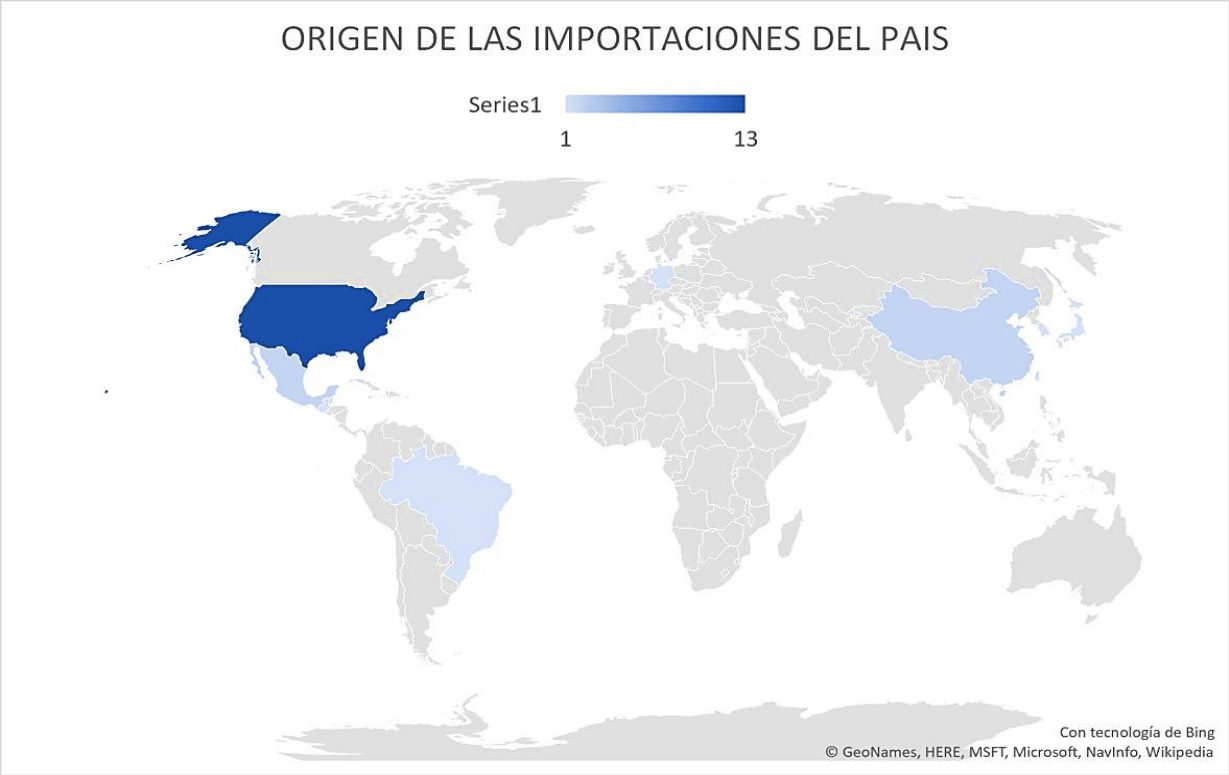


Gráfico 31: Origen de las Importaciones del Pais

Los gerentes y encargados de las comercializadoras, dejaron ver que el país donde provienen los repuestos en mayoría, es de Estados unidos, México y China, como se puede visualizar en el Grafico N.º 31. Resaltando los dos primeros que a pesar de su cercanía las importaciones tarden un tiempo considerado como se mencionó con anterioridad, dando a conocer el mal manejo de inventarios por parte de la mayoría de comercializadoras de partes y repuestos vehiculares.

2.4.5.2 Posición de los distribuidores con respecto a la fabricación digital

Determinados los problemas y la situación actual de las comercializadoras de partes y repuestos de vehículos, ¿cuál sería la posición de estos con la implementación de la fabricación digital en este sector?, pero antes de postular una posición como tal, debemos conocer, si estas entidades conocen dicha tecnología.

Realizamos esta indagación con los gerentes de dichas comercializadoras y se adquirieron los resultados, ilustrados en el Grafico N.º 32.

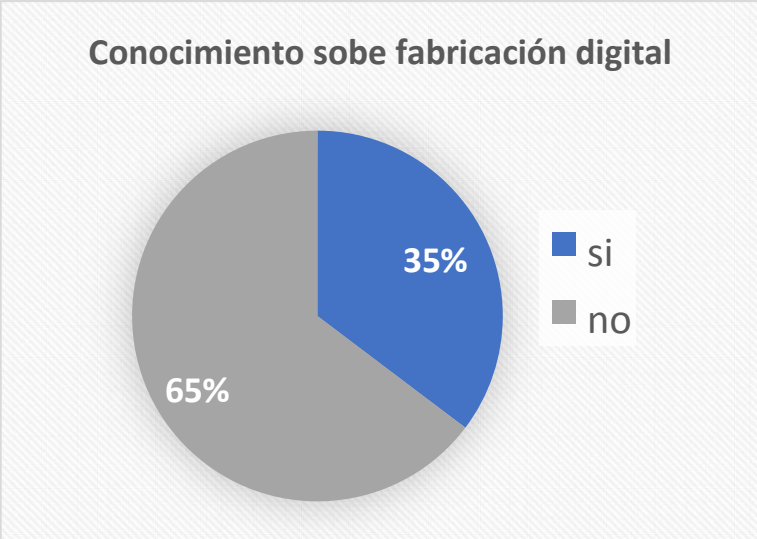


Gráfico 32: Conocimiento sobre fabricación digital de comercializadoras

Podemos observar que son pocas las comercializadoras que tiene conocimiento de esta tecnología, lo cual es relevante para el estudio, dado que se requerirá de generar estrategias para difundir conocimientos sobre esta tecnología y sus usos en diferentes ramas, pero principalmente en el sector automotriz, dado que esto nos pone en una posición inferior a comparación a otros países, en los cuales se maneja esta tecnología en sus diferentes aplicaciones.

No obstante, el 35% de comercializadoras que manejan conocimientos sobre fabricación digital ya sea solo por mención o en otros casos con mayor profundidad, es de analizar de donde proviene estos conocimientos, y durante las entrevistas con los gerentes y encargados de estas entidades obtuvimos datos que revelan estos conocimientos y es dado por las consultas de sus propios clientes, los cuales han buscado piezas y repuestos elaboradas con esta tecnología, por diferentes razones, en las cuales destacaba: **“la solicitud de piezas de específicas para potencias el rendimiento del vehículo, y piezas para vehículos con una edad mayor de 40 años”,** para los cuales ya no se elaboran piezas ni repuestos dada su antigüedad.

Gracias a las entrevistas con estas entidades, identificamos que la posición de estos con respecto a esta tecnología es bastante favorable, dado que observan una oportunidad para ofrecer mayor diversidad de productos y captar a otro tipo de clientes.

2.4.6 Viabilidad de mercado desde el punto de vista del competidor

2.4.6.1 Situación actual del competidor

En el sector automotriz salvadoreño, no existen empresas que se dediquen a la elaboración de autopartes de forma autorizada o legal, por lo que no existe una competencia directa a la implementación de la fabricación digital en esta área, pero si existen entidades que reconstruyen, reacondicionan y adaptan piezas o repuestos automotrices, y esta actividad lo llevan a cabo los talleres, ya sea en la área mecánica-automotriz como los talleres industriales.

En el salvador actualmente la industria de talleres del área automotriz sigue apostando fuertemente en el mercado de la reparación, en los que se efectúan operaciones encaminadas a la restitución de las condiciones normales del estado y de funcionamiento de los vehículos o de equipos y componentes de los mismos.

Dada a la versatilidad de servicios que prestan dichas entidades, se buscó identificar el servicio con mayor presencia, los resultados se reflejan en el Grafico N.º 33.

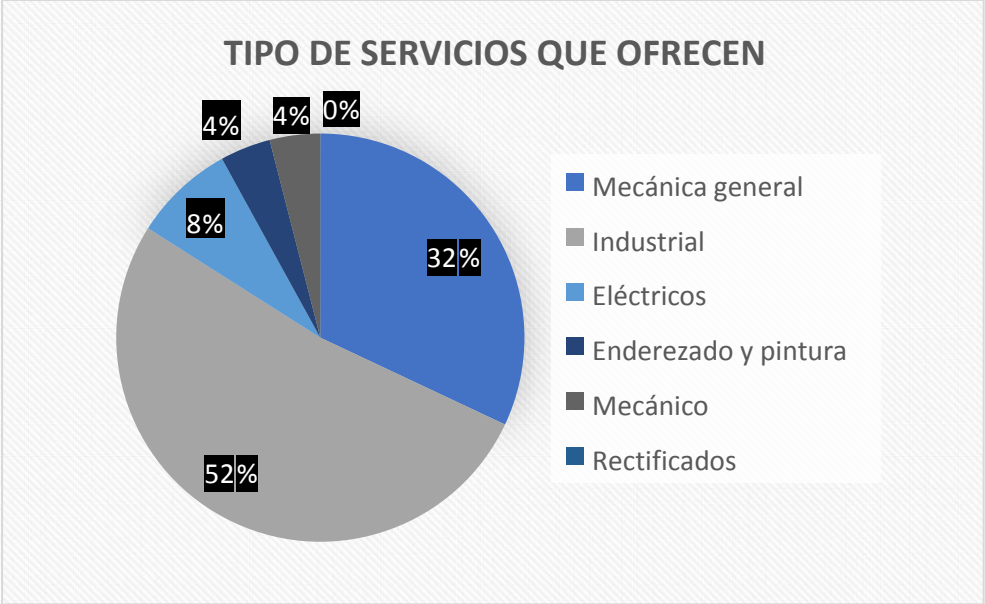


Gráfico 33: Tipo de servicio que ofrecen.

Durante la aplicación del instrumento de recolección de información, y los comentarios realizados por los encargados de estas entidades, talleres dedicados al sector industrial, realizaban igualmente servicios automotrices, dado al basto mercado que este sector ofrece.

Dentro de la categoría de servicio Industrial, encontramos reconstrucción y reacondicionamiento de piezas y repuestos de automóviles, y durante el estudio de campo se observó que el tiempo empleado para este tipo de servicio, creaba una molestia en sus clientes, por lo cual se indago, ¿Cuánto tiempo era necesario para realizar con eficiencia este servicio?

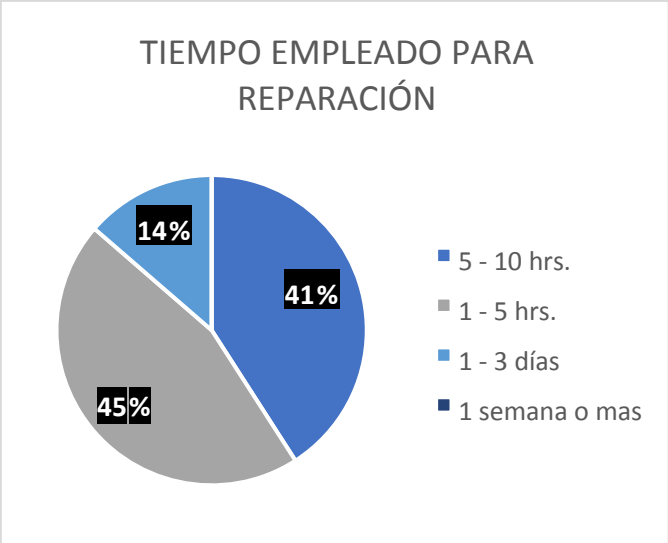


Gráfico 34: Tiempo empleado para reparación

Los resultados arrojaron que el promedio del tiempo empleado en estos servicios está en el intervalo de 1-5 horas de trabajo para piezas o repuestos que no requerían un trabajo especializado, en cambio en aquellas piezas que lo requerían, los trabajos llevaban a demorarse en un intervalo de 5-10 horas, por lo cual, los clientes se miraban en la obligación de dejar sus vehículos en los establecimientos para poder obtener el servicio adecuado.

A pesar de existir un intervalo promedio de tiempo, este varia si el establecimiento no está saturado de trabajo adicional, por lo que se podía a llegar a extender más allá de este intervalo.

Pero existe un factor adicional por lo cual puede extenderse el tiempo de servicio, el cual es el nivel tecnológico con el que cuenta la mayor cantidad de Talleres en el país.

Se visitaron los talleres pertenecientes a la zona metropolitana de San Salvador, para visualizar de primera mano, la tecnología con la que ellos cuentan.

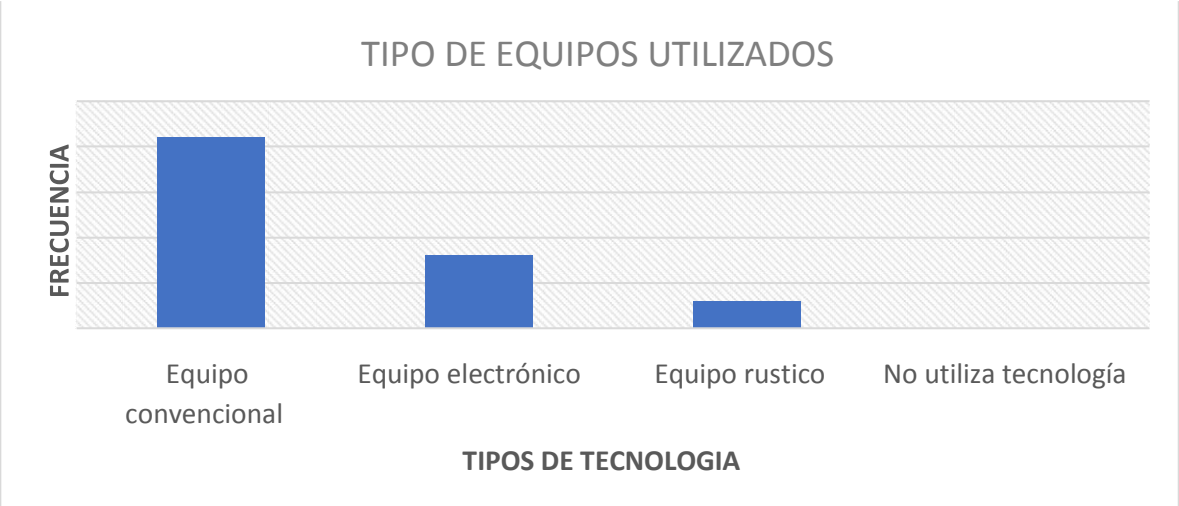
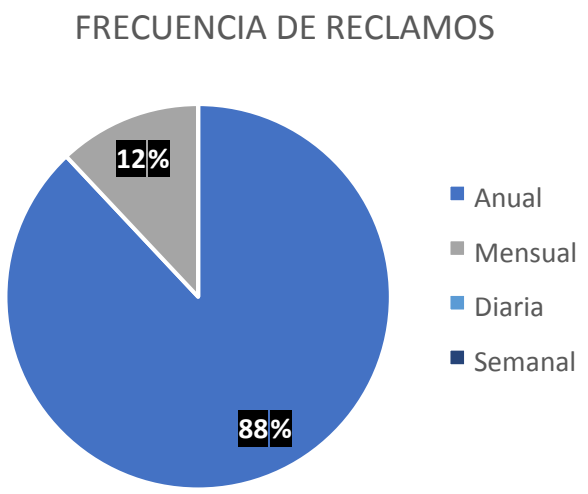


Gráfico 35: Tipo de equipo utilizados

Como refleja el Grafico N.º 35, los talleres cuentan con su mayoría con equipo convencional, en el cual encontramos, tornos, fresadoras, taladros de banco, prensas hidráulicas, soldadores, entre otros, y en algunos casos son apoyados por equipo electrónico, en el cual resaltan los equipos de diagnóstico, en el cual se examinaban los sensores de los vehículos para obtener con mayor precisión la causa de la falla.

Dada que este nivel tecnológico, es bastante inferior al necesario para la elaboración de piezas o repuestos que requieran mayor precisión, y que el nivel actual requiere de una alta intervención del operario, están sometidas al error humano las partes elaboradas con este nivel tecnológico y por lo mismo a los reclamos que se pueden ocasionar por parte de los usuarios de dichas partes.

Por esto, realizamos cuestionamientos sobre este tema a los encargados de los talleres, y obtuvimos una frecuencia en la que suceden estos reclamos, el cual la no es muy frecuente dado que la mayoría de reclamos surgen al año de haber realizado el servicio, como se ilustra en el Grafico N.º 36.



Podemos definir la situación del mercado competidor, el cual no posee un nivel tecnológico alto, y dado a esto sus servicios necesitan una intervención alta de los operarios por lo cual son propensos a poseer errores humanos lo cual baja la calidad de los servicios prestados, además de la diversidad de los servicios prestados, los talleres no procuran mejorar en sus los procesos de los servicios que prestan.

Gráfico 36: Frecuencia de Reclamos

2.4.6.2 Posición de mercado competidor, con respecto a la Fabricación Digital.

Para poder determinar la posición del mercado competidor, debemos indagar que tan conocida es esta tecnología entre los talleres y partiendo de esto podremos establecer más factores para identificar su posición con respecto a la fabricación digital.

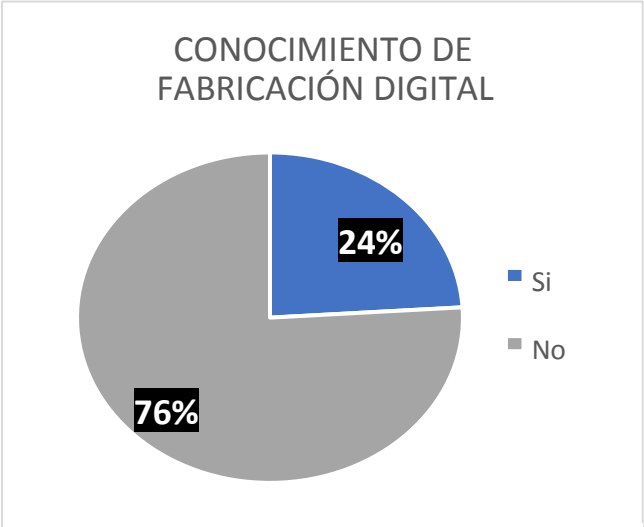


Gráfico 37: Conocimiento de Fabricación digital del mercado competidor

Podemos observar que la mayoría de talleres, desconocen esta tecnología, por ende, no conocen la aplicación de esta en el sector automotriz, lo que explica por qué el nivel tecnológico de este sector, sigue estando a un nivel bastante inferior comparados a nivel regional.

No obstante, el 24% que conoce esta tecnología, era por mención de sus clientes, y otra parte por realizar trabajos con esta tecnología, por ejemplo, los talleres de Grupo Barón, en el cual su fuerte es el reacondicionamiento por medio de tecnología CNC.

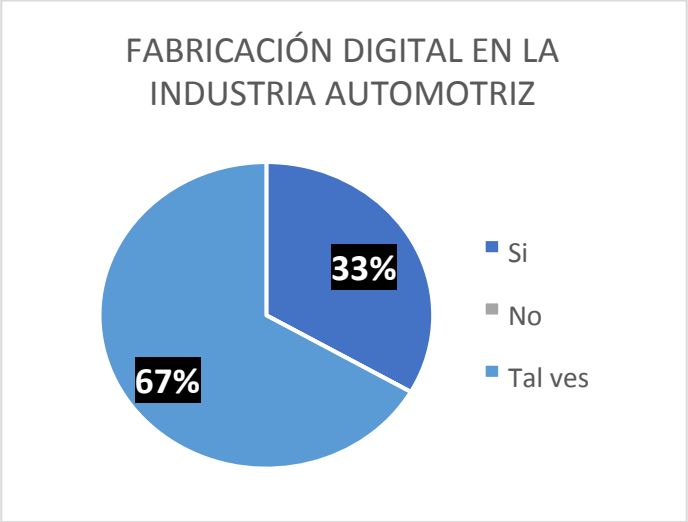


Gráfico 38: Fabricación digital en industria automotriz en estudio

Al mostrarles a la población de talleres estudiado, como funciona la fabricación digital, consultamos dada la experiencia de ellos si consideraban esta tecnología fiable de aplicar en el sector automotriz.

Ninguno de los encargados de estas entidades, mostraron una negativa sobre si esta tecnología podría utilizarse en el sector automotriz, no obstante, la mayoría no está completamente seguro si es viable económicamente, dado que son pocos los operarios que podrían utilizar esta tecnología

Dado lo anterior, se indago sobre que utilidad encontrarían los propietarios de vehículos, si se implementara la fabricación digital en el sector automotriz lo que resalto que la mayoría visualizaba una utilidad en la rectificación y reacondicionamiento de piezas más que la fabricación de las mismas.

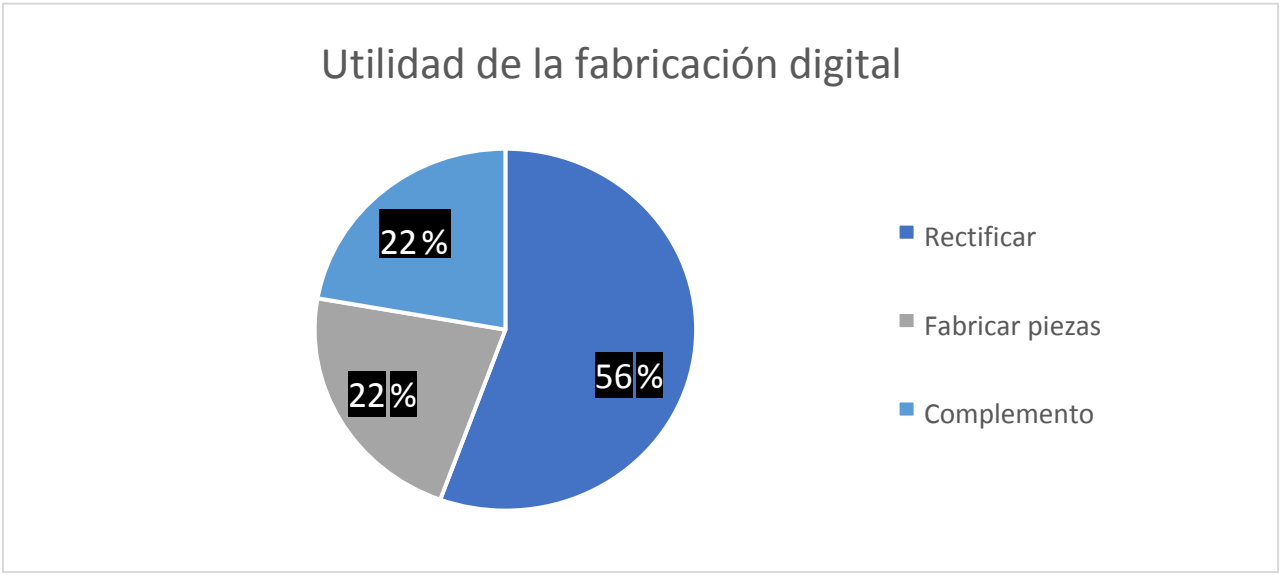


Gráfico 39: Utilidad de la Fabricación Digital

Con un 56% de los encuestados, contrastando lo anterior, y con poca relevancia, cabe mencionar que los encargados de los talles que mencionaron la Fabricación de piezas, eran talleres que ya utilizan esta tecnología para la rectificación de piezas, que, según los comentarios realizados por ellos mismos, elaboran piezas/repuestos, pero a una escala muy inferior.

Con esto podemos definir una posición, favorable recto a esta tecnología, a pesar de que la mayoría de estos no conocen esta tecnología por lo cual igual que el sector de las comercializadoras, se necesitara más difusión del uso de esta tecnología en el sector automotriz.

2.4.7 Viabilidad de mercado desde el punto de los laboratorios de Fabricación Digital.

Como resultados de la aplicación del instrumento, elaborado partiendo de la matriz de congruencia anteriormente expuesto, este se aplicó a los competidores directos como lo son, Factory Lab SV, Lab CT, FIALAB y Hackespace.

Los anteriores mencionados se buscó identificar al rubro o a la especialidad a la que ellos se dedican o especializan, teniendo como resultado la elaboración de prototipado, de artículos para diferentes áreas de la manufactura, adicional brindan asesorías para el desarrollo de proyectos innovadores dado su aporte y apoyo desde el punto de vista de un “Fab lab”, partiendo de esto se indago en cuál es el alcance que buscan como precursores de esta tecnología, lo cual determinaron en común, el promover la tecnología de fabricación digital como nueva metodología para la fabricación de diferentes artículos.

Es necesario si la aplicación de esta tecnología posee apoyo o en cambio posee opositores a la utilización de esta, por ello indagamos en las entrevistas a los diferentes “Fab lab” si obtuvieron algún tipo de apoyo para llevar a cabo la creación de ellos. Lo que contestaron fue unánime todos ellos obtuvieron apoyos, aquellos “Fab lab” que no pertenecen a una entidad educativa fueron apoyadas por entidades como FONDEPRO y DICAMEC, dado que estas entidades brindan a poyo principalmente a proyectos que promuevan la innovación en el país. En el caso de los “Fab lab” de las entidades educativas como el FIA LAB y los ubicados dentro de la Universidad “José Simeón Cañas”, obtuvieron el apoyo integral de la institución en cuestión.

2.4.7.1 Situación actual de los “Fab lab”

Es imprescindible para definir la situación actual de los “Fab lab” en El Salvador, determinar el actualmente ofrecen, en los cuales se destacaron los siguientes: **Modelado 3D, Impresión 3D, Corte laser, grabado laser.** nivel tecnológico que poseen dichos “Fab lab”, esto se identificara por medio de los servicios que

Para dichos servicios es necesario contar con equipo que cumpla con los procesos necesarios, para identificar esto, es necesario recordar la metodología que comprende la fabricación digital, que es desde el uso de software CAD, para elaborar el diseño geométrico del objeto del cuestión, luego el uso de los softwares de CAES, que se emplean para el análisis de la piza al simularla bajo ciertas condiciones que son establecidas dentro del programa, posterior se utiliza los software CAM, donde se simula el proceso de elaboración de la pieza a partir de la selección y dimensiones del material, selección de herramientas de maquinado, etc. y esto finalizando en la maquinaria principal dentro de la cual se encuentran máquinas de control numérico CNC (tornos, fresadoras, router, cortadoras laser e impresoras 3D).

Ya determinado lo anterior, los “Fab lab” de El Salvador, la mayoría cuenta con equipo de impresión 3D y cortadores laser. Pero resalta el hecho de que algunos de los “Fab lab”, están incursionando en la elaboración de su propio equipo como son el caso del FIA LAB de la Universidad de El Salvador, el cual está elaborando maquinaria CNC en este caso una fresadora y Factory Lab, el cual ya comercializa su propia línea de impresoras 3D, totalmente ensambladas en el país, lo cual ayuda al posicionamiento del nivel tecnológico con respecto a la fabricación digital.

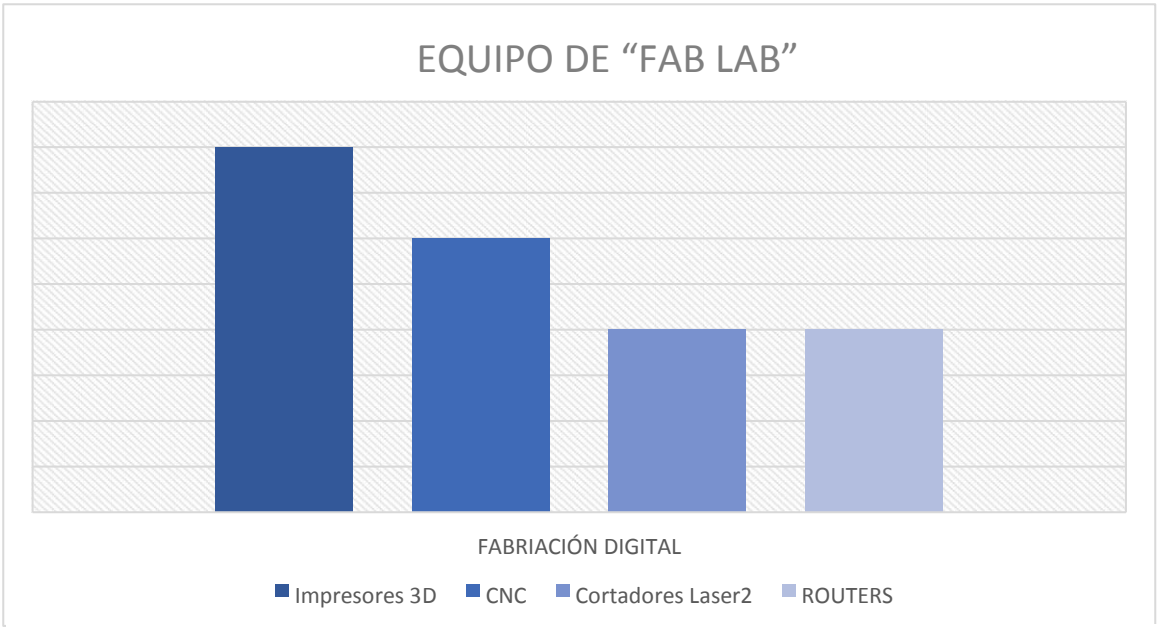


Gráfico 40: Equipo de los Laboratorios de Fabricación

Si comparamos estos resultados con los datos de la red de “Fab lab”s, y haciendo un análisis latinoamericano, adicionando los nuevos laboratorios de fabricación creados en los últimos años en el país con los laboratorios de fabricación digital registrados en red mundial de “Fab lab”, observamos que El Salvador posee el puesto 10 de 17 países latinoamericanos que cuentan con estos laboratorios.

Gráfico 41: Cantidad de FAB LAB en Latinoamérica

Sin embargo, a nivel de la región de Centroamérica, El Salvador se posiciona en el segundo lugar solo por debajo de Costa Rica.

Gráfico 42: Cantidad de "FAB LAB" en Centroamérica

Con esto podemos determinar, que el país posee una situación favorable en materia de "Fab lab", dado que es uno de los países centroamericanos que posee estos laboratorios, con esto podemos deducir que se posee la infraestructura y maquinaria para poder implementar esta tecnología a diferentes sectores de la industria, como lo es el sector automotriz, sin embargo debemos conocer el posición que estas entidades tienen al respecto de la implementación de esta tecnología en dicho sector, para ello durante la aplicación de la entrevista, se hurgo la perspectiva que poseen estas entidades con respecto a lo dicho con anterioridad.

2.4.7.2 Posición de los "Fab Lab" con respecto a la implementación de la fabricación digital en el sector Industrial

Dado el objetivo del estudio, es necesario conocer de la mano de las entidades que poseen mayor experiencia en la implementación de esta tecnología, la percepción que ellos poseen con respecto a la implementación de la fabricación digital en el sector automotriz.

De la aplicación del instrumento de recolección de información podemos mencionar que las entidades en estudio, hacía referencia a que observan viable la aplicación de esta tecnología en este sector, dado que a nivel internacional empresas como lo son Toyota y Ford, ya estaban realizando dicha aplicación y que era una oportunidad para impulsar al país como fabricador de partes y repuestos automotrices por medio de la fabricación digital, dado que se cuenta con personas capacitadas en el área y con contactos con la red global de "Fab labs" lo que provee de apoyo para dicha implementación.

Dado lo anterior, consultamos con ellos, si la fabricación digital cuenta con los materiales idóneos para implementarla en el sector industrial, ante tal aseveración estiman que ya se están

trabajando con aleaciones metálicas que permitirían fabricar las partes y repuestos automotrices con igual o mejor resistencia que los actuales en este sector.

Con lo anterior podemos definir la posición de los “Fab labs” como favorable con respecto a la aplicación de esta tecnología en el sector industrial, haciendo hincapié que serían las primeras entidades en realizar las primeras aproximaciones a dicha implementación.

2.4.8 Viabilidad de mercado desde el punto de las Universidades y Centros Técnicos

2.4.8.1 Capacidad de enseñanza en nuevas tecnologías en las Universidades y Centros Técnicos de El Salvador

Los sistemas de fabricación digital consisten en equipos que reciben información geométrica desde un computador, elaborando elementos físicos por procedimientos sustractivos o aditivos (Seely, 2004). Los sistemas sustractivos extraen material por medio de fresas, cuchillos, láser o plasma, en mesas de trabajo con equipos deslizantes o brazos robóticos, ejecutando volúmenes rebajados o cortando elementos planos.

La fabricación digital requiere definir computacionalmente los trazados precisos de ejecución, como los acabados, soportes y acciones operativas (de ejecución, montaje, replicabilidad, etc.), sugiriendo la realización de elementos masivos, que se pueden componer y/o modificar diversamente, promoviendo una industrialización variable (Kieran y Timberlake, 2004). Por lo que la fabricación digital inspira una renovación en los procesos de diseño y construcción, considerando nuevos procesos de producción eficiente y diversa.

Por lo cual, se indagó, en el papel que están desarrollando las Universidades y Centro Técnicos en este tema.

2.4.8.1.1 Universidad de El Salvador

Entrevista: Ing. Saúl Guardado

Encargado del Laboratorio de Fabricación Digital (FIALAB) de la Universidad de El Salvador

1. **¿Qué es para usted, la fabricación digital?**

No es más que la convergencia de ciertas tecnologías, entre las cuales les puedo mencionar: el CAD el CAE, EL CAM.

EL CAD Que es el diseño asistido por computadora, es la forma de como digitalizar un objeto

Después tenemos el CAE que es el análisis de ingeniería en el cual se validan formas, materiales, geometrías, Se define el tamaño correcto de la pieza CAM manufactura asistida por computadora, en este se hacen análisis y simulación de cómo se realiza el proceso de manufacturad

2. **¿De dónde proviene la fabricación digital?**

La fricación digital se origina gracias a dos grandes movimientos: Movimiento tecnológico y social

El primero se refiere al equipo físico, es decir, la maquinaria especializada: impresoras 3D, corte láser, el internet de las cosas que es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados maquinas mecánicas y digitales, objetos. Entre otros

3. **¿Para usted, como es que se dan los avances en esta tecnológica?**

Porque para la parte de tecnología, si no le damos un enfoque social, hasta ahí queda, entonces es ahí donde surgen nuevos movimientos para desarrollar proyectos de desarrollo de nuevas tecnologías donde se utiliza el "**crowdfundig"** que es aquel proceso donde se tiene ideas innovadoras y un grupo de personas aportan a su proyecto

4. **¿De dónde nace la idea de crear un laboratorio de fabricación digital?**

Como escuela de ingeniería industrial, se comprendió la necesidad de actualizarse para brindar una formación competitiva a los estudiantes, acorde a las demandas actuales.

Es por eso que se promovió la creación del laboratorio de fabricación digital.

5. **¿Cómo funciona un laboratorio de fabricación digital para usted?**

Pues para mí son aquellos espacios de carácter o de producción a escala personalizada, actualmente sirven para prototipaje y validación, ya sea de materiales, geometría, etc.

6. **¿Cuál es la visión del FIA LAB?**

Este laboratorio será una entidad que promueva la innovación, el aterrizaje de ciertas ideas para desarrollar competencias sobe diseño digital.

Vimos de un inicio que este laboratorio iba a ser útil para todas las facultades de la Universidad de El Salvador y eso se está viendo actualmente

7. **¿Cuál es el objetivo del FIA LAB?**

Potenciar el conocimiento de nuevas tecnologías hacia todo nuestro grupo estudiantil por medio de proyectos entre los cuales se han apoyado en ferias de emprendimiento de la universidad, pero los de más impacto han sido aquellos que se han hecho con los docentes

8. **¿Cuáles son los proyectos más significativos que han realizados como laboratorio de fabricación digital?**

El primero que recuerdo es la impresión del volcán de san miguel para el docente Luis castillo, volcán cerro pacaya, cerro verde, complejo el picacho, etc. El cual sirve para estudiar y comprender las diferentes características del terreno para determinar fallas, hundimientos

Otro fue con el ingeniero Luis Sálala, el cual consistió en hacer una representación a escala de la cuenca de Comasagua, la cual sirvió para la catedra de plantas hidroeléctrica. En la cual estudiarían el recurso hídrico de la zona.

- Brazo hidráulico por la unidad de ciencias básicas
- Isométricos orientado a dibujo técnico
- Modelos anatómicos, facultad de medicina
- Corazón impreso
- Probetas de ensayo destructivos en la faculta de ingeniería y arquitectura
- Brazo robótico, facultad de ingeniería y arquitectura
- Modelo de elevación digital volcanes, facultad de ciencias naturales y de matemática

9. **¿Qué tipo de maquinaria poseen en su laboratorio?**

Actualmente contamos con 5 impresoras, de las cuales 3 son de la marca Lulzbot mini con un volumen de impresión de más o menos 15 cm de lado.

Contamos con 2 impresoras taz 6 que cuentan con un volumen de impresión de 28 cm

Contamos con 2 scanner 3d que nos permiten obtener a través de una triangulación objetos tridimensionales, adicional construimos una fresadora CNC, partiendo de partes impresas en nuestras mismas impresoras 3D.

Y otras herramientas como computadoras de alta potencia de diseño, estaciones de calor que ayudan a mejorar el acabado superficial al trabajar con placas electrónicas, dremels, cuchillas y alrededor de 14 materiales diferentes

10. **¿Cómo funciona esta tecnología?**

Dentro de lo digital, lo principal es tener un modelo tridimensional, y hacer uso del método colaborativo distributivo donde se habla mucho de compartir, y también se hace la colaboración mediante la nube

11. **¿Tecnologías que impulsan la fabricación digital?**

La digitalización

La producción automatizada

12. **¿Cuáles son las partes de obtener un objeto digital para usted?**

Diseñar algo desde cero en un software en la computadora, hacer uso de scanner y hacer uso de la nube para poder usar diseños que otras personas ya hayan compartido

13. **¿Cómo es el uso del software CAE?**

Se emplea como simulación para el prototipo

14. **¿Parámetros utilizados en las simulaciones?**

- Fuerza aplicada, temperatura
- La presión
- La interacción de una pieza con otras

Con dichas condiciones se puede obtener un conocimiento previo de comportamiento de la pieza para tener conclusiones de si se debe imprimir o no.

Simulación de procesos uso de software CAM

Se usó para la simulación del maquinado o elaboración de una pieza a partir de la selección y dimensiones del material, después viene la impresión física de la pieza

15. **¿Para usted que es la Producción automatizada?**

Tecnologías como: impresión 3d. corte laser

Control numérico computarizado

16. **¿Quiénes pueden hacer uso de esta tecnología?**

Cualquier persona que tenga la oportunidad de aprender y que tenga la disposición para ello

17. **¿Cuáles su propósito a futuro?**

Seguir capacitando a la gente para que esta idea de emprendedores no quede solo en la FIA, si no que sea una tecnología al alcance de todos

18. **¿Consideras aplicable la fabricación en el sector industrial?**

Si, dado que ya se están elaborado partes en otros países,

2.4.8.1.2 Universidad Centroamericana José Simeón Cañas

Entrevista Ing. Ana de Pilar

Encargada de la Carrera de Ingeniería industrial

1. **¿Cómo fue el proceso para la instalación del laboratorio de fabricación digital en la universidad centroamericana?**

Como universidad en la carrera de ingeniería industrial nos estamos preparando, ya que el año pasado se nos otorgó el premio NOVUS, y con ello se adquirió la primer maquina por lo que actualmente nos estamos capacitando con el manejo de software tales como **inventor** y posteriormente pasarlo a **CURA**

2. **¿En qué áreas de la carrera de ing. industrial la han implementado?**

En la carrera de ingeniería industrial tenemos una materia que se llama **diseño de producto** donde se podría empezar a hacer prototipado, pero también depende de las necesidades porque en la materia de distribución en planta se suele trabajar con la construcción de prototipos.

Se trata de trabajar de mano con “Fab lab”, pero de momento solo se posee una maquina recién adquirida.

3. **¿Qué impacto considera puede tener en los alumnos de ingeniería industrial el uso de la fabricación digital?**

La fabricación digital la orientamos en el área de la industria y no solo para fabricar piezas en automático, sino también como también en aspectos como de **MAKER.** Además, también si no se tiene se fabrica (maquinaria de apoyo) y que el alumno se desarrolle bastante para fabricar sus propias tecnologías y maquinarias.

4. **¿Qué beneficios ven en la creación un laboratorio de fabricación digital en la carrera de ingeniería industrial?**

- En crear un nuevo esquema de pensar en los alumnos, es decir de crear sus propios prototipos sino los tienen a su disposición.
- Se pudiera distribuir piezas elaboradas con fabricación digital con instituciones externas siguiendo los diferentes esquemas de trabajo que se tienen en la universidad y al poseer más tecnología calificada para así cumplir con las necesidades de las empresas.

5. **¿Considera que puede haber en las diferentes carreras como ing. industrial, mecánica y eléctrica mano capacitada para el uso de la fabricación digital?**

Lo que son las carreras de ingeniaría Mecánica e ingeniería eléctrica, tienen su tiempo trabajando en lo que es fabricación digital esto los ha llevado a ser profesionales capacitados y además tienen asignado personal en los laboratorios en la parte de fabricación láser, por ejemplo.

6. **¿Consideran que el uso de la fabricación digital solo lo podrían utilizar solo para prototipado o también podrían usarla para crear un producto final?**

De hecho ya se ha trabajado en la fabricación de una pieza para una empresa externa por lo que se puede usar para trabajar un producto final pero es de cerciorarse el tipo de materiales que se utilizarían pero todo va depender del tipo de producto y la maquinaria que se posea pero también se debe asegurar que exista demanda para ver si hay personas dispuestas a adquirirlo y si lo utilizarían, se puede decir que todas las universidades si están interesadas en el uso de fabricación digital pero la cuestión es esa si las personas puedan estar interesadas.

También es de considerar que las empresas comercializadoras automotrices al enterarse que existe competencia en la elaboración de las piezas ¿Cómo reaccionarían?

7. **¿Han gestionado la facilidad de adquirir maquinaria de impresión 3D para fabricar en el país?**

No, de hecho, ya se posee la maquinaria, pero en principio se debe tener en cuenta que la maquina debe cumplir ciertas características para poder fabricar las piezas por lo que se debe tener un conocimiento en ciencias de los materiales para seleccionar los ideales.

2.4.8.1.3 Universidad “José Simeón Cañas”, Ingeniería Mecánica

Entrevista Ingeniero Isaac López

Encargado de la Catedra diseño de productos, de la Carrera de Ingeniería Mecánica.

1. **¿Cuándo incursionaron en el área de fabricación digital?**

Un poco más de tres- cuatro años aprox. Con un equipo sencillo y el año 2018 se adquirió una nueva máquina para impresión por lo que actualmente se poseen tres máquinas de impresión 3D.

2. **¿Se consideran “FAB LAB” o solo impresión 3D?**

De momento solo trabajamos con las impresoras 3D ya que no se posee el espacio adecuado, pero si se puede decir que se ha venido trabajando desde antes piezas prototipos como en el proyecto de fundición que prácticamente se usan para crear moldes.

3. **¿Qué les motivo a la creación de adquirir maquinaria de impresión 3D?**

Inicialmente lo hemos visto como necesidad de actualización luego de ello se ha llegado a considerar como una herramienta de apoyo es así que se ha utilizado el escaneo 3D por la complejidad de muchas piezas, pero sobre todo estas tecnologías han sido usadas no como el fin sino como un medio.

4. **¿Cómo ves el impacto de estas nuevas formas de fabricar?**

Más que prototipar, sino que también elaborar un producto y que sea funcional.

5. **¿Qué materiales utilizan?**

Se inició con ABS, pero se usa también PLA

6. **¿Han trabajado con aleaciones metálicas?**

De momento aún no se han elaborado piezas con aleaciones metálicas porque la impresora básica que suelen venderte no posee la capacidad por lo que tienes que poner extras salvo algunos proyectos.

7. **¿Cuál fue el nivel de aceptación de los estudiantes al implementar el laboratorio de fabricación digital?**

Se poseen diferentes grados por parte de los estudiantes, unos usan mucho los equipos con los instructores de las materias y a los demás se les da acceso para modelado y generar los STL para que solo lo den al encardo y lo impriman porque no todos saben cómo emplearlas. Además, se les enseña las limitantes a los estudiantes.

8. **¿Qué limitantes se le presentaron?**

- Puesta en marcha o económicamente se tenía que saber vender la idea a los entes superiores de la institución para poder adquirirla.
- El uso de las herramientas tiene sus retos ya que no es sencillo porque tiene sus maneras peculiares de uso

9. **¿Han tenido pedidos de instituciones externas para el prototipado de piezas?**
   Si, hemos fabricado modelos y esto te plantea retos interesantes porque estos poseen otras necesidades.

10. **¿Implementar estas tecnologías les puede ayudar en gran manera a los estudiantes?**

Para empezar, les facilita los procesos que hacían anteriormente lo que permite ver el proceso de manufactura como un proceso más inmediato lo que esto reduce el tiempo para lograr ver el producto final.

11. **¿Qué procesos se pueden seguir para el modelado de las piezas?**

Todo depende de la asignatura que estos sigan, en nuestro caso que es ingeniería de manufactura se realiza un proyecto de fundición como son las piezas de aluminio, en el que el modelado 3D se ha utilizado para elaborar moldes de arena para fundir y como proceso adicional que existe es que hay un proceso de fabricación que requiere de un modelo o proceso de diseño paralelo.

12. **¿Consideran que elaborar un producto mediante fabricación 3D puede ser un producto de consumo?**

Si puede llegar a ser posible fabricarlo como producto final, aunque es necesario saber qué es lo que debe cumplir el elemento por lo que hay que tener un dominio sobre el proceso y las propiedades del material por lo que es un aspecto clave.

13. **¿Considera que una pieza mecánica de automóvil puede ser elaborada mediante fabricación digital?**

Considero que sí, pero si debo decidir qué tipo de material tiene que ser en efecto solo metales como aluminio, titanio, pero es de tener en cuenta la patente para no tener problemas.

14. **¿Cuál es el nivel de interés de continuar aceptando pedidos?**

Sí, pero todo dependerá las necesidades porque pueden solicitar piezas que cumplan cierta función por lo que me compran el diseño también y es algo que no siempre te lo pagan.

15. **¿Económicamente considera factible crear por medio de la impresión 3D las pizas o es mejor mediante los procesos tradicionales?**

Lo ventajoso de la fabricación digital es que se hacen cosas más complejas e incluso más predecible, pero se puede llegar a tener un producto sino se tiene un modelo.

El tiempo de fabricación y complejidad son una de las cosas que se puede agregar a estos procesos de fabricación.

16. **¿Considera que es factible fabricar piezas y repuestos para automóvil?**

Depende de su propósito, si solo son prototipos o modelos pequeños si se puede ya que la maquinaria es pagable lo que no es una inversión fuerte, pero si se harán cosas funcionales considero que no es buena idea por el costo o la inversión que pueda inferir.

17. **¿Qué aceptación de las personas externas han percibido?**

En lo personal considero que están conscientes de las tecnologías que poseemos por lo que estos están desacuerdos con estas tecnologías e incluso pagan por adquirir algo.

2.4.8.1.4 Universidad Francisco Gavidia, Ingeniería Informática

Entrevista Msc. Emanuel Amaya.

Director de Ingeniería Informática

1. **¿Con que tipo de tecnologías cuentan referente a la fabricación digital?**

- Se inició desde el año 2017 con una materia llamada técnicas de programación de computadoras lo que permite simular fenómenos fiscos (elementos finitos en 1,2 y 3 dimensiones).
- Técnicas avanzadas de simulación de computadoras.
- Se posee 1 impresor 3D con una cortadora láser

2. **¿Cuáles han sido las actitudes/beneficios del estudiante al emplear las tecnologías de Fab. Digital**

- Académicamente ha habido un porcentaje de aceptación de estas nuevas técnicas por parte de los estudiantes.
- Uno de los beneficios es que no se gasta en prototipos reales y se obtienen los mismos resultados.
- Se han utilizado la maquinaria y ha dado frutos en demasiados proyectos.
- Se han hecho investigaciones con instituciones externas como es Sistemas de soporte de simulación para prevención de desastres.
- 1/3 del grupo de la materia le gusta y la relevancia de las materias y tecnologías y la aplicabilidad de esta.

3. **¿Qué otros usos les han dado a las tecnologías de impresión 3D?**

Química, Mecánica y eléctrica son unas de las áreas que han empleado estas tecnologías para su propio beneficio.

4. **¿Están capacitados los estudiantes para emplear los softwares de impresión 3D?**

- Software de control de maquinas
- Softwares para crear herramientas de simulación

5. **¿Qué otros proyectos tienen en mente?**

KFWU de suiza para simular el cálculo de riesgos cuando hay siniestros, CIDNE en colaboración como simulación y diseño de piezas de autos, evaluación del impacto de las corrientes de aire.

Proyecto de evaluación de tasas de crecimiento del camarón referente a la situación de crecimiento de la especie.

Colaboración con sistema de simulación llamado génesis para simular estructuras que generan sonido para crear instrumentos virtuales.

6. **¿Han tenido aceptación o rechazo de los demás docentes de los proyectos?**

No ha habido rechazo total, pero cada quien está inmerso en su área y no todos están dispuestos a usarlas y es comprensible que no quieran usarlas, pero en caso de docentes que si lo han abordado han apoyado de manera más amena para efectos prácticos.

2.4.8.1.5 Universidad “José Simeón Cañas”, Ingeniería eléctrica

Entrevista con el ingeniero Carlos Juárez

Encargado del área de eléctrica

1. **¿Cuántas maquinarias poseen referente a la fabricación digital?**

se poseen actualmente dos máquinas de impresión 3D, la primera adquirida en el año 2015 en el marco del proyecto FIES con el propósito de los problemas del prototipado referente a las mediciones de bioseñales mediante un microcontrolador en el que se tendría que llevar todos los componentes en el prototipo, se posee una cortadora laser SO2 para cortar maderas, cartones, o modelos.

Se han ampliado a las demás carreras como arquitectura en el que se hacen prototipos o maquetas en diseño 3D, empleando la tecnología de ellos.

2. **¿Qué tipo de materiales emplean con las tecnologías que poseen?**

- PLA (usadas en maquetas y prototipos y el que menos problemas da)
- ABS
- TEGLASS

3. **¿Qué tipo de materiales emplean con la cortadora laser?**

- Cartoncillo
- Playwood
- Madera de 3 o 4 mm
- Acrílicos
- Grapanel

4. **¿Qué nivel de aceptación tuvieron con los estudiantes con las tecnologías de impresión 3D?**

   Bastante aceptación, ya que la tecnología está a la mano de todos.

5. **¿Qué limitantes tuvieron al iniciar en este tipo de tecnologías y cuál fue la más emblemática?**

Contratiempos en la utilización ya que se hacían pruebas con los diferentes materiales ya que unos se atoraban y esto generaba que se desarmaran las máquinas para repararlas.

No existían manuales de uso por ser maquinaria china Fallos en los sensores.

6. **¿Tienen algún problema con la adquisición de los materiales?**

Tienen retardos en la recepción ya que tarda dos meses aproximadamente (PLA)

La burocracia no permite que se agilicen los procesos de compra

7. **¿Cuál ha sido el impacto de poseer un área de fabricación digital?**

Ha agilizado los procesos de fabricación sobre todo en los trabajos de graduación.

8. **¿Han hecho productos para empresas?**

No, solo trabajos referentes a prototipos y proyectos universitarios.

9. **¿Estarían dispuestos a colaborar con empresas que deseasen adquirir prototipos?**

Si, al poseer los materiales adecuados.

10. **¿Cómo ha sido el impacto económicamente hablando?**

No, ya que la inversión varía desde $200 a $ 3000 dependiendo de la capacidad y referente al consumo eléctrico no representa un gasto fuerte para la universidad.

11. **¿Han presentado problemas los alumnos con el uso de los diferentes softwares que se emplean con las tecnologías de impresión 3D?**

Se dan dos casos, hay estudiantes que tienen mayor dificultad con el uso de los softwares, pero así también hay estudiantes hábiles en el uso, pero al final solo los descargan desde la internet o lo mandan a hacer; la estética no es un elemento a evaluar sino la funcionalidad de los elementos que los estudiantes de eléctrica desarrollan.

12. **¿Considera factible fabricar los diferentes prototipos de los estudiantes en lugar de fabricarlos mediante los métodos tradicionales?**

Económicamente hablando resulta costoso fabricar los prototipos ya que esto implica traer los materiales desde el extranjero y el gasto de energía, todo ello incrementa el precio en un 30% aprox. Pero la retribución que se recibe académicamente supera el impacto económico.

También se pueden reusar los materiales y los tiempos en fabricar se reducen. **¿Se plantean nuevos productos a futuro?**

Si, como radiación solar ya que se arman cajas para facilitar el traslado de este tipo de tecnologías.

El sector automotriz según el ingeniero Juárez no es la excepción de que se puedan aplicar y usar las tecnologías de impresión 3D ya que incluso considera que ha visto que hay piezas como las manecillas de la puerta que han sido fabricadas con estas nuevas tecnologías.

2.4.8.1.6 Posición de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas

El Departamento de Electrónica e Informática (DEI) es la unidad académica de la UCA que concentra los recursos y esfuerzos relacionados a las áreas tecnológicas de la electrónica y la informática, desde una perspectiva académica e investigativa. Siguiendo la inspiración institucional, el DEI realiza actividades de proyección social, investigación y docencia desde el conocimiento acumulado por los miembros que lo conforman.

Dentro de su cuerpo docente el DEI cuenta con catedráticos que han realizado estudios de especialización en Alemania, Estados Unidos, Japón, México, Costa Rica y El Salvador.

Como parte de su infraestructura, unos conjuntos de talleres de informática equipado con computadoras de la más reciente tecnología apoyan las labores tanto de docencia como de investigación y servicio en dicha área. Por su parte, la electrónica se ve apoyada con su propio conjunto de laboratorios provistos con las herramientas y dispositivos adecuados.

La Universidad Centroamericana José Simeón Cañas ofrece laboratorios académicos con el fin de ofrecer una enseñanza de alta calidad y adicionalmente poder brindar servicios de pruebas de laboratorio al sector productivo del país, el departamento de Mecánica Estructural, cuenta con una serie de recursos en equipos y cada uno de estos desempeña una función vital en el área correspondiente entre los que se encuentra un Centro de Diseño Asistido por Computadora, que está dotado con computadoras y programas para el análisis y diseño de elementos estructurales de máquinas y edificaciones y un Taller Mecánico en el que se realizan procesos básicos de manufactura en metales para fabricar piezas, además de laboratorios de informática y electrónica equipado con computadoras de la más reciente tecnología que apoyan las labores tanto de docencia como de investigación y servicio en dichas áreas.

2.4.8.2 Instituto Técnico Industrial

1. **¿Cómo institución que ofrece opciones técnicas, hace uso de tecnologías que les permita mejorar las opciones técnicas que ofrecen?**

Somos una institución creada hace 64 años para convertirlos en lideres técnicos pasando, actualmente ofrecemos 5 áreas técnicas y estas son:

Mecánica automotriz

Mecánica general

Electrotecnia

Electrónica

Desarrollo de software

Para la institución es un gran reto porque la industria avanza a pasos agigantados y por decir un ejemplo la electrónica se ha convertido en un eje transversal para todas las áreas.

En el área de mecánica general en sus inicios se encontraban tornos manuales después tornos numéricos y actualmente tornos CNC(tornos programados por computadora) y para poder usar un torno CNC se debe conocer dibujo técnico manual, después conocer AutoCAD y seguidamente conocer un programa llamado CANCAD todos los programas están dentro de un sistema llamado Autodesk, de tal manera que el estudiante debe construir por medio de una computadora figuras tridimensionales y por medio de un torno CNC se pueden fabricar en materiales como aluminio, cobre, bronce y hierro, así como aceros blandos.

El área automotriz también ha evolucionado donde en su mayoría poseen un sistema computarizados por lo que la electrónica llega a formar y ser un eje paralelo por lo que hoy se le conoce como autotrónica y así también en la mecánica general se le llama mecatrónica por lo que todos estos avances como institución estamos en la obligación de poseer analizadores de automóviles, a poseer equipos capaces de comunicarse con el automóvil para programar las llaves, la programación de llantas, para programar el funcionamiento del motor, la programación de las cajas automáticas de los diferentes modelos de cajas asistidas por computador; incluso el automóvil no solo posee 1 sino más donde unas están dirigidas al sistema de transmisión otras al sistema de suspensión y frenos , otra en el sistema y accesorios del vehículo como aire acondicionado, carga de batería y el otro sistema que controla el propio sistema del motor.

El área de electrotecnia inicio simplemente como una electricidad en el que a las personas se les enseñaba a construir circuitos eléctricos domésticos, alambrado de casas y cajas térmicas entre otros hasta entrar en lo que respecta a los circuitos industriales como el estudio de los transformadores, el tipo de voltaje que se trabaja. De tal manera que actualmente la electrotecnia se maneja mediante elementos como PLC donde estos controlan (programadores lógicos computacionales)

El área de aire acondicionado se divide en dos: domestica e industrial en el que se le enseña al estudiante desde como reparar un aire acondicionado hasta crear cuartos fríos, también se les enseña a crear fábricas de hielo, así como también lo tradicional de como montar una subestación eléctrica.

El área de desarrollo de software, primero se les muestra y enseñan los programas y lenguajes que existen y además de ello se les enseña al alumno como reparar una computadora así como armar una red y a su vez hacerle ver al estudiante como hacer piezas digitales por lo que esto capacita al estudiante para que pueda usar las impresoras 3D pero como institución solo poseemos una impresor en el departamento de electrónica pero se han hecho gestiones por medio de USAID con intención de abrir un nuevo centro de cómputo 3D.

2. **¿Qué tecnología poseen el área automotriz y mecánica general?**

En el área de mecánica general se posee:

- Tornos, torno numérico (la elaboración es propiamente hecha por la persona)
- CNC (solo se programa y se monta el material y se deja correr la maquina)
- Fresadoras

En el ITI fabricamos piezas solo para dar mantenimiento a los equipos que se poseen por lo que se pueden fabricar piezas de toda índole, pero como institución gubernamental si fabricamos piezas con recursos del estado el dinero generado debe pasar el fondo general de la nación y después el encargado del proceso deberá solicitar el reintegro de los costos, materiales y mano de obra por lo que no es viable fabricar para instituciones externas.

3. **¿Cuáles serían los beneficios para la institución con respecto a la instalación del laboratorio de fabricación digital?**

- Para la institución solo se puede tener el prestigio de poseer nuevas tecnologías peros sobre todo beneficio del país ya que un estudiante se puede llegar a ser un experto en el manejo de estas tecnologías y esto implica que puede ser muy cotizado por una empresa
- El poseer conocimiento de las nuevas tecnologías permite al alumno idear nuevas técnicas

2.4.8.2.1 Posición del ITI con respecto a la fabricación Digital

El instituto técnico industrial, es uno de los pocos centros técnicos en el país que ya hace uso de la fabricación para el apoyo en el desarrollo de las materias que en él se impartes, especialmente en las áreas de mecánica, eléctrica e industrial.

en esta institución se busca la excelencia en la enseñanza y apoyarse de estas tecnologías es uno de los retos que hoy por hoy poseen para seguir siendo una institución de prestigio en las enseñanzas de carreras técnicas.

Como institución tienen como meta formar alumnos con las competencias necesarias para ser expertos en el manejo de la fabricación digital, y que posean el conocimiento de estas nuevas tecnologías.

2.5 Desglose de piezas y repuestos de automóviles viables según mercado

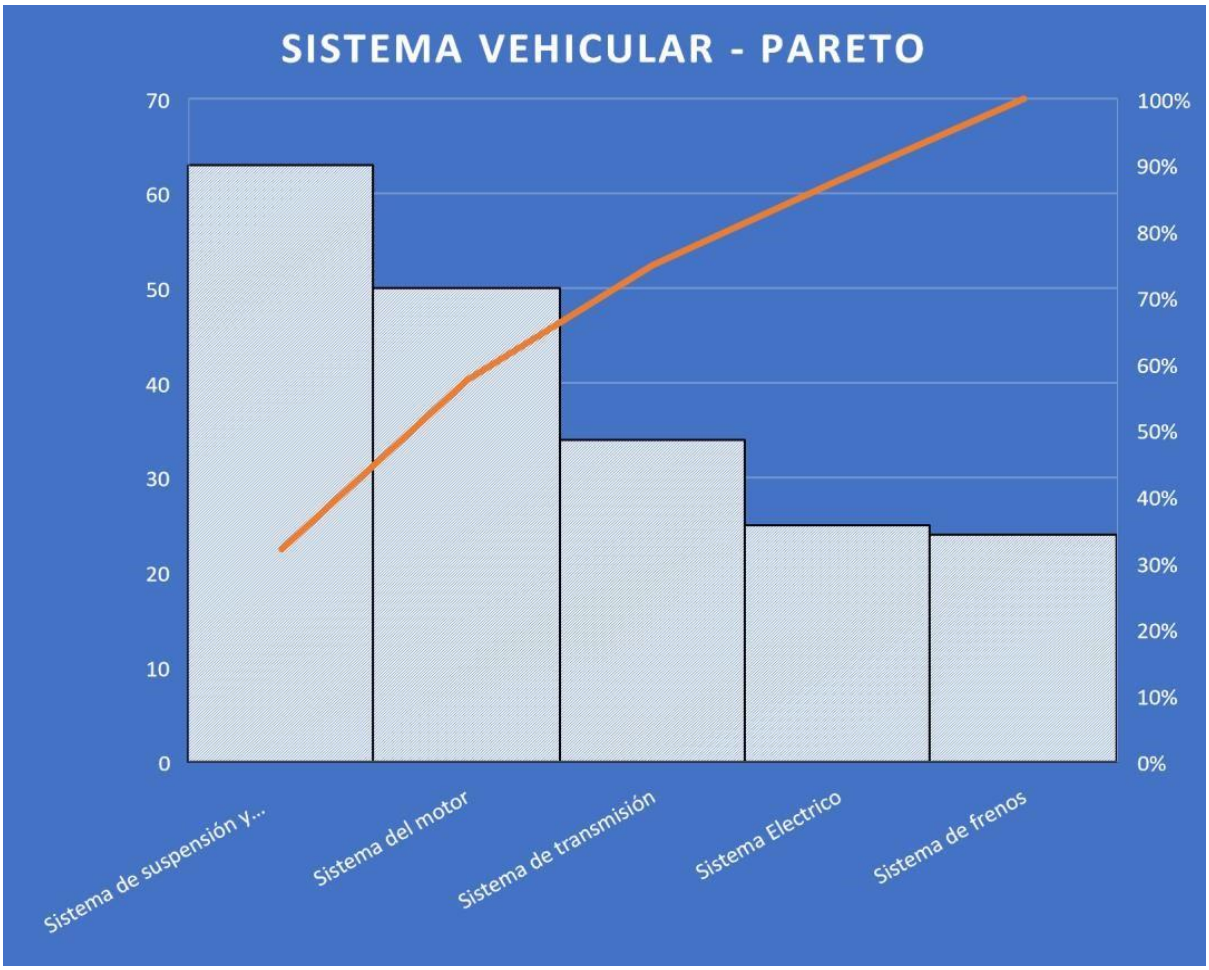


Gráfico 43: Sistema vehicular - Pareto

Confrontando los resultados de los 3 universos, se realizó un diagrama de Pareto para establecer cuáles de estos sistemas vehiculares contemplan el 80%, de frecuencia de averías dentro de la región de estudio, para posterior profundizar en el estudio de las partes y repuestos que comprenden estos sistemas vehiculares.

Partiendo de los resultados obtenidos y presentados con anterioridad, podemos definir que los sistemas con una mayor viabilidad de mercado son los siguientes:

- Sistema de Transmisión
- Sistema perteneciente al Motor
- Sistema de Suspensión

Los cuales contiene las siguientes partes:

2.5.1 Sistema de transmisión

El sistema de transmisión de un vehículo consiste en una serie de componentes encargados de conducir desde el cigüeñal la potencia suficiente para que las ruedas motrices giren.

2.5.1.1 Partes del sistema de trasmisión

Para conocer el funcionamiento de los distintos tipos de transmisión que puede llevar equipado nuestro vehículo, es imprescindible conocer los diferentes elementos que componen este sistema:

- **Embrague**

  Su misión es acoplar o desacoplar el giro del motor de la caja de cambios de forma que no cause tirones, sino que el movimiento suceda de forma progresiva. Este elemento ubicado entre el volante motor (o de inercia) y la caja de velocidades, puede ser de distintas clases: hidráulico, electromagnético, de fricción, de disco y hasta de muelles.

- **Caja de velocidades:**

  Es la responsable de la relación entre el cigüeñal y las ruedas, aumentando o disminuyendo las revoluciones a las que gira cada uno de ellos para sacar el mayor provecho posible del motor. Pueden ser automáticas o manuales.

- **Árbol de transmisión:**

  Se trata de una pieza cilíndrica que va unida por un extremo a la caja de cambios y por el otro al piñón del grupo cónico – diferencial para transmitir el movimiento, en vehículos de transmisión delantera se prescinde de este elemento dentro del sistema de transmisión.

- **Grupo cónico-diferencial:**

  Cuando el movimiento longitudinal (inducido por el embrague y la caja de cambios) llega al árbol de transmisión, este lo une a un grupo cónico- diferencial donde se convierte en movimiento transversal y es dirigido a los paileres. Pero su verdadera labor es mantener constante la suma de velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar una curva, permitiendo que las ruedas exteriores den más vueltas que las interiores, evitando que estas patinen. Pese a la importancia que tiene el diferencial en el buen funcionamiento de los automóviles, en vehículos pequeños puede no resultar visible, ya que se aloja dentro de la caja de velocidades.

- **Palieres:**

  Los palieres o semi arboles de transmisión reciben el movimiento, tal como indicamos, en ángulo recto para ejercerlo directamente sobre las ruedas motrices, incluso en modelos de automóviles que carezcan de árbol de transmisión.

  Ahora que conocemos el recorrido que realiza el movimiento desde el cigüeñal hasta las ruedas motrices, indicaremos que no siempre circulan a las mismas revoluciones.

Cuando el árbol de transmisión gira más despacio se produce una reducción o desmultiplicación, mientras que cuando es, al contrario, lo denominamos multiplicación o súper-marcha. Esta relación vendrá determinada principalmente por el tipo de sistema de transmisión que posea el vehículo instalado:

- **Motor y tracción delantera**

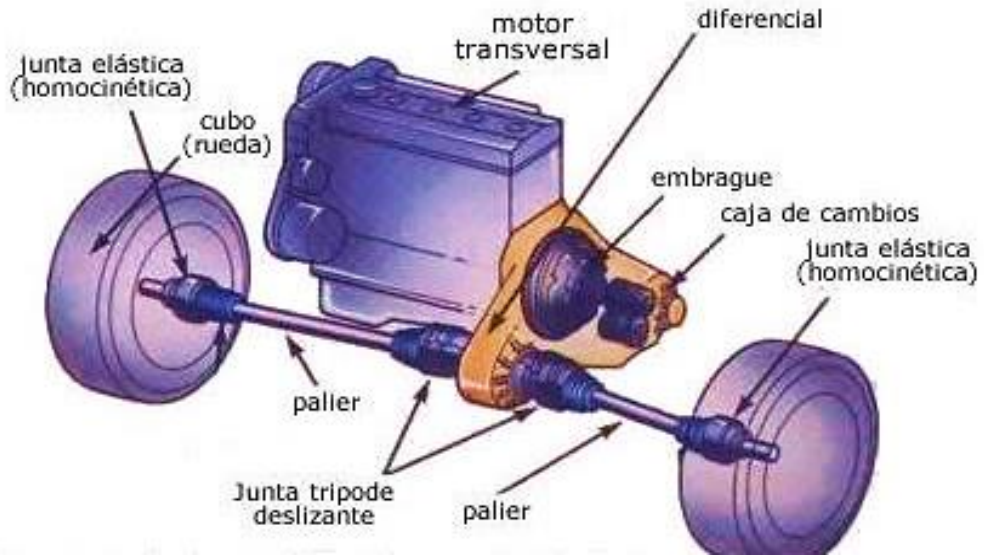


Ilustración 19: esquema de motor y tracción delantera

Este sistema de transmisión es propio de vehículos de baja potencia, donde las ruedas delanteras son tanto motrices como directrices y no encontramos un árbol de transmisión.[8]

[8] https://es.slideshare.net

- **Motor delantero y tracción trasera:**

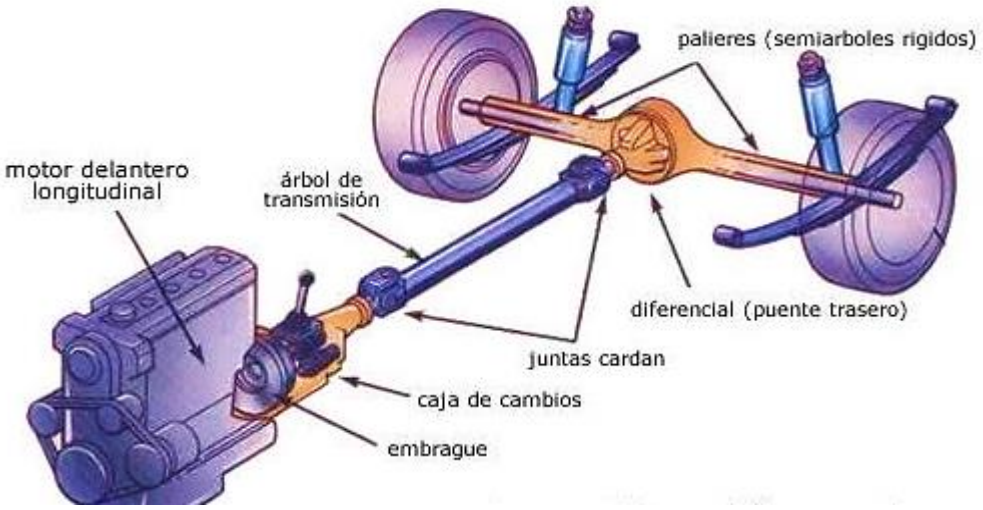


Ilustración 20: Esquema de motor delantero con tracción trasera

Este sistema de transmisión lo encontramos en camiones o vehículos de media potencia hasta potencia elevada. Las ruedas motrices, en este caso, son las traseras y cuenta con un árbol de transmisión.

- **Transmisión total**

Cabe mencionar la transmisión total que generalmente se encuentran en camiones, automóviles todoterreno y en vehículos dedicados a la construcción

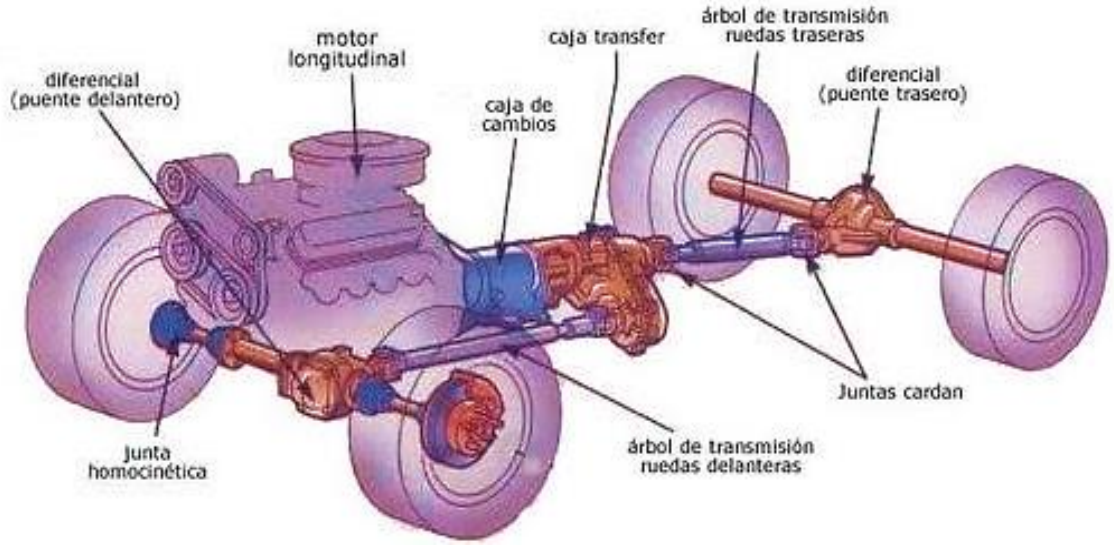


Ilustración 21: Esquema de transmisión para un vehiculó de tracción a las 4 ruedas

Las partes y tipos de transmisión anteriormente expuestas, son las seleccionadas para el estudio, dado que corresponden a los tipos de vehículos de mayor circulación según los resultados obtenidos.

2.5.2 Sistema perteneciente al Motor

El motor de un auto es un motor de combustión interna y este es una máquina que obtiene energía mecánica desde la energía química que se genera cuando explota el combustible en el interior.

El principio de funcionamiento de estos motores consiste en transformar la energía generada en la explosión de la mezcla de combustible y aire en el interior del motor en energía mecánica, mediante el conjunto de elementos formados por el pistón, biela y manivela que la transmiten finalmente como movimiento al cigüeñal.

El motor de auto está formado por un conjunto de cámaras de combustión, también llamadas cilindros, dentro de las cuales se producen los cuatro tiempos de funcionamiento del motor: admisión, compresión, explosión y escape. En la admisión, el combustible y el aire ingresan a la cámara a través de las válvulas de admisión.

Luego esta mezcla de aire/combustible es comprimida en la segunda etapa llegando el pistón hasta el extremo superior del cilindro. En este momento se da la tercera etapa, la explosión, en la cual se libera la energía química de la mezcla y se convierte en energía mecánica llevada hasta el giro del cigüeñal. Finalmente se da el escape, donde la mezcla de gases quemados es eliminada por las válvulas de escape para dar ingreso a nuevo aire y combustible e iniciar nuevamente el ciclo.[9]

Los tipos más comunes de motores de combustión interna son los motores de encendido por chispa y los motores de encendido por compresión. En ambos las diferencias vienen dadas por el combustible utilizado y el método de encendido de este.

2.5.3 Partes del motor

Antes de descubrir las partes que componen el motor de un coche, hay que tener en cuenta que no todos los motores son iguales. En el mercado podemos encontrar motores de combustión interna (diésel y gasolina), eléctricos o híbridos. Como la mayoría de los automóviles que se fabrican y los que componen en mayoría el parque vehicular salvadoreño son de combustión interna, vamos a analizar este tipo de motores. Así, un motor de combustión interna consta, de manera simplificada.:[10]

- **Bloque y cilindros.**

El **bloque** es una única pieza de hierro o aluminio que aloja los cilindros, los conductos para el líquido refrigerante y el aceite y el cigüeñal. Es, por tanto, la **principal pieza estructural del motor.**

[9] https://sites.google.com/site/maquinasymecanismosramon/motores-clases-funcionamiento
[10] https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video

Su aspecto será diferente en unos y otros motores en función, sobre todo, del número de cilindros, que puede estar entre 2 y 16. Los tipos de motor más comunes son los que presentan los **cilindros de forma lineal** (de 2 a 6) y que podemos encontrar en automóviles de media gama; así como los que los sitúan enfrentados f**ormando una V**, más característicos de los motores grandes. Pero en el mercado también existen motores con cilindros en paralelo, formando una W o incluso un círculo.

El número, tamaño y disposición de cilindros en el bloque del motor es fundamental, ya que en estos compartimentos es donde se produce la combustión que permite el movimiento del coche. Así, cuanto mayor sea la cilindrada de un motor, es decir, el volumen útil total de todos los cilindros del coche, más potencia tendrá el automóvil.

- **Pistones y cigüeñal**

  La combustión que se genera en el interior del motor de un coche varía de un motor a gasolina a otro que funciona con gasóleo. En el primero, una chispa generada por la bujía provoca la explosión de la mezcla de combustible y aire que, a su vez, mueve los pistones ubicados en el interior de los cilindros. En los motores diésel, sin embargo, la explosión se produce de manera automática cuando la mezcla alcanza una temperatura muy elevada.

  En cualquier caso, gracias a la combustión, los pistones suben y bajan en el interior del cilindro y accionan el cigüeñal que discurre en perpendicular por debajo, y al que están unidos por la biela. De este modo, el movimiento lineal de los pistones se convierte en otro circular.

  Es decir, los pistones y el cigüeñal son los componentes fundamentales del motor de un coche que convierten la energía de la combustión en la energía mecánica que mueve las ruedas.

- **Culata y válvulas**

  La culata se encuentra en la parte superior del bloque. Su función primordial es cerrar los cilindros y soportar las explosiones que se producen de manera continuada en su interior. También alberga las válvulas de admisión (introducen combustible y aire en los cilindros) y de escape (permiten la salida de los gases sobrantes de la combustión, que se expulsarán al exterior por el tubo de escape); el árbol de levas que activa esas válvulas; y, en el caso de los motores de gasolina, las bujías son las que producen la ignición (lo habitual es una bujía por cada cilindro).[11]

  Entre la culata y el bloque se coloca una junta que garantiza el sello hermético de la estructura. Un problema en esta junta de la culata se traduce en una avería costosa, y suele deberse al sobrecalentamiento motivado por la pérdida de líquido refrigerante o algún defecto de forma.

[11] https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video

- **Cárter inferior**

  El cárter inferior del motor, o solo cárter, es un recipiente metálico que cierra el bloqueo por debajo, evitando así la entrada de agua o polvo. Sirve para almacenar el aceite lubricante del motor, y dispone de un tapón para vaciarlo a la hora de mantenimiento o cuando sea necesario.

- **Colector de admisión**

  El colector de admisión es el conducto a través del cual accede el aire hacia las canalizaciones de la culata. El colector se sujeta a la culata del motor por medio de unos pernos y su diseño condicionara la forma en la que se llenan los cilindros.

  Además, podremos diferenciar, entre dos tipos distintos de colectores de admisión: Los colectores convencionales y los colectores de admisión variable, aunque por los resultados obtenidos se estudiara los últimos mencionados.

- **Colector de escape**

  Llamamos colector de escape al entramado de tubos que se unen a los conductos de escape del vehículo y que se encargan de recibir del motor los gases que resultan de la combustión para expulsarlos al exterior, en pocas palabras, el colector de escape conduce los gases de la combustión y los dirige al exterior del vehículo a través del sistema de escape.

- **Juntas (Junta de la tapa de válvulas, culata. Colectores, cárter, etc.)**

  Se les llama junta mecánica, junta de estanqueidad o empaquetadura, a una pieza formada por materiales relativamente blandos, que se coloca entre otras dos piezas, cuya superficie de unión se produce.

  Con ello se logra un buen ajuste entre ambas, evitando pérdidas o entradas de fluidos no deseadas. En el vehículo, las juntas tienen múltiples aplicaciones: en el cárter del motor, la tapa de cilindros, la tapa de válvulas y las bombas de agua aceite.

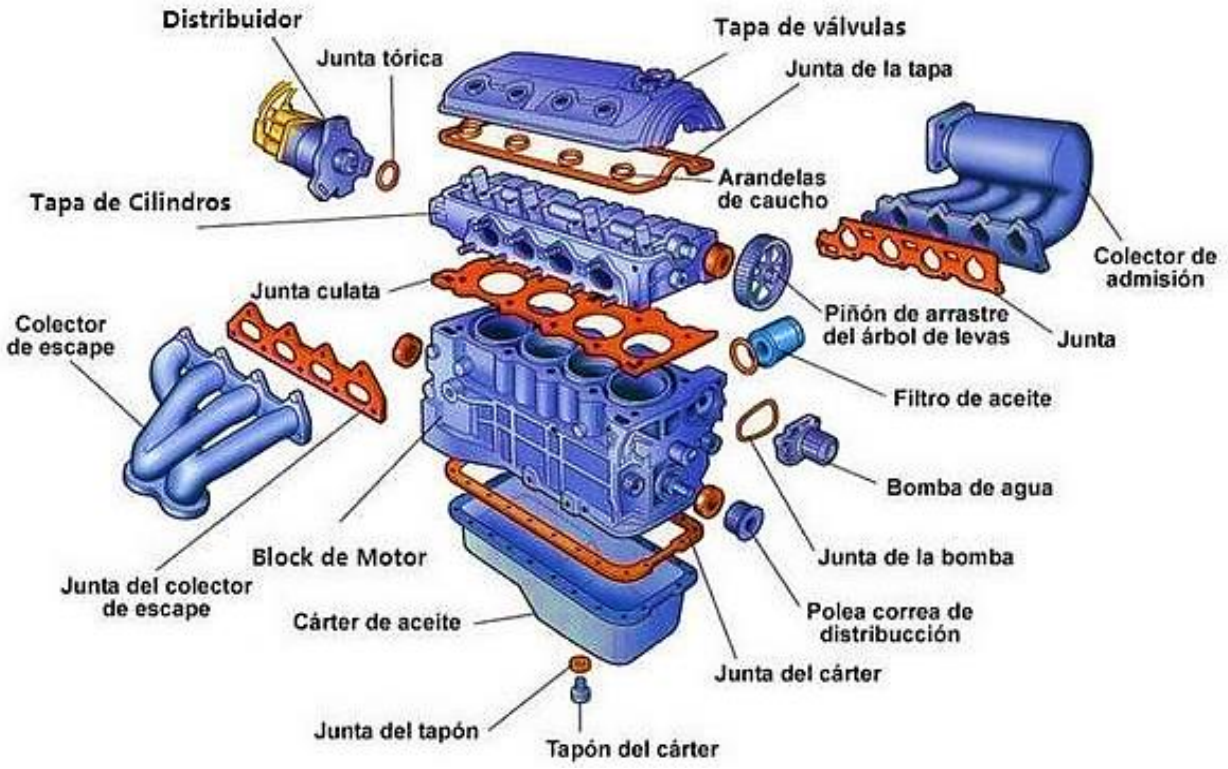


Ilustración 22: Despiece de un motor de 4 cilindros en línea

2.5.4 Sistema de suspensión

Se llama suspensión al conjunto de elementos elásticos que se interponen entre los órganos suspendidos (bastidor, carrocería, pasajeros y carga) y los órganos no suspendidos (ruedas y ejes).[12]

Su misión es absorber las reacciones producidas en las ruedas por las desigualdades del terreno, asegurando así la comodidad del conductor y pasajeros del vehículo y, al mismo tiempo, mantener la estabilidad y direccionalidad de éste, para que mantenga la trayectoria deseada por el conductor

Además, también es necesario que cumplan con otras funciones complementarias:

- Transmitir las fuerzas de aceleración y de frenada entre los ejes y bastidor.
- Resistir el par motor y de frenada.
- Resistir los efectos de las curvas.
- Conservar el ángulo de dirección en todo el recorrido.
- Conservar el paralelismo entre los ejes y la perpendicularidad del bastidor.
- Proporcionar una estabilidad adecuada al eje de balanceo.
- Aguantar la carga del vehículo.

[12] https://es.slideshare.net/javierenriqueabad/5-suspencion

2.5.4.1 Parte del sistema de suspensión

El sistema de suspensión este compuesto por un elemento flexible o elástico (muelle de ballesta o helicoidal, barra de torsión, muelle de goma, gas o aire) y un elemento amortiguación (amortiguador), cuya misión es neutralizar las oscilaciones de la masa suspendida originadas por el elemento flexible al adaptarse a las irregularidades del terreno.[13]

Simplificando el sistema de suspensión se pueden encontrar los siguientes elementos:

- **Ballesta:**

Están constituidas por un conjunto de hojas o láminas de acero especial para mulles, unidas mediante abrazaderas que permiten el deslizamiento entre las hojas cuando estas se deforman por el peso que soportan.

- **Muelles helicoidales**

Estos elementos mecánicos se utilizan modernamente en casi todos los turismos en sustitución de las ballestas, pues tienen la ventaja de conseguir una elasticidad blanda debido al gran recorrido del resorte sin apenas ocupar espacio ni sumar peso

- **Barra de torsión**

Este tipo de resorte utilizado en algunos vehículos de baja potencia con suspensión independiente, está basado en el principio de que si una varilla de acero elástico sujeta por uno de su extremo se le aplica por el otro un esfuerzo de torsión, esta varilla tendrá a retorcerse, volviendo de su forma primitiva por su elasticidad cuando cesa el esfuerzo de torsión.

- **Barra estabilizadora**

Cuando un vehículo toma una curva, por la acción de la fuerza centrífuga se carga el peso del coche sobre las ruedas exteriores, con lo cual la carrocería tiende a inclinarse hacia ese lado con peligro de vuelco y la correspondiente molestia para sus ocupantes.

Para evitar inconvenientes se montan sobre los ejes delanteros y traseros barras estabilizadoras, que consiste esencialmente en una barra de acero elástico cuyos extremos se fijan a los soportes de suspensión sobre las ruedas; de esta forma, al tomar una curva una de las ruedas tiende a bajar y la otra a subir, se crea un par de torsión en la barra que absorbe el esfuerzo y se opone a que esto ocurra e impide que la carrocería se incline manteniéndolo estable.

- **Tijeras o brazos de suspensión**

El brazo de suspensión es un elemento que conecta la carrocería con el chasis del vehículo, define la posición relativa de la rueda con respecto a la carrocería y, simultáneamente, el de transmitir parte de los esfuerzos que la rueda y carrocería deben intercambiar, para realizar la estabilidad del vehículo.

- **Amortiguadores**

Estos elementos son los encargados de absorber las vibraciones de los elementos elásticos (muelles, ballestas, barras de torsión), convirtiendo en calor la energía generada por las oscilaciones.

[13] https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn73.html

Cuando la rueda encuentra un obstáculo o bache, el muelle se comprime o se estira, recogiendo la energía mecánica producida por el choque, energía que devuelve a continuación, por efecto de su elasticidad, rebotando sobre la carrocería. Este rebote en forma de vibración es el que tiene que frenar el amortiguador, recogiendo, en primer lugar, el efecto de compresión y luego el de reacción del muelle, actuando de freno en ambos sentidos; por esta razón reciben el nombre de los amortiguadores de doble efecto. además de estos sistemas, los resultados reflejan que los propietarios de vehículos confinarían mayormente en adquirir partes que correspondan a la carrocería.

Existen diferentes tipos de carrocerías, pero dado al tipo de vehículo con mayor circulación, se desglosará la carrocería monocasco es una de las más comunes en los vehículos de hoy en día, razón por la cual vamos amostrar las partes más relevantes. Los nombres pueden variar dependiendo del fabricante, del país o de la región. La terminología que emplearemos es una homogenización de términos para mejor comunicación, entre los talleres y comercializadoras.[14]

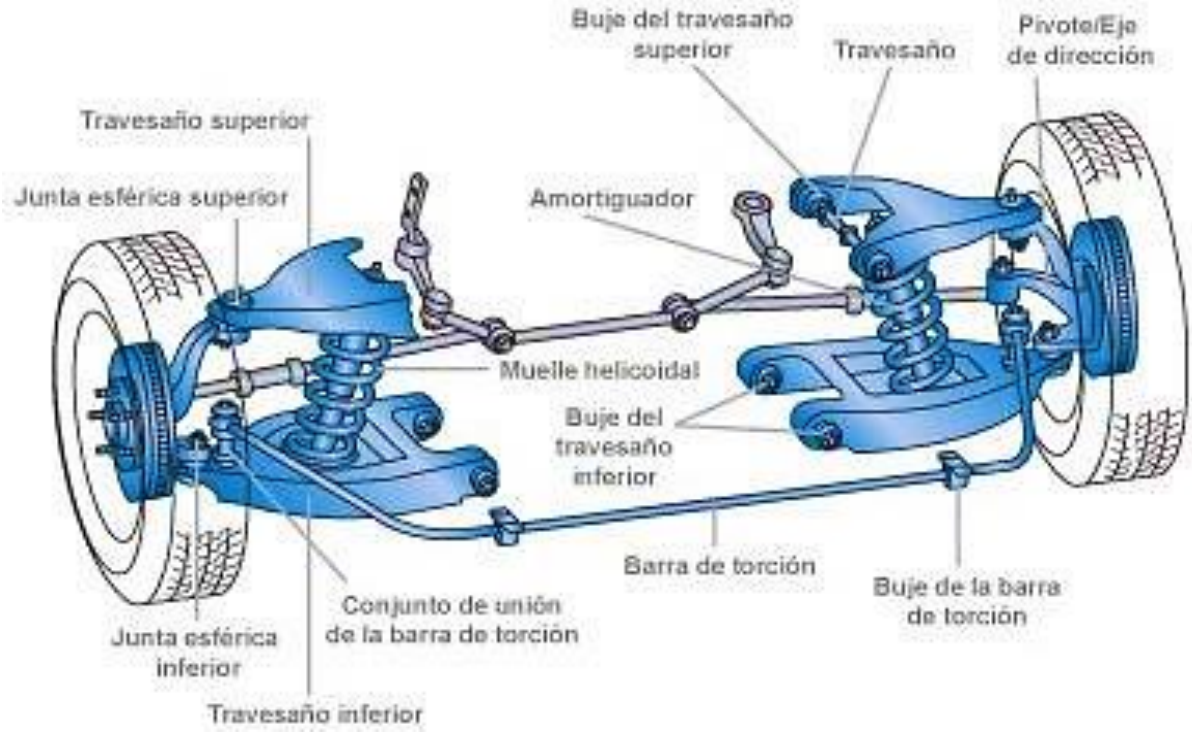


Ilustración 23: esquema de sistema de suspensión.

A continuación, se muestran las piezas externas más relevantes de la carrocería:

[14] https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn73.html

Ilustración 24: esquema de carrocería.

1. Capó
2. Guardafangos
3. Parte delantera
4. Silla delantera
5. Costado
6. Stop
7. Tapa Baúl
8. Paragolpes trasero
9. Panel trasero
10. Parabrisas trasero
11. Capota

Dado el desglose se realiza la clasificación de las partes vehiculares a estudiar:

Tabla 18: clasificación de sistemas automotrices.

Sistema vehicular	Subsistema	Componente del sistema	Tipo de autoparte
Sistema de transmisión	Embrague	Eje conductor	Repuesto
		Volante	Repuesto
		Disco de fricción	Repuesto
		Plato de presión	Repuesto
		Resorte de diafragma	Repuesto
		Eje Primario	Repuesto
		Cojinete	Repuesto
		Cubierta	Parte
		Anillos de apoyo	Repuesto
		Tornillos de fijación	Repuesto
Sistema de transmisión	Caja de velocidades	Palanca desembargador	Repuesto
		Árbol primario	Repuesto
		Árbol secundario	Repuesto
		Piñón de ataque	Repuesto
		Piñones solidarios	Repuesto
		Piñón solidarios	Repuesto
		Sincronizadores de velocidad	Repuesto
		Mando interno del cambio	Repuesto
	N/A	Árbol de transmisión	Repuesto
	Grupo cónico - diferencial	Carcasa	Parte
		Corona	Repuesto
		Sistema de engranajes “planetario”	Repuesto
		Sistema de engranajes “satélite”	Repuesto
		Rodamientos	Repuesto
	N/A	Pailer	Repuesto

Sistema vehicular	Subsistema	Componente del sistema	Tipo de autoparte
Sistema de motor	N/A	Bloque del motor	Repuesto
		Cilindros	Repuesto
		Pistones	Repuesto
		Cigüeñal	Repuesto
		Culata	Repuesto
		Válvulas	Repuesto
		Cárter	Parte
		Colector de admisión	Repuesto
		Colector de escape	Repuesto
		Juntas	Parte
Sistema de suspensión	N/A	Amortiguadores	Repuesto
		Ballesta	Repuesto
		Muelles Helicoidales	Repuesto
		Barra de torsión	Repuesto
		Barra estabilizadora	Repuesto
		Tijeras o brazos de suspensión	Repuesto

Sistema vehicular	Subsistema	Componente del sistema	Tipo de autoparte
CARRORECIA	N/A	Capó	Parte
		Guardafangos	Parte
		Puerta Delantera	Parte
		Parabrisas delantero	Parte
		Silla delantera	Parte
		Costado	Parte
		Stop	Parte
		Tapa Baúl	Parte
		Paragolpes	Parte
		Panel	Parte
		Capota	Parte
		Consola central	Parte
		Timón	Parte
		Tablero de instrumentos	Parte
		Espejos	Repuestos
		Silbines	Repuesto
		Vidrios	Parte
		Puertas	Parte
		Llantas	Parte
		Estribo	Parte

2.6 Viabilidad de mercado para la implementación de la fabricación digital en el sector automotriz

En el diagnóstico de mercado realizado previamente, con el objetivo de establecer la viabilidad de mercado sobre el uso de la fabricación digital en la fabricación de partes y repuestos para automóviles, nos permitió desarrollar lineamientos para determinar la conceptualización de dicho diagnóstico, los cuales se presentan a continuación:

2.6.1 Segmentos dispuestos a implementar y adquirir autopartes manufacturadas en fabricación digital.

Cabe recordar los universos estudiados los cuales son:

- Propietarios de vehículos
- Comercializadoras de partes y repuestos vehiculares
- Talleres Mecánicos – automotriz
- Laboratorios de Fabricación digital
- Universidades y Centros técnicos

Con todos los resultados obtenidos y los análisis realizados, es necesario definir el perfil de aquellos propietarios de vehículos que adquirirán las partes y repuestos manufacturados mediante la fabricación digital.

Realizando una trazabilidad entre preguntas entre los 3 universos principales, se trazó un diagrama de Pareto para identificar los tipos de vehículos, con mayor precisión:

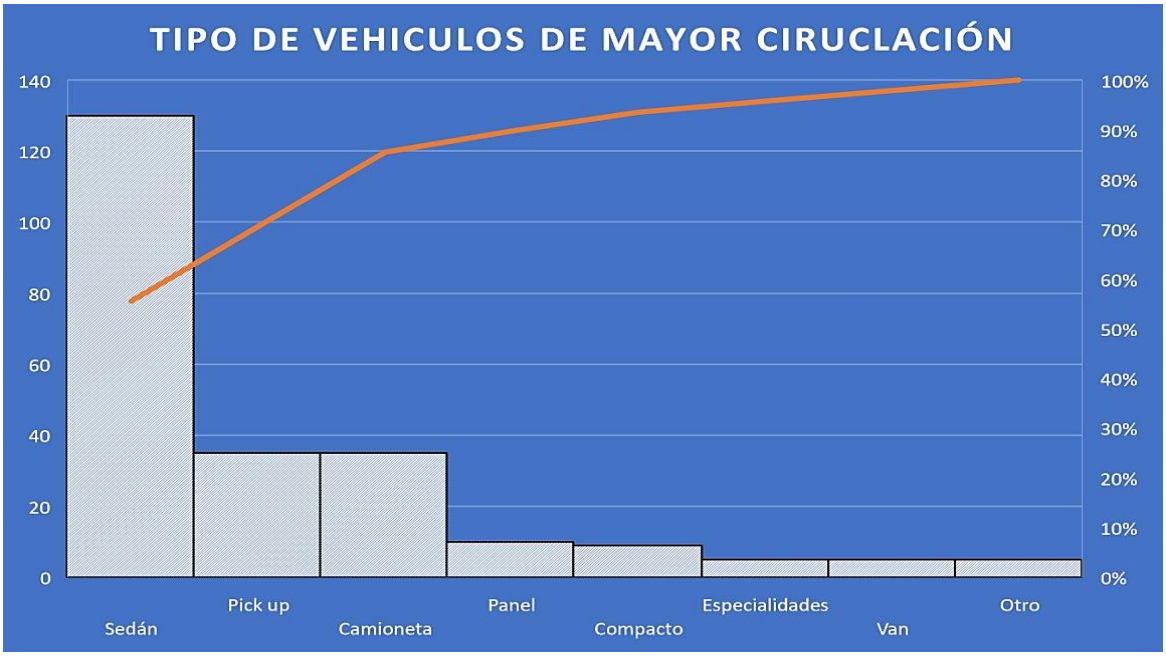


Gráfico 44: Tipos de vehículos de mayor circulación

En conclusión, se pueden determinar los vehículos Sedán y Pick up, serán los tipos de vehículos que se analizarán en la etapa de diseño, y sus respectivos sistemas vehiculares.

Confrontando los resultados de los 3 universos, se realizó un diagrama de Pareto para establecer cuáles de estos sistemas vehiculares contemplan el 80%, de frecuencia de averías dentro de la región de estudio, para posterior profundizar en el estudio de las partes y repuestos que comprenden estos sistemas vehiculares

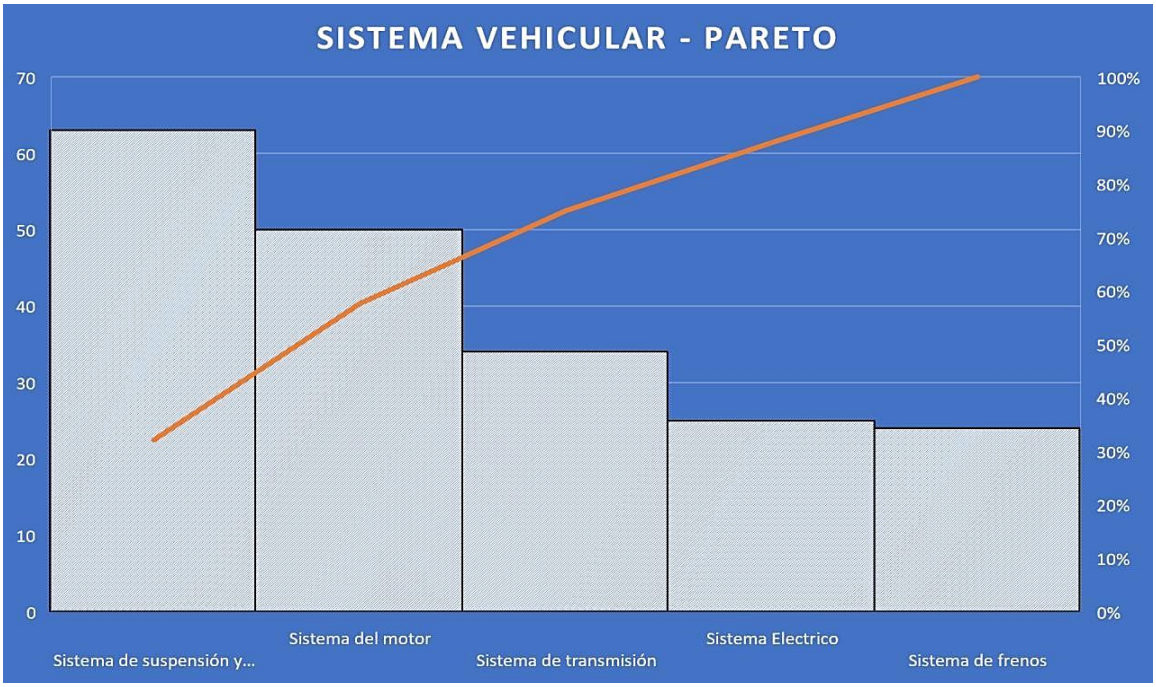


Gráfico 45: Sistema vehicular - Pareto

Determinando lo siguiente:

Los sistemas con mayor frecuencia de averías, son:

- **Sistema de suspensión**
- **Sistema del motor y**
- **Sistema de transmisión.**

Además de esto es necesario establecer, que atributos o que criterios, hacen que los propietarios de vehículos se inclinen por un producto u otro. Sin embargo, no basta con la repuesta que los consumidores nos brindaron, es necesario contrastarla con la información brindada por las entidades que comercializan estos productos y para representar y comprender mejor estos datos, se representan en el siguiente diagrama de Pareto.

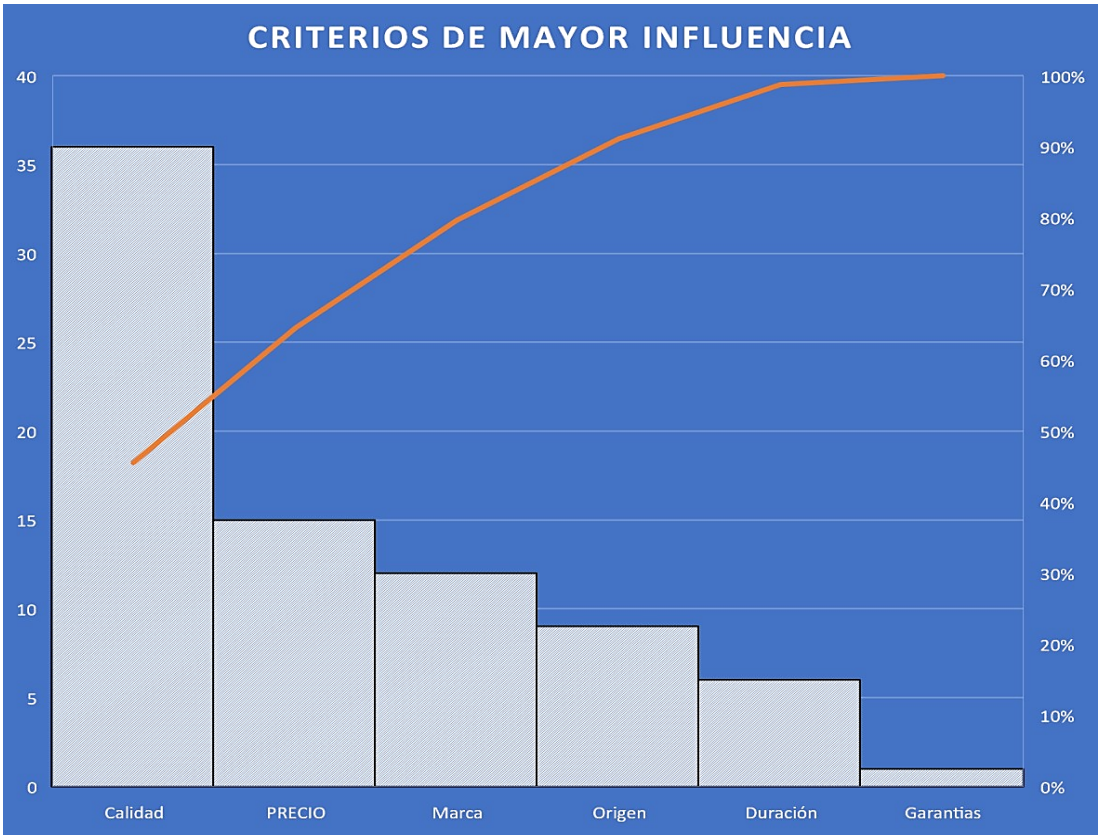


Gráfico 46: Criterios de Mayor Influencia

Como se puede observar, que los atributos que más influyen en la adquisición de estos productos son:

- **Calidad,**
- **Precio**
- **Marca**

Estos atributos son a los que hay que presar mayor atención dado que al no cumplirse alguno de ellos cabe la posibilidad que las partes y repuestos elaboradas con fabricación digital no sean

Con esto podemos resumir la posición de los universos de la siguiente manera:

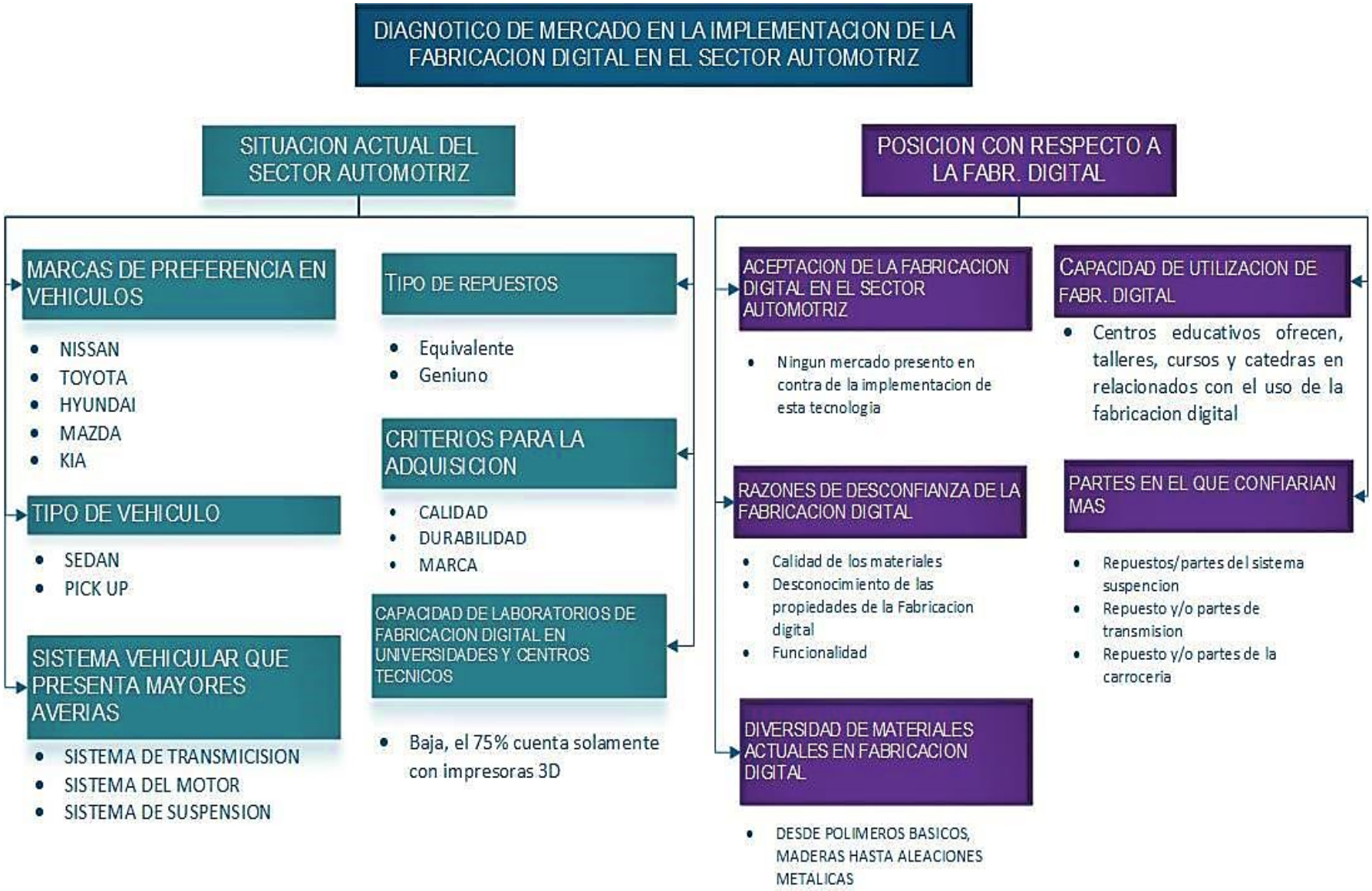


Ilustración 25: Diagnostico de Mercado en la Implementación de Fabricación Digital en Sector Automotriz

Partiendo de los resultados ilustrados con anteriormente y para concretar si existe una viabilidad de mercado para la implementación de la fabricación digital en el sector automotriz, se realizará por medio de la metodología de marco lógico permitiéndonos definir la posición actual en la que se encuentra el mercado de partes y repuestos vehiculares en el país.

2.7 Metodología de Marco Lógico (MML)

2.7.1 Generalidades

El marco lógico, también conocido como metodología de marco lógico (MML), es una herramienta de gestión de proyectos usada desde la etapa de identificación, diseño, planificación, ejecución y evaluación.

El MML es una metodología de planificación por objetivos que se utiliza de manera esencial, pero no en exclusiva, en la gestión de proyectos. Cada vez más, el MML, o al menos algunos de sus elementos más característicos, tienen a ser utilizados en otros ámbitos, en otras intervenciones de la cooperación para el desarrollo que no son proyectos.[15]

Como cualquier método de planificación, se trata de un sistema de toma de decisiones que, se supone permite tomar (y justificar) decisiones mejores y más razonadas.

Esta metodología fue desarrollada en 1969 por la USAID (Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional), como repuesta a análisis de resultados de proyectos anteriores, donde se concluyó que había deficiencias y que era necesario crear una herramienta para mejorar los resultados de los futuros proyectos

2.7.2 Definición

“Herramienta analística para la planificación y gestión de proyectos orientada por objetivos. Constituye un método con distintos pasos que van desde la identificación hasta la formulación y su resultado final debe ser la elaboración de una matriz de planificación del proyecto.” (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), 1999.[16]

2.7.3 Pasos de la MML

Los pasos a seguir para poder desarrollar esta metodología son los siguientes:

- **Análisis de los Involucrados:** En este paso se identifican los grupos de actores que son tocados por el proyecto, bien sea directa o indirectamente. No solo se define quienes son, también se piensa en sus intereses, expectativas y necesidades para definir estrategias de intervención que permitan tener su apoyo o plantear acciones contra su oposición.
- **Árbol de problemas:** Para tener claridad de la situación problemática basada en la información recopilada, se usa el árbol de problemas. Con esta herramienta, se consigue representar la situación problemática ubicando sus causas, el conflicto central y los efectos.

[15] https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf
[16] https://ingenioempresa.com/metodologia-marco-logico/

- **Árbol de Objetivos:** En el también conocido como árbol de soluciones, las causas se convierten en medios y los efectos se transforman en fines. Se pasa de un estado negativo actual a un estado positivo deseado, lo que significa que el problema central del proyecto cambia hacia el propósito central.
- **Análisis de Alternativas:** Con el análisis de las alternativas se deja de soñar y se pone en acción, ¿Cómo se va a lograr cambiar la situación evidenciada en el árbol de problemas hacia lo que se quiere en el árbol de objetivos? Se hace con este análisis. En El, se identifican las alternativas o conjunto de medios que pueden significar estrategias para dar solución a la situación problemática.[17]
- **Estructura analítica del proyecto:** A continuación, en este paso se toma el trabajo del árbol de problemas. Y objetivos junto al análisis de alternativas para esquematizar la relación de la estrategia o alternativa optima con los objetivos y las acciones.
  En la estructura analítica del proyecto o EAP, comienza a construirse la relación de niveles jerárquicos que se abordan en la matriz de marco lógico. La organización de los niveles en la EAP esta desglosada de la siguiente manera:
  - ***Primer Nivel:*** Actividades
  - ***Segundo Nivel:*** Componentes
  - ***Tercer Nivel:*** Propósito
  - ***Cuarto Nivel:*** Fin

Y empezando desde el cuarto nivel, el fin del proyecto se extrae de la parte superior del árbol de objetivos. El propósito es el objetivo central del árbol de objetivos. Los componentes son el resultado de tener ejecutadas las estrategias o alternativas del análisis de estas. Por último, para el primer nivel definimos las actividades más relevantes para ejecutar las estrategias y entregar los componentes.

- **Resumen narrativo del proyecto:** No es más que la ordenación de los niveles de la estructura analítica del proyecto sobre la matriz de marco lógico. Dicho de otra forma, cada nivel de la estructura corresponde a una fila de la matriz de marco lógico.

2.7.4 Lógica Vertical

- La lógica vertical es una muestra de la validez en el diseño de proyecto. Con ella, se consigue analizar los vínculos casuales que existe entre cada uno de los niveles de los objetivos. En ella se considera que el diseño o planificación del proyecto es válido cuando:[18]

[17] http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s08.htm
[18] https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf

- Los componentes son el resultado de tener las actividades hechas.
- Cada actividad es necesaria para conseguir los componentes. No hacen falta actividades y tampoco hay de mas
- Una vez obtenidos los componentes, se consigue el logro del proyecto
- Conseguido el logro del proyecto, hay una contribución del logro.

2.7.5 Lógica Horizontal

Este concepto es el mismo mencionado en los pasos anteriores, pero sin mencionarlo con este nombre. Los “objetivos, indicadores, medios de verificación”, así en ese orden, reciben el nombre de lógica horizontal. La razón es la siguiente:

- Los métodos de verificación deben ser suficientes para lograr el cálculo de los indicadores.
- El cálculo de los indicadores evidencia el avance actual y final en el logro de los objetivos.

2.7.6 Desarrollo de la MML

2.7.6.1 Matriz de involucrados

Tabla 19: Matriz de involucrados

SECTOR	ACTORES	INTERES
SECTOR PRIVADO	COMERCIALIZADORAS DE PARTES Y REPUESTOS AUTOMOTRIZ	Entidades líderes en este rubro. Buscan obtener una reducción en sus tiempos de adquisición de este producto para su posterior comercialización
	TALLERES MECÁNICOS - AUTOMOTRIZ	Opciones a ampliar su lista de servicios ofrecidos y mejorar su posición en el mercado
	LABORATORIOS DE FABRICACIÓN DIGITAL	Difusión de la implementación de esta tecnología, para crear redes de creadores y aumentar la cantidad de estas entidades en el país.

SECTOR	ACTORES	INTERES
SOCIEDAD CIVIL	PROPIETARIOS DE VEHÍCULOS	Consumidores finales de los productos, que buscan obtener mejores resultados y realizar una menor inversión en sus vehículos
	UNIVERSIDADES Y CENTROS TECNICOS	Fortalecimiento de personas con capacidad de operar esta tecnología, opciones a ampliar su lista de servicios ofrecidos.

2.7.6.2 Posición de los actores

Identificados los intereses de los diferentes actores involucrados en el estudio, se realiza un análisis de la posición de estos con respecto al estudio, ilustrado en la siguiente tabla.

Tabla 20: Posición de los involucrados

ID	ACTORES	POSICIÓN	PODER	INTESIDAD
1	COMERCIALIZADORAS DE PARTES Y REPUESTOS AUTOMOTRIZ	( )	5	5
2	TALLERES MECÁNICOS - AUTOMOTRIZ	(+)	4	4
3	LABORATORIOS DE FABRICACIÓN DIGITAL	(+)	2	3
4	PROPIETARIOS DE VEHÍCULOS	(+)	5	5
5	UNIVERSIDADES Y CENTROS TECNICOS	( )	3	2

2.7.6.3 Representación Gráfica de la posición

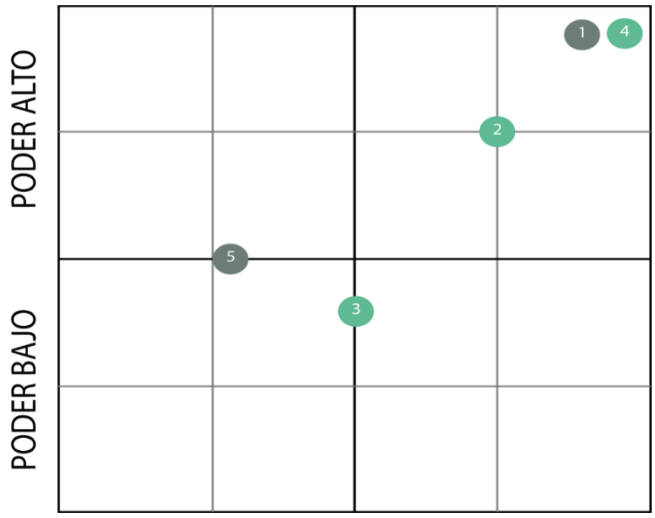


Gráfico 47: Representación gráfica de posiciones

2.7.6.4 Análisis de problemas

El presente análisis realizado al problema mediante la herramienta análisis de problemas recae en un "***Deficiente Nivel Tecnológico en la Manufactura de Partes y Repuestos del Sector Automotriz en El Salvador"*,** en el que dicha problemática posee sus propias causas que a su vez genera efectos que, en concordancia con nuestro estudio, coinciden con los resultados obtenidos, entre las causas que generan el deficiente nivel tecnológico están:

- Desconocimiento de la aplicabilidad de las tecnologías en la manufactura de partes y repuestos
- Déficit de fabricadores nacionales de partes y repuestos de automóvil
- Enfoque en el alto costo de adquisición tecnológico para el sector automotriz.

Dichas causas vienen dadas de causas adicionales diferentes que abonan al problema central y que generan la deficiencia de tecnología en El Salvador.

Tras las causas dadas al problema central, los efectos que genera este son:

- Nivel alto en importaciones de partes y repuestos de automóvil.
- Dificultad en el manejo de nuevas metodologías.

Dichos efectos son los que hemos considerado como los principales y que a su vez vienen dados también de efectos secundarios que de igual forma abonan al problema central.

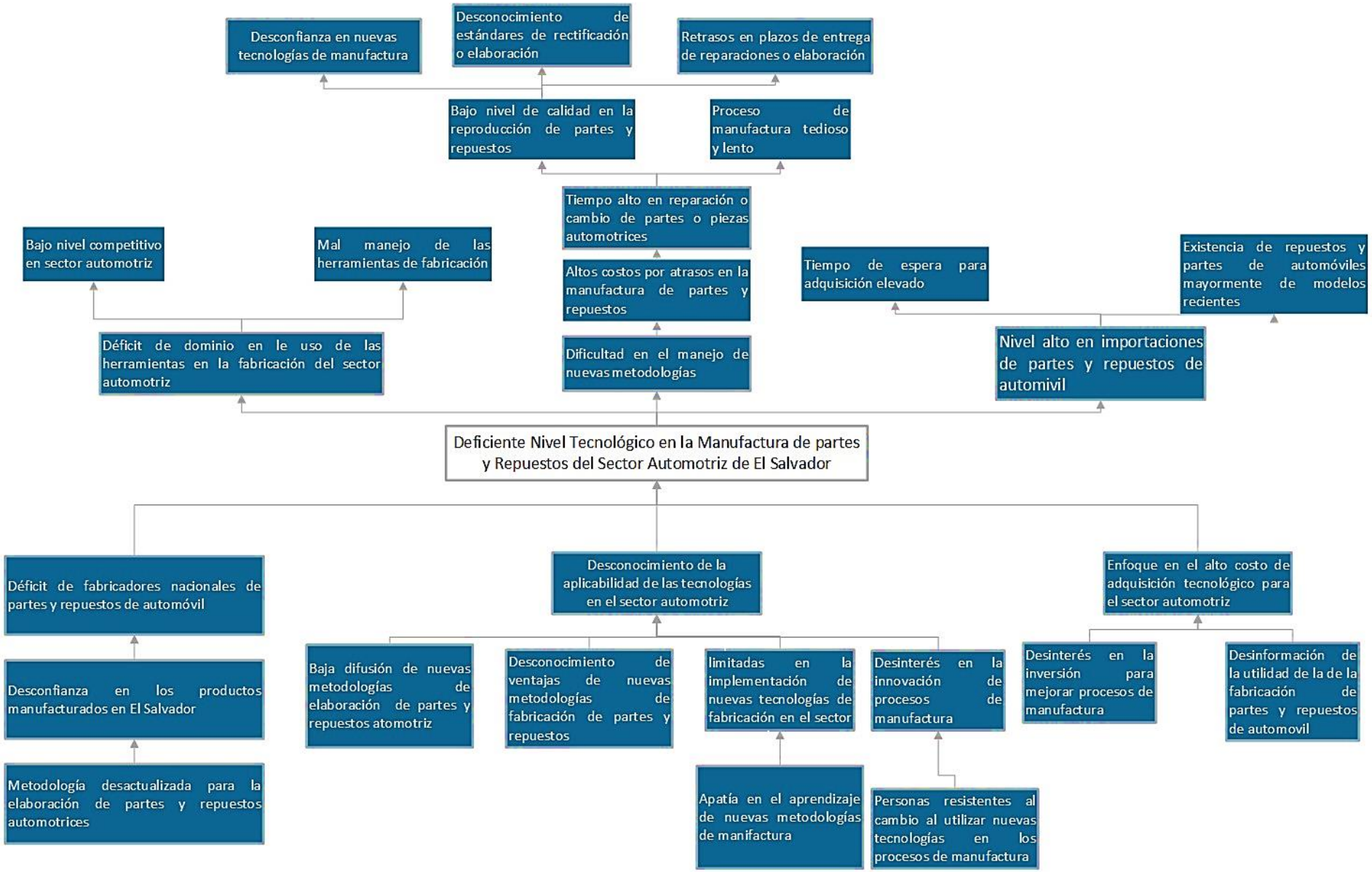


Ilustración 26: Árbol de Problemas

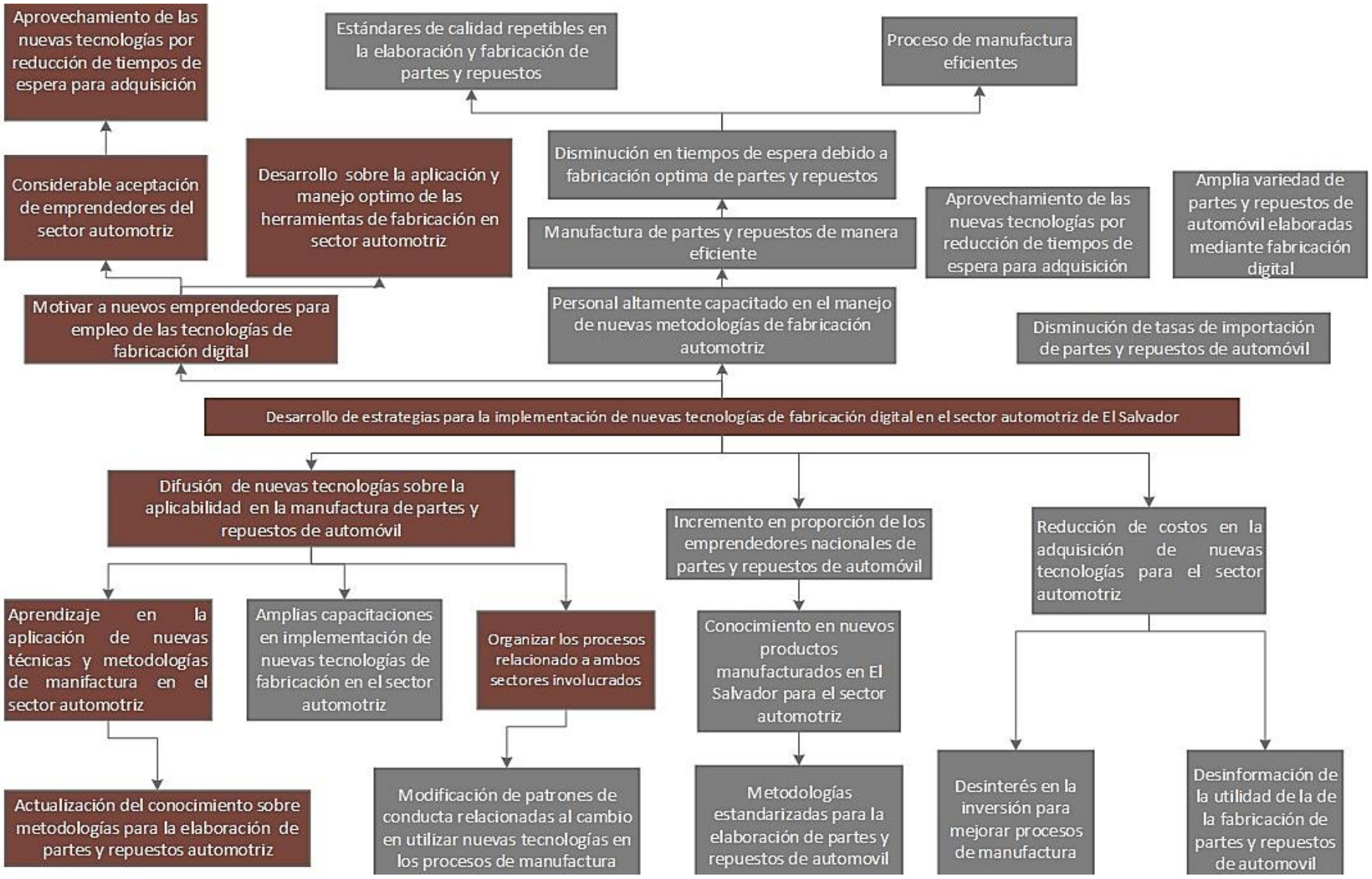


Ilustración 27: Árbol de Objetivos

2.7.6.5 Alternativas de solución

Ante la problemática presente se plantean posibles alternativas de solución que, si bien dicho pueden llegar a crear cambios en la sociedad en general, se considera que son aplicables en el rubro automotriz por lo que se procede a realizar un análisis más profundo para determinar cuál puede considerarse como alternativa viable de aplicar, para ello se plantean las siguientes, considerando también los criterios a considerar para su evaluación.

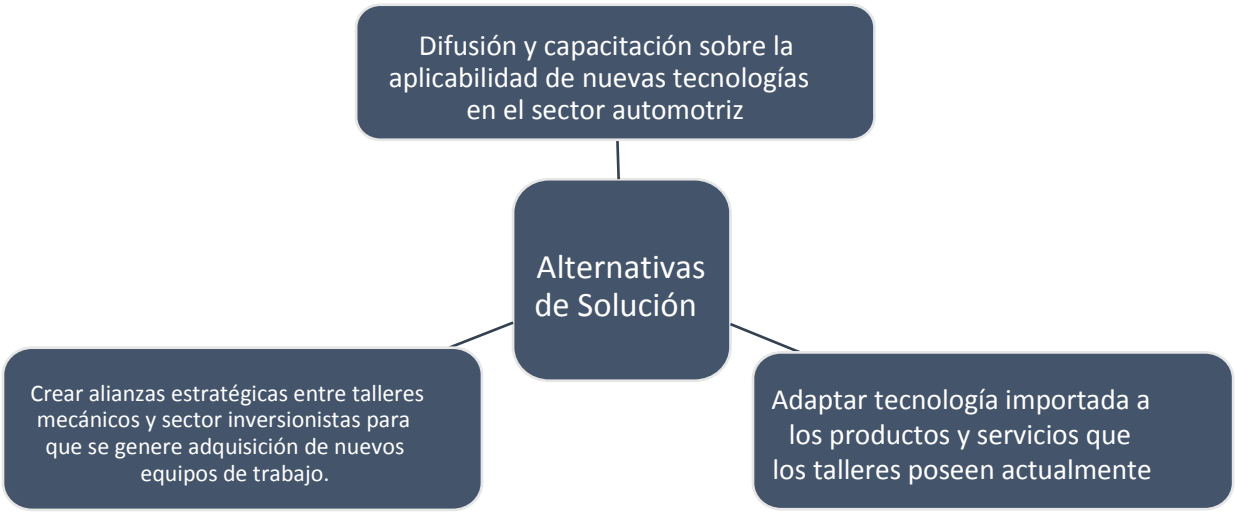


Ilustración 28: Alternativas de solución.

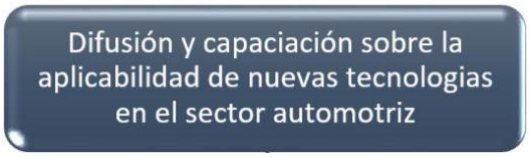
2.7.6.5.1 Análisis de Alternativas de Solución

Para efectuar un análisis de las alternativas planteadas como se mencionó, se considerarán criterios de evaluación que están inmersos en cada una con el objeto de determinar cuál es la más viable de aplicar de implementar.

Criterios a emplear:

- Tiempo de Implementación y preparación del personal involucrado • Capacidad técnica del personal.
- Compatibilidad con procesos actuales de trabajo en el sector automotriz
- Grado académico de preparación
- Impacto en el sector automotriz
- Costo de implementación
- Facilidad de actualización.

2.7.6.5.1.1 *Alternativa 1*



Difundir y capacitar a las personas en las nuevas tecnologías implica un costo de oportunidad ya que con ello se puede lograr que el nivel deficiente de tecnología se pueda ver disminuido en cuestión de tiempo, ya que al difundir se estaría creando conciencia en el manejo de las nuevas tecnologías de fabricación.

Dicha difusión deberá ser impartida por instituciones técnicas que trabaja en dicho rubro, sean estas: Universidades, institutos técnicos.

Tabla 21: Evaluación de Alternativa 1

Criterio de Evaluación	Bajo	Medio	Alto
Tiempo de Implementación y preparación del personal involucrado			
Capacidad técnica del personal			
Compatibilidad con procesos actuales de trabajo en el sector automotriz			
Grado académico de preparación			
Impacto en el sector automotriz			
Costo de implementación			
Facilidad de actualización			

2.7.6.5.1.2 *Alternativa 2*

Emplear las nuevas tendencias tecnológicas en los métodos de trabajo actuales en un taller significaría un boom en los resultados, en cuanto a fabricación digital se refiere por lo que esto generaría un superávit tecnológico en pocos años.

Tabla 22: Evaluación de Alternativa 2

Criterio de Evaluación	Bajo	Medio	Alto
Tiempo de Implementación y preparación del personal involucrado			
Capacidad técnica del personal			
Compatibilidad con procesos actuales de trabajo en el sector automotriz			
Grado académico de preparación			
Impacto en el sector automotriz			
Costo de implementación			
Facilidad de actualización			

2.7.6.5.1.3 *Alternativa 3*

Una alianza estratégica es crear la unión de personas, empresas o países, mediante la cual se da un compromiso de ayuda o apoyo mutuo para lograr un fin determinado, con beneficios similares para las partes que la conforman.

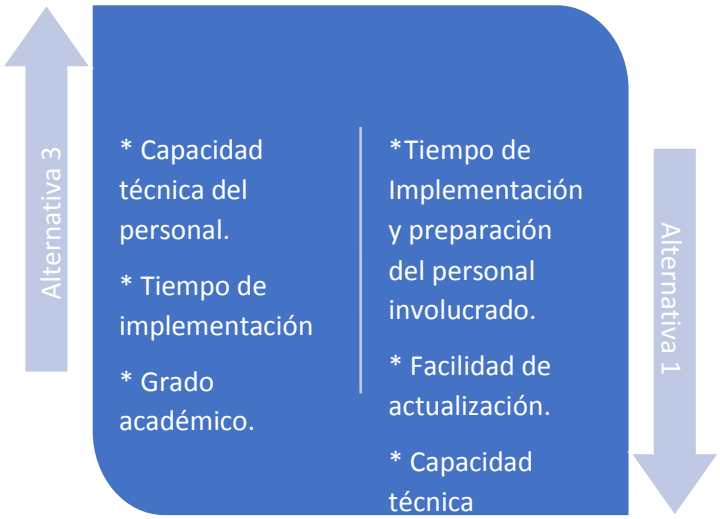
Un inversionista prefiere invertir con empresas muy bien posicionadas por lo que significaría que un taller debe estar en una posición buena para poder optar por hacer alianza estratégica o que al menos posea la certeza de que al emplear nuevas tecnologías en el taller generará ganancias favorables para el caso que no sea una gran empresa. La persona propietaria debe estar capacitada para la ejecución de un proyecto así.

Tabla 23: Evaluación de Alternativa 3

Criterio de Evaluación	bajo	Medio	Alto
campo de Implementación y preparación del personal involucrado			
capacidad técnica del personal			
compatibilidad con procesos actuales de trabajo en el sector automotriz			
Grado académico de preparación			
impacto en el sector automotriz			
costo de implementación			
facilidad de actualización			

2.7.6.6 Selección de alternativas

Las alternativas de solución más viables de poder aplicar radican en las alternativas 1 y 3 debido a que se centran en términos medios por lo que algo que no es muy complicado (Alto) o que no aporte lo suficiente (bajo) para ello se muestra lo siguiente:



Por lo cual la alternativa de solución más viable es la alternativa N.º3

2.8 Estrategias de implementación basadas en mercado

Para llevar a cabo una correcta implementación de una nueva metodología de fabricación, lo condicionarán numerosos factores, de ahí la necesidad de efectuar un análisis del entorno sea clave para conocer las tendencias futuras y definir con antelación la estrategia empresarial a seguir. Un instrumento de gran utilidad para cumplir con este objetivo es la matriz PEST, que permite realizar una investigación pormenorizada de los asuntos que más influirán en el desarrollo de la implementación de la fabricación digital en el sector automotriz.

Esta herramienta, que se puede aplicar a numerosos casos, facilita la descripción en detalle del contexto en el que operará la implementación. Y ayuda a comprender el crecimiento o declive de un mercado, las dificultades y retos que puede presentar, así como a orientar la dirección y la posición del negocio de forma sencilla, sistemática y pautada.

2.8.1 Análisis PEST

La primera idea que hay que tener clara es que PEST y DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) no son equivalentes porque son métodos que no se aplican al mismo objeto de investigación, aunque pueden tener algunas áreas comunes, por lo que ciertos factores pueden aparecer en ambos estudios.

Se efectúa esta matriz, a partir de los resultados obtenidos durante la investigación de campo y posterior del registro de la misma.

Tabla 24: Matriz PEST

Político	Económico
• Entidades regulatorias del país. • Cambio de gobierno • Políticas fiscales • Ayuda empresarial • Leyes ambientales • Tratados internacionales • Subsidios de gobierno • Incentivos	• Situación económica del país • Ciclo de vida del mercado • Impuestos externos. • Inflación • Impuestos internos • Ciclo económico
Social	**Tecnológico**
• Aceptación de las nuevas tecnologías de fabricación. • Factores culturales • Tendencia de vida • Nivel educativo adquirido • Patrones de compra	• Desarrollo tecnológico del país • Nivel de inversión tecnológico • Propiedad intelectual en el país • Capacidad de mano de obra • Medios de información y comunicación

Tabla 25: Fuerzas de Porter

5 FUERZAS DE PORTER		Oportunidades		Amenazas	
Poder de los compradores	**Los compradores tienen más poder cuando:** Los vendedores son pocos y pequeños y los compradores pocos y grandes. Los compradores adquieren grandes cantidades. Un comprador individual es un gran cliente. Los compradores pueden cambiar proveedores a bajo costo. Los compradores compran de múltiples vendedores a la vez. Los compradores pueden integrarse fácilmente hacia atrás.	**1**	70% del parque vehicular son vehículos usados	**1**	Excedente de productos equivalentes
		2	Compradores insatisfechos con la actual gestión	**2**	Fidelidad a una marca establecida
		3	Poseen el comportamiento de cotizar con diferentes vendedores	**3**	Inclinación por productos de bajo costo adquisitivo
Nuevos competidores / potenciales	**Los competidores entrantes (a la industria) amenazan a las compañías establecidas.** Barreras al ingreso: Lealtad de marca Ventajas absolutas de costo Economías de escala Costos ínter cambiantes Normativas Gubernamentales Las barreras al ingreso reducen la amenaza de nueva competencia	**1**	Normativas Gubernamentales	**1**	Reducción de Calidad
		2	Mala ejecución por parte de la competencia	**2**	Bajas barreras al ingreso
		3	Posibles incentivos gubernamentales para la implementación de FAB. DIG. en el sector	**3**	Ventajas absolutas de costos
Rivalidad con establecidos	**La intensidad de la rivalidad competitiva en una industria surge de:**	**1**	Problemáticas de importación	**1**	Precios considerablemente bajos

2.9 Conceptualización del Diagnostico

Para realizar de forma idónea una conceptualización, se realizará el proceso de diseño, que establece Krick en el libro, “Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la ingeniería”, el cual consiste en establecer variables de entrada y salida e identificando las limitantes de estas, así como establecer las restricciones y criterios que regirán lo realizado en la siguiente etapa:

2.9.1 Proceso de diseño

“El proceso de diseño abarca las actividades y eventos que transcurren entre el reconocimiento de un problemática o necesidad y la especificación de una solución del mismo que sea funcional, y satisfactoria de algún modo. El diseño es el proceso general mediante el cual se aplican los diferentes conocimientos, aptitudes y puntos de vista al a creación de dispositivos, estructuras y procesos”, Krick (2006).[19]

2.9.1.1 Formulación

Dicho proceso inicia con la formulación, estableciendo el estado A y el estado B, los cuales se refieren, al estado inicial (estado A), que en nuestro caso es referente a los resultados de la etapa de diagnóstico del estudio y una solución o una transformación del estado inicial (estado B).

Después de analizado los resultados del estudio de campo, podemos establecer un estado inicial para este proceso de diseño, el cual lo definimos en pocas palabras como: **Viabilidad de mercado**, con el cual hacemos referencia al desglose de los sistemas vehiculares que poseen la mayor demanda en el mercado actual en el sector automotriz de El Salvador, la identificación del nivel de aceptación que posee la fabricación digital en los principales involucrados en el estudio, así como el reconocimiento del bajo nivel tecnológico que poseen los diferentes talleres industriales – automotriz.

Y en la siguiente etapa se busca obtener la verificación de una viabilidad técnica partiendo de los datos que se obtuvieron en el estudio de campo, esto sería nuestro estado **B**.

[19] https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942453003.pdf

Para mejor observación de estos estados, lo representamos en el siguiente diagrama:

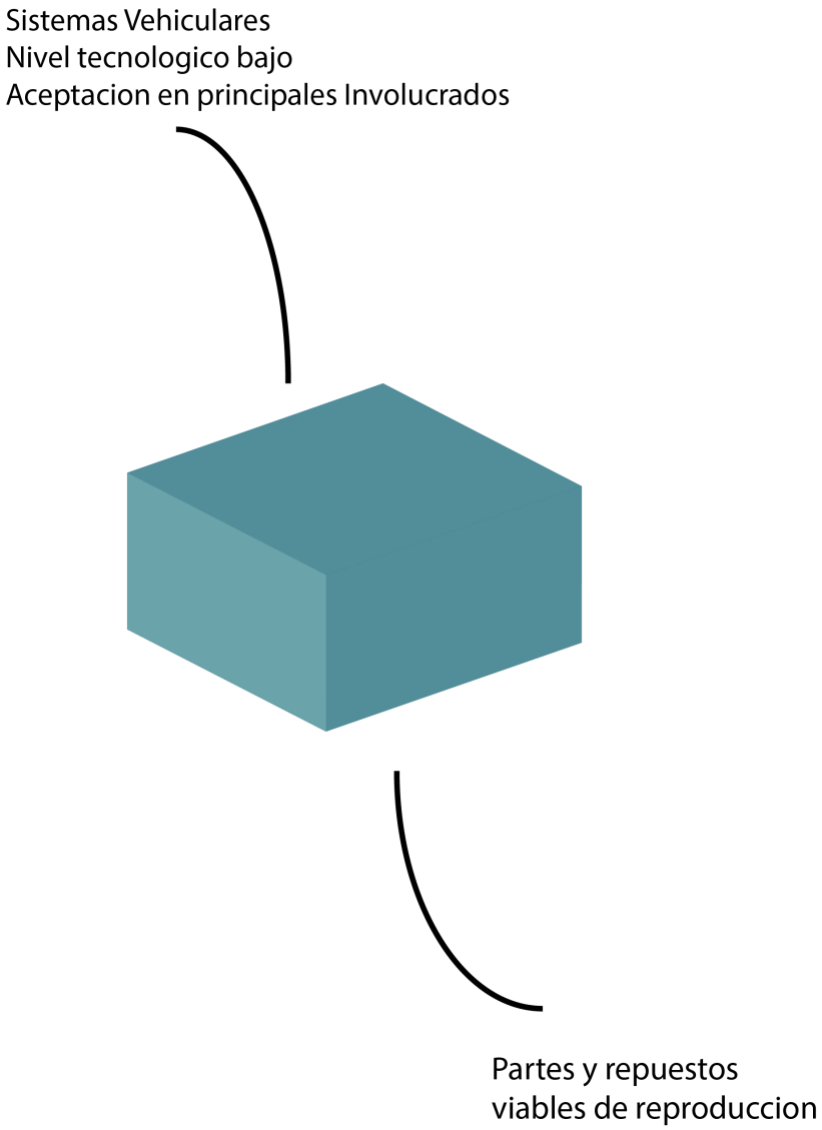


Gráfico 48: Caja Negra "Viabilidad Técnica"

2.9.2 Análisis de problemática

La especificación de los estados A y B. En la formulación, es suficiente identificar el estado A simplemente como Viabilidad de mercado y el estado B como Viabilidad técnica. Sin embargo, para llegar a la viabilidad técnica, es necesario saber más acerca de la entrada y salida. Por lo tanto, durante el proceso de diseño se determinan las características cualitativas y cuantitativas de los estados A y B, como se desarrolla en el siguiente cuadro:

Las características dinámicas de los estados A y B se llaman variables de entrada y salida respectivamente, y generalmente hay límites para el grado en que pueden fluctuar tales variables.

Tabla 26: Características de Viabilidad Técnica

ENTRADA: VIABILIDAD DE MERCADO	
VARIABLES DE ENTRADA	**LIMITACIÓN DE ENTRADA**
Sistema Vehiculares	Deben ser: • Transmisión • Suspensión • Motor • Carrocería
Nivel tecnológico Bajo	Sin limitación
Mano de Obra calificada	Sin limitación
Aceptación en principales Involucrados	Sin limitación

SALIDA: VIABILIDAD TECNICA	
VARIABLES DE SALIDA	**LIMITACIÓN DE SALIDA**
Partes y repuestos viables de reproducción con fabricación digital	Durabilidad o resistencia a esfuerzos mecánicos

Una parte importante para conocer como conceptualizar los pasos a seguir, es necesario establecer las restricciones que tendremos para realizar dichos pasos:

2.9.3 Restricciones

Una restricción es una característica de una solución que se fija previamente por una decisión, por la Naturaleza, por requisitos legales o por cualquier otra disposición que tenga que cumplir el solucionador del problema. Para nuestro estudio tendremos las siguientes restricciones:

- Partes y repuestos establecidos como viables para reproducción deben contar con patentes libres
- Utilizar métodos o maquinaria perteneciente a la fabricación digital • Las partes y repuestos deben poseer una resistencia y esfuerzos mecánicos
- Deben cumplir funcionalidad a prueba de errores.

2.9.4 Variables de Solución

Las soluciones alternativas a la situación establecida difieren en muchos aspectos. Las correspondientes a nuestro estudio, estas son:

- Maquinaria y herramientas para la Fabricación
- Materiales de fabricación
- Método de fabricación

2.9.5 Criterios

Los criterios que se utilizarán para seleccionar el mejor diseño deben identificarse durante este apartado. Realmente, lo criterios cambian muy poco de problema a problema, en nuestra situación se establecieron los siguientes criterios:

- Facilidad de elaboración
- Funcionalidad igual a las partes y repuestos elaborados con la fabricación actual.
- Ciclo de uso igual a los partes y repuestos elaborados con la fabricación actual.

CAPITULO III: DESARROLLO DEL DIAGNOSTICO

3 DESARROLLO DEL DIAGNOSTICO

3.1 Metodología empleada

La base para el estudio técnico son los resultados obtenidos de la etapa anterior. Donde se definió los sistemas automotrices con mayor frecuencia de averías y por ende los sistemas automotrices con mayor demanda de partes y/o repuestos.

Esto, da paso a identificar cuáles serán el universo de partes y/o repuestos a los cuales es necesario determinar la viabilidad técnica de fabricación con la tecnología que concierne a la fabricación digital adicional el establecimiento de estrategias para la implementación de esta tecnología en el sector automotriz.

Dado a lo anterior se trazó la siguiente metodología para determinar si desde el punto de vista técnico es viable la reproducción de piezas y repuestos automotrices.

Dicha metodología constara de 4 bloques principales, los cuales se relacionan de la siguiente manera:

Tabla 27 Metodología General

3.1.1 Definición de la Situación actual

Para iniciar, debemos establecer un punto de partida, y en este caso debe ser el estado en que se encuentra la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz en nuestro país.

En este apartado se creará un instrumento que nos permita identificar como se encuentra esta incorporación para poder establecer las estrategias pertinentes para poder alcanzar el estado incorporación de esta tecnología favorable para el sector automotriz.

3.1.2 Identificación de partes y repuestos a someterse a estudio.

El segundo bloque, es donde se desglosarán aquellas partes y repuestos pertenecientes a los sistemas automotrices establecidos en la etapa anterior, que se pueden reproducir desde el punto de vista legal.

Con el desglose de partes y repuestos reproducibles legalmente, se identificará la funcionalidad que poseen estas piezas en el funcionamiento de un vehículo automotriz, adicional se determinara que materiales se utilizan en la actualidad del sector automotriz para la elaboración de dichas piezas con ello se establecerá las propiedades, que poseen los materiales con los cuales se están utilizando en la actualidad para su fabricación, y se presentará alternativas de materiales de fabricación.

Tabla 28 Metodología de la Identificación de partes y repuestos

3.1.3 Procesos de Manufactura

Luego de haber realizado un estudio profundo sobre los detalles técnicos que deben cumplir las partes y repuestos en estudio, es necesario identificar que procesos de manufactura se utilizan en el sector automotriz como en la fabricación digital en la actualidad, ello conlleva a establecer que maquinaria/herramienta son utilizadas.

Los cuales se buscarán reflejar las similares que poseen ambos procesos, con ello se buscará establecer el proceso de manufactura donde se involucre en parcialidad o en totalidad la fabricación digital en la elaboración de las partes y repuestos en estudio.

Tabla 29 Metodología de fabricación

3.1.4 Viabilidad económica

Determinados los procesos de manufactura para las partes y piezas en estudio, se deberá definir, los costos que involucran dichos procesos, con lo cual se establecerá que procesos son realmente factibles desde el punto económico emplear para la fabricación de las partes y repuestos automotrices.

Determinados los procesos de manufactura idóneas en los cuales se implementa la fabricación digital en el sector automotriz, se identificará el tipo de utilidad que esta tecnología podrá optar, es decir, distinguir si dicha tecnología podrá ser empleada como sustituto o apoyo a la tecnología que actualmente se utiliza en el sector.

Tabla 30 Metodología de la Viabilidad Económica

3.1.5 Estrategias de utilización

Identificada la utilidad de la fabricación digital en el sector automotriz, se presentarán diferentes estrategias para incluir dicha tecnología en la manufactura de las diferentes partes y repuestos automovilísticos.

3.1.6 Metodología a utilizar

Establecidos los pasos a seguir para la obtención de la viabilidad técnica de la utilización de la fabricación digital en el sector automotriz, se establece la metodología a utilizar, ilustrada en el siguiente diagrama.

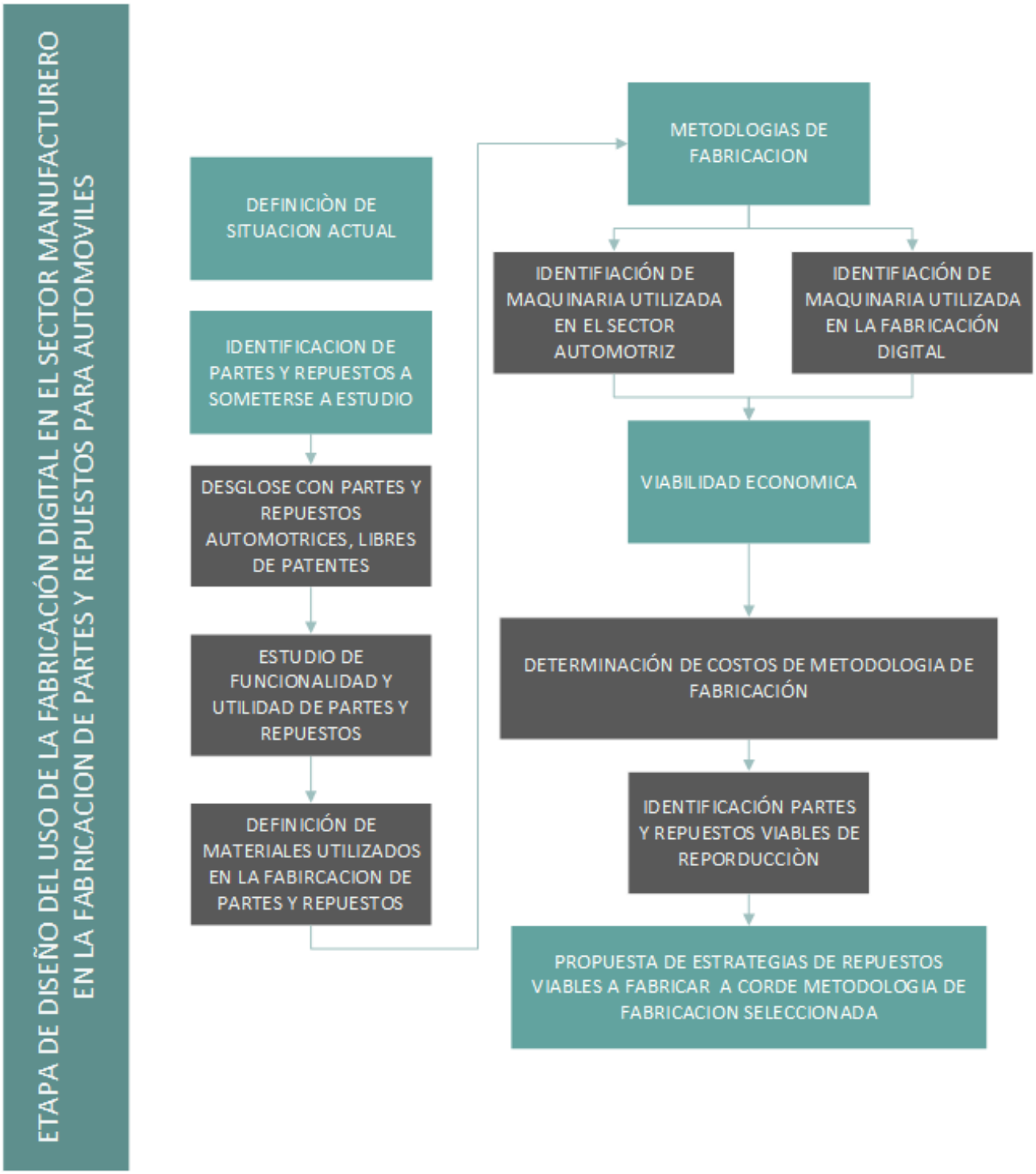


Tabla 31 Metodología General

3.2 Diagnóstico del nivel tecnológico

En el sector automotriz, es necesario determinar el nivel tecnológico se posee. Dentro de la fabricación digital, se visualizan tres procesos concretos, los cuales son:

- **CAD:** (Computer Aided Design) La cual se refiere al Diseño Asistido por Computadora, en la cual como su nombre indica, se establece la parte de diseño de las piezas que posterior se llegarán a manufacturar.
- **CAE:** (Computer Aided Engineering) o "Ingeniería Asistido por Computadora" en el cual se realizan los diferentes estudios de esfuerzos mecánicos de los diferentes diseños posibles.
- **CAM:** (Computer Aided Manufacturing), que significa "Manufactura Asistida por Computadora", es la parte de manufactura, esta fase o proceso de fabricación digital, va desde la simulación de fabricación de la pieza dentro de un software y la generación del código que posterior se utilizara en unas de las maquinas/herramientas de la fabricación digital, para la manufactura del producto.

Basado en estas etapas de la fabricación digital, se basará el instrumento que defina el nivel tecnológico que se posee.

3.2.1 Índice de nivel tecnológico

El establecimiento del nivel tecnológico, se realiza por medio de lo que denominamos "***índice de nivel tecnológico"***.

La estructura y metodología de elaboración general de dichos índices, consiste en la aplicación del método polinómico el cual se basa en la aplicación de una herramienta matemática sencilla como el polinomio, para resolver problemas de diversos niveles de complejidad vinculados a la necesidad de cuantificar atributos particulares de una entidad u objeto en análisis.

3.2.1.1 Definición del Índice de nivel tecnológico

Para el desarrollo del índice de nivel tecnológico (INT), se utilizará la siguiente metodología de desarrollo, en la cual se analizará el sector automotriz.

Ilustración 29: Metodología del Índice del nivel tecnológico

3.2.1.1.1 Identificación de las variables

Briones (1996), las variables son propiedades, características o atributos que se dan en grados o modalidades diferentes en las unidades de análisis y, por derivación de ellas, en grupos o categorías de las mismas.

El mismo autor en 2012, afirma que una variable es una característica que se puede someter a medición, es una propiedad o un atributo que puede presentarse en ciertos objetos o fenómenos de estudio, así como también con mayor o menor nivel de presencia en los mismos y con potencialidades de medición.

Con lo anterior podemos definir que una variable puede considerarse como una condición o cualidad que puede variar de una situación a otra.

3.2.1.1.2 Tecnologías en la fabricación Digital

Las tecnologías del sector automotriz, son los diversos componentes importantes de las empresas que lo conforman, ya que por ellas se plantean. Y tratan de alcanzar los objetivos y metas.

Para la realización del diagnóstico tecnológico se deberá evaluar de manera técnica cada componente que conforma una empresa del sector automotriz, específicamente en los procesos de CAD, CAE y CAM.

3.2.1.1.2.1 *Tecnologías que conforman el índice tecnológico.*

Para realizar un adecuado estudio del diagnóstico en el que se tomen en cuenta la tecnología de las principales funciones se han tomado en cuenta las siguientes:

- Blanda
- Dura
- Flexible

Cada tipo de tecnología que servirá de variable para el indicie tecnológico tiene un objetivo general de estudio, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 32: Variables Tecnológicas

VARIABLES TECNOLOGICAS DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN DIGITAL		
Clase de tecnología	Variable	Definición
Blanda	BL	La tecnología blanda abarca los conocimientos, procedimientos, metodologías, disciplinas, habilidades que hacen posible el desarrollo posterior de productos y servicios.
Dura	DR	Son las que se ocupan de transformar los materiales, para producir o construir objetos o artefactos, estamos hablando de máquinas, dispositivos como lo son las herramientas, hardware, etc. que hacen el trabajo más eficaz y propicia la generación de productos y servicios con mejor calidad, novedad e integridad.
Flexible	FL	Hace referencia a la amplitud con que las máquinas, el conocimiento técnico y las materias primas pueden ser utilizadas en otros productos o servicios. es decir, tiene varias y diferentes modalidades.

3.2.1.2 Ponderación de las variables identificadas.

Posteriormente se identificó y se definieron las diferentes variables que componente al índice tecnológico con base al a importancia de cada factor que lo compone los cuales se prosigue a ponderar, con el objetivo que cada uno de los aspectos que se pueda evaluar de manera cuantitativa y luego poder establecer el INT alcanzado según la clasificación del sector automotriz por procesos de la fabricación digital.

A continuación, se procederá a la ponderación de las variables por medio de la técnica de matriz de criterios ponderados.

Para la realización de la matriz de criterios ponderados, se realizará una priorización según su nivel de importancia sobre los aspectos tecnológico en cada una de ellas.

3.2.1.2.1 Priorización de variables

La matriz es una herramienta que permite la selección de opciones sobre la base de la ponderación y aplicación de criterios, que hace posible determinar alternativas y los criterios a considerar para adoptar una decisión, clarificar problemas, oportunidades de mejora. En general, establece prioridades ente conjunto de elementos, para facilitar la toma de decisiones.

3.2.1.2.1.1 *Criterios de Priorización*

Cada variable seleccionada deberá asociarse a un sistema de criterios establecidos en una tabla homogeneizada con categorías. Para cada variable seleccionada, es necesario definir un alcance dado; por ejemplo: alto, medio, bajo. La tabla. Temática de distinta categoría, o contenido académico.

3.2.1.2.1.2 *Criterios de Evaluación*

Los criterios y la ponderación de los pesos relativos para la priorización de las variables, se establecieron de acuerdo a los objetivos del diagnóstico y entrevistas con expertos del sector de fabricación digital.

Tabla 33: Criterios de Evaluación

CRITERIO	DESCRIPCION
Magnitud tecnológica	Se refiere a la intensidad de recursos tecnológicos que se asignan a los procesos que se realizan dentro de cada área definida.
Necesidad de Innovación	Se refiere, a la falta de innovación que se presenta en las operaciones de la empresa y que son críticas para asegurar su competitividad.
Necesidad de Tecnología	Nivel de recursos financieros estimado que deberá destinarse al consumo en la función en la obtención y utilización de recursos tecnológicos para desempeñar sus actividades.
Diferenciador	Influencia del uso de la tecnología en el proceso de fabricación, darle valor agregado al producto en su proceso de elaboración.
Nivel de planificación	Determinar que tanto afecta el uso de la tecnología de cada función en las decisiones tomadas dentro de la empresa.

Se califica cada criterio según la escala de calificación establecida con valores de 1 a 5 para cada variable y así determinar su importancia como indica la siguiente fórmula:

$$Importacia\ de\ la\ varable = \frac{\sum de\ los\ criterios}{total} x100\%$$

La calificación realizará según evaluación propia del grupo de trabajo y a través de la opinión de expertos en el rubro automotriz.

3.2.1.2.1.3 *Ponderación*

Establecidos los criterios, se procedió a entrevistar a los encargados de los talleres automotriz e industriales, para realizar la ponderación partiendo de la opinión de los expertos en el tema.

Esto se llevará acabo, utilizando el siguiente formato, para establecer la ponderación de las diferentes variables.

Tabla 34: Tabla Diseñada para Ponderación

	Magnitud tecnología	Necesidad de Innovar	Necesidad de Tecnología	Diferenciador	Nivel de planificador	Total	Ponderación
Blanda							
Dura							
Flexible							
TOTAL							

Quedando de la siguiente forma:

Tabla 35: Ponderación Obtenida

	Magnitud tecnología	Necesidad de Innovar	Necesidad de Tecnología	Diferenciador	Nivel de planificador	Total	Ponderación
Blanda	28	25	40	45	40	178	35%
Dura	33	30	35	33	30	161	31%
Flexible	48	35	20	40	30	173	34%
TOTAL						512	100%

3.2.1.3 Diseño de Indicadores

Identificadas las variables necesarias para el establecimiento de un diagnóstico, para analizarlas es necesario identificar aquellos aspectos que nos interesa medir de dichas variables.

Además, para cuantificar estos aspectos es necesario utilizar una serie de indicadores que se definirán a través de los requerimientos de información de dimensiones.

Antes de continuar, definiremos lo que entenderemos por variable, dimensión e indicador en este apartado:

- **Variable:** Se puede definir como un aspecto o dimensión de un objeto en estudio y puede presentar distintos valores.
- **Dimensión:** Son los aspectos o variables de una dimensión compleja
- **Indicador:** Permite identificar las características o propiedades de las variables.

A continuación, se procederá a identificar y definir las dimensiones relacionadas a cada variable y también a definir la información que es necesaria, todo ello para definir indicadores que permitan observar los comportamientos de estas variables y su respectiva escala.

3.2.1.3.1 Tecnología Blanda

3.2.1.3.1.1 *Índice de tecnología Blanda Proceso CAD*

Recordar que por tecnología blanda entenderemos todo aquello que la tecnología blanda abarca los conocimientos, procedimientos, metodologías, disciplinas, habilidades que hacen posible el desarrollo posterior de productos y servicios.

La importancia del proceso CAD, por su definición es la parte del manejo en su amplitud de los diferentes softwares que son utilizados para realizar los diferentes diseños del sector automotriz.

Por ello, el indicador con mayor peso en la variable de la tecnología blanda en el proceso de CAD, es aquel que mide el nivel de manejo de los diferentes de software que existen en la actualidad.

Dentro de estos softwares debemos priorizar aquellos que necesitan un conocimiento con mayor complejidad para su uso e igualmente aquellos que permitan un diseño tanto en 2D como en 3D, para ello se establecerá los criterios para priorizar los softwares destinados para los procesos de CAD.

Criterios de valoración de Software.

Los siguientes criterios así como las valoraciones de los diferentes programas, están basados en las opiniones de personas que se han posterior entrevistar como lo son autoridades del Instituto Nacional Técnico Industrial, autoridades del FIA LAB y además de estos, las valoraciones se sustentan en las diferentes comparativas que se han realizado por sus mismos proveedores así como sus usuarios, en diferentes sitios webs como son “Autodesk knowledge Network” sitio web propiedad de la compañía Autodesk, donde podemos visualizar una comparativa entre los softwares que son propiedad de Autodesk.

Tabla 36: Criterios

Criterios	Definición
Diseño en 3d competente y eficiente	. El modelo en 3D debe representar con precisión todos estos aspectos en los productos de su empresa y las relaciones entre ellos. Para maximizar la eficiencia, los diseñadores deben ser capaces de diseñar en 3D con la menor cantidad de pasos posible, sin comprometer la calidad del producto.
Compatibilidad con clientes y proveedores	En la actualidad, pocos fabricantes tienen una integración vertical. La mayoría depende de una comunidad de proveedores (que con frecuencia se extiende por todo el mundo) para obtener piezas, herramientas, subsistemas, equipos de producción y servicios de diseño. Ya sea que su empresa sea un proveedor o un cliente, puede beneficiarse del intercambio de archivos de CAD en 3D con clientes y proveedores.

Criterios	Definición
Herramientas de dibujo que cumplen con sus estándares	Un dibujo claro muestra información que no es obvia en un modelo en 3D: cotas y tolerancias críticas, especificaciones sobre materiales y acabados de superficies y notas sobre el procesamiento, como el curado o el tratamiento térmico. Asegúrese de que cualquier sistema de CAD en 3D que compre pueda realizar dibujos según sus estándares actuales para cotas, tolerancias, rotulación y listas de piezas. Y asegúrese de que sus dibujos puedan exportarse en formatos conocidos como PDF, DXF y DWG.
Fiabilidad y estabilidad	Lamentablemente no hay medidas de fiabilidad estándar para CAD como las que existen para muchos tipos de sistemas y maquinarias. Busque en los foros de clientes informes frecuentes sobre inestabilidad o errores de software. Pregunte a las empresas que poseen CAD en 3D en su ciudad o su sector con qué frecuencia experimentan fallos o bloqueos.
Curva de aprendizaje corta	La adopción de métodos en 3D requiere formación y experiencia. Por lo tanto, elija un sistema que sea fácil de aprender, además de funcional. Busque un sistema que tenga una interfaz de usuario que sea coherente en todas sus etapas. Asegúrese de que los procedimientos de diseño y dibujo fluyan lógicamente de principio a fin. Algunos sistemas tienen problemas ocultos que detienen a los diseñadores a mitad de camino durante una tarea y los hace empezar de nuevo. Resulta costoso desarrollar materiales de formación propios.
Innovación constante	La tecnología informática está cambiando constantemente. Si su proveedor de CAD no aprovecha las ventajas de esta evolución, en unos pocos años usted descubrirá que su organización tiene un sistema de CAD obsoleto y costoso. Compre a proveedores que tengan una trayectoria comprobada como líderes en el sector de la fabricación con equipos de I+D numerosos y sofisticado.

Tabla 37: Ponderación de Criterios

Criterio							Total
Softwares	Diseño en 3d competente y eficiente	Compatibilidad con clientes y proveedores	Herramientas de dibujo que cumplen con sus estándares	Fiabilidad y estabilidad	Curva de aprendizaje corta	Innovación constante	
Fusión 360 AutoDesk	5	4	5	5	4	5	28
Solidwork	5	3	5	4	3	5	25
Rinho 3D	5	4	5	4	3	4	25
INVENTOR	5	4	3	5	3	5	25
Siemens NX	5	3	5	4	2	3	22
Sketchup	4	3	4	3	4	4	22
CATIA	5	4	4	4	2	3	22
FreeCad	5	1	4	3	4	3	20
AutoCAD	3	4	5	4	3	3	22
TinkerCAD	3	2	3	4	2	3	17

Cabe recordar que la anterior valoración de los softwares especialistas en CAD, se aplicó a los softwares más reconocidos del sector. Y que dicha valoración se realizó por medio de entrevistas con especialistas del sector.

Partiendo de la anterior valoración, se procede a establecer la ponderación que tendrá el manejo de dichos softwares en sus diferentes niveles, que determinaran el nivel de utilización que posee dentro del sector automotriz.

Los niveles de utilización, se dividirán en Básico, Intermedio Avanzado, los cuales se definirán de la siguiente manera:

Básico: en este nivel, hace referencia a la utilización únicamente del formato 2D que poseen los diferentes programas, y a la nula utilización de las herramientas para realizar modelos en 3D.

Intermedio: Hace referencia, a la utilización de las herramientas de modelaje 2D como para el modelaje en 3D, adicional a esta a la utilización del generador de dibujos técnicos partiendo de un diseño realizado en el programa.

Avanzado: En este nivel, el usuario es capaz de utilizar un 100% de las herramientas ofrecidas por el programa en cuestión. Desde la realización de diseño en dos dimensiones como en tres dimensiones, y el conocimiento de realizar los planos técnicos del diseño, respetando toda la normativa de dichos planos, adicional a esto la utilización de las herramientas que permiten realizar esculturas fuera de las mediciones paramétricas.

Se muestran la ponderación para cada nivel de los diferentes programas para el proceso CAD:

Tabla 38: Ponderación de Software

Software	Básico	Intermedio	Avanzado
Fusión 360 AutoDesk	30%	60%	100%
Solidwork	30%	60%	100%
Rinho 3D	30%	60%	100%
INVENTOR	20%	70%	100%
Siemens NX	15%	60%	100%
Sketchup	15%	60%	100%
CATIA	15%	60%	100%
FreeCad	15%	60%	100%
AutoCAD	15%	60%	100%
TinkerCAD	15%	60%	100%

Con esto se establece la tabla para la clasificación que se utilizara para establecer el índice tecnológico, dentro de la categoría blanda del proceso CAD.

Tabla 39: Ponderación Final del Software

Nivel de tecnología blanda en el área CAD	
Softwares	PONDERACIÓN
Fusión 360 AutoDesk	10
Solidwork	10
Rinho 3D	10
INVENTOR	8
Siemens NX	8
Sketchup	8
CATIA	7
FreeCad	7
AutoCAD	8
TinkerCAD	5

Cada clasificación del programa se clasificará por el nivel en que se encuentra los operarios de la entidad, quedando este instrumento para establecer el índice tecnológico del proceso CAD en la categoría blanda de la siguiente manera:

Tabla 40 Forma de ponderación de uso de Software

Nivel de tecnología blanda en el área CAD					
Software	Ponderación	Nivel			Calificación
		BASICO	INTERMEDIO	AVANZADO	
Fusión 360 AutoDesk	10				
Solidwork	10				
Rinho 3D	10				
INVENTOR	8				
Siemens NX	8				
Sketchup	8				
CATIA	7				
FreeCad	7				
AutoCAD	7				
TinkerCAD	5				

$$clasificación = (Ponderación\ del\ nivel\ de\ utilización) * (Ponderación\ del\ programa\ )$$

Para el establecimiento del índice tecnológico, de la tecnología blanda del proceso CAD, se establece los siguientes rangos:

Tabla 41: Criterio de Nivel

NIVEL INMADURO	NIVEL MADURO	NIVEL MUY MADURO
Calificación entre 0 y 25 puntos.	Calificación entre 25 y 55 puntos.	Mayor que 55 puntos.

3.2.1.3.1.2 *Índice de tecnología Blanda Proceso CAE.*

En el proceso CAE, se tomarán en cuenta los mismos criterios aplicados para los programas del proceso CAD para la evaluación de este proceso además se repite la metodología para establecer las valoraciones de software como se realizó en el caso del proceso CAD.

Tabla 42 Ponderación de Software CAE

Softwares	Diseño en 3d competente y eficiente	Compatibilidad con clientes y proveedores	Herramientas de dibujo que cumplen con sus estándares	Fiabilidad y estabilidad	Curva de aprendizaje corta	Innovación constante	Total
Solidwork	4	4	4	3	3	4	22
Fusión 360 AutoDesk	1	2	2	2	1	2	10
Adina	5	4	5	4	3	5	26
Algor	5	5	4	4	3	4	25
Rinho 3D	4	3	4	3	4	4	22
Altair Hyperworks	5	4	5	3	4	4	25
Amps Advanced	4	4	4	4	4	4	24
Ansa	4	4	5	4	4	4	25
Ansys	5	4	5	5	4	5	28

De los softwares especialistas en CAE, se aplicó a los softwares más reconocidos del sector. Y que dicha valoración se realizó por medio de entrevistas con especialistas del sector.

Partiendo de lo anterior, se procede a establecer la ponderación que tendrá el manejo de dichos softwares en sus diferentes niveles; dichos niveles se dividen en: en Básico, Intermedio Avanzado, los cuales se definirán a continuación.

Básico: En este nivel, hace referencia a la utilización únicamente al análisis estructural que poseen los diferentes programas, y a la nula utilización de análisis mecánico y térmico.

Intermedio: Hace referencia, a la utilización de análisis mecánico de las piezas diseñadas y modeladas en 3D, adicional a esta a la utilización del generador de dibujos técnicos partiendo de un diseño realizado en el programa.

Avanzado: En este nivel, el usuario es capaz de utilizar un 100% de las herramientas ofrecidas por el programa en cuestión. Desde de análisis estructural de piezas, realización de análisis mecánico, así como la realización de análisis térmico respetando toda la normativa de dichos planos, adicional a esto la utilización de las herramientas que permiten realizar esculturas fuera de las mediciones paramétricas.

Se muestran la ponderación para cada nivel de los diferentes programas para el proceso CAE:

Tabla 43: Ponderación de diferentes niveles de Software CAE

Software	Básico	Intermedio	Avanzado
Solidwork	30%	60%	100%
Fusión 360 AutoDesk	30%	60%	100%
Adina	30%	60%	100%
Algor	20%	70%	100%
Rinho 3D	15%	60%	100%
Altair Hyperworks	15%	60%	100%
Amps Advanced	15%	60%	100%
Ansa	15%	60%	100%
Ansys	15%	60%	100%

Con esto se establece la tabla para la clasificación que se utilizara para establecer el índice tecnológico, dentro de la categoría blanda del proceso CAE.

Tabla 44: Ponderación Software general CAE

Nivel de tecnología blanda en el área CAE	
Softwares	PONDERACIÓN
Solidwork	10
Fusión 360 AutoDesk	10
Adina	10
Algor	8
Rinho 3D	8
Altair Hyperworks	8
Amps Advanced	7
Ansa	7
Ansys	8

Cada clasificación del programa se clasificará por el nivel en que se encuentra los operarios de la entidad, quedando este instrumento para establecer el índice tecnológico del proceso CAE en la categoría blanda de la siguiente manera:

Tabla 45: Ponderación por nivel de Software CAE

Nivel de tecnología blanda en el área CAE					
Software	Ponderación	Nivel			Calificación
		BASICO	INTERMEDIO	AVANZADO	
Solidwork	10				
Fusión 360 AutoDesk	10				
Adina	10				
Algor	8				
Rinho 3D	8				
Altair Hyperworks	8				
Amps Advanced	7				
Ansa	7				
Ansys	8				

$$clasificación = (Ponderación\ del\ nivel\ de\ utilización) * (Ponderación\ del\ programa\ )$$

Para el establecimiento del índice tecnológico, de la tecnología blanda del proceso CAE, se establece los siguientes rangos:

Tabla 46: Criterio de Nivel

NIVEL INMADURO	NIVEL MADURO	NIVEL MUY MADURO
Calificación entre 0 y 25 puntos	Calificación entre 25 y 55 puntos	Mayor que 55 puntos

3.2.1.3.1.3 *Índice de tecnología Blanda Proceso CAM*

En el proceso CAM, al igual que los procesos anteriores, se establecerá el índice por medio de los diferentes programas que se utilizan para realizar tanto las simulaciones de la manufactura y la generación de los archivos para la diferente maquinaria utilizada en la fabricación digital.

Utilizando los mismos criterios en los procesos anteriores, adaptándolos para los procesos de manufactura, además se replica la metodología para establecer las valoraciones de software como se realizó en el caso del proceso CAD.

Tabla 47: Ponderación Software CAM

Criterio						Total
Softwares	Diseño en 3d competente y eficiente	Compatibilidad con clientes y proveedores	Fiabilidad y estabilidad	Curva de aprendizaje corta	Innovación constante	
PowerMill	3	3	5	4	5	28
Fusión 360	4	3	4	3	5	25
RhinoCAM	4	3	4	3	5	25
SmartCAM	2	3	4	3	4	25
SolidCAM	4	4	5	4	5	25
SurfCAM	3	3	3	3	3	22

La utilización de los programas para el proceso CAM, se puede establecer el nivel de manejo de estos, los cuales se describen a continuación:

Básico: Conocimiento para generar codificación para mecanizados en cortadoras laser e impresoras 3D

Intermedio: Hace referencia a la capacidad para realizar simulaciones de procesos productivos tanto en cortadoras laser, impresoras 3D y en fresadoras CNC.

Avanzado: Conocimiento amplio en la manufactura en procesos de cortadoras laser, impresoras 3D, fresadoras y en tornos de diferentes cantidades de ejes.

Se muestran la ponderación para cada nivel de los diferentes programas para el proceso CAM:

Tabla 48: Ponderación de niveles de software CAM

Software	Básico	Intermedio	Avanzado
PowerMill	30%	60%	100%
Fusión 360	30%	60%	100%
RhinoCAM	30%	60%	100%
SmartCAM	20%	70%	100%
SolidCAM	15%	60%	100%
SurfCAM	15%	60%	100%

Con esto se establece la tabla para la clasificación que se utilizara para establecer el índice tecnológico, dentro de la categoría blanda del proceso CAM.

Tabla 49: Ponderación de Software General CAM

Nivel de tecnología blanda en el área CAM	
Softwares	PONDERACIÓN
PowerMill	10
Fusión 360	10
RhinoCAM	10
SmartCAM	8
SolidCAM	8
SurfCAM	8

Cada clasificación del programa se clasificará por el nivel en que se encuentra los operarios de la entidad, quedando este instrumento para establecer el índice tecnológico del proceso CAM en la categoría blanda de la siguiente manera:

Tabla 50: Ponderación por nivel de Software CAD

Nivel de tecnología blanda en el área CAD					
Software	Ponderación	Nivel			Calificación
		BASICO	INTERMEDIO	AVANZADO	
PowerMill	10				
Fusión 360	10				
RhinoCAM	10				
SmartCAM	8				
SolidCAM	8				
SurfCAM	8				

$$clasificación = (Ponderación\ del\ nivel\ de\ utilización) * (Ponderación\ del\ programa\ )$$

Para el establecimiento del índice tecnológico, de la tecnología blanda del proceso CAM, se establece los siguientes rangos:

Tabla 51: Criterio de Nivel

NIVEL INMADURO	NIVEL MADURO	NIVEL MUY MADURO
Calificación entre 0 y 18 puntos	Calificación entre 18 y 36 puntos	Mayor que 36 puntos

3.2.1.3.2 Tecnología Blanda

3.2.1.3.2.1 *Índice Tecnológico Blanda general*

Como se describió con anterioridad dentro de la tecnología blanda, actúan los 3 procesos involucrados en la fabricación digital, para determinar en qué nivel tecnológico dentro de esto se encuentra la entidad evaluada, se establecerá dependiendo de cuantos niveles de inmaduro, maduro y muy maduro obtuvo en los índices correspondientes a los procesos de la fabricación, de la siguiente manera:

Los números representan cuantos procesos se encuentran categorizado en el nivel correspondiente en cada columna de la siguiente tabla:

Tabla 52: Criterio para Índice General

Inmadura	Madura	Muy madura	Nivel
3	0	0	Inmaduro
0	3	0	Maduro
0	0	3	Muy maduro
2	1	0	Inmaduro
1	1	1	Maduro
0	2	1	Maduro
0	1	2	Muy maduro
1	0	2	Muy maduro
2	0	1	Inmaduro

Y cada nivel representa un porcentaje de la categoría de tecnología blanda, quedando de la siguiente manera:

Tabla 53: Criterio de Nivel General Para Tecnologia Blanda

NIVEL	INMADURO	MADURO	MUY MADURO
PORCENTAJE	33%	66%	100%

El cual se multiplicará, por la valoración general de la categoría blanda que anteriormente se estableció. Dicha operación quedaría de la siguiente forma:

$$Indice\ general\ tecnologia\ Blanda = (Porcentaje\ asignado\ al\ Nivel\ tecnologico) * (Valoración\ de\ la\ categoria)$$

3.2.1.3.3 Tecnología Dura

3.2.1.3.3.1 *Índice de tecnología Dura Proceso CAD*

Para establecer el índice tecnológico de la categoría Dura del proceso CAD, se realizará por medio de la cantidad de equipos destinados que la entidad posee para este proceso de la siguiente manera:

En índice es este tipo de tecnología, dependerá del porcentaje que represente la cantidad de maquinaria destinada al proceso CAD, con la cantidad de empleados con conocimientos en este proceso.

Dicho índice se establecerá por medio de la siguiente formula:

$$Indicie\ de\ tecnologia\ Dura\ CAD = \frac{Nº\ de\ equipos\ destinados\ al\ proceso\ CAD}{Nº\ de\ trabajadores\ con\ conocimiento\ en\ proceso\ CAD}$$

Para el establecimiento del índice tecnológico, de la tecnología dura del proceso CAD, se establece los siguientes rangos:

Tabla 54: Criterio de Nivel para Tecnología Dura CAD

NIVEL INMADURO	NIVEL MADURO	NIVEL MUY MADURO
Calificación entre 0 y 0.30	Calificación entre 0.31 y 0.75	Mayor que 0.75

3.2.1.3.3.2 *Índice de tecnología Dura Proceso CAE*

Para establecer el índice tecnológico de la categoría Dura del proceso CAE, se realizará por medio de la cantidad de equipos destinados que la entidad posee para este proceso de la siguiente manera:

En índice es este tipo de tecnología, dependerá del porcentaje que represente la cantidad de maquinaria destinada al proceso CAE, con la cantidad de empleados con conocimientos en este proceso.

Dicho índice se establecerá por medio de la siguiente formula:

$$Indicie\ de\ tecnologia\ Dura\ CAE = \frac{N^{o}\ de\ equipos\ destinados\ al\ proceso\ CAE}{N^{o}\ de\ trabajadores\ con\ conocimiento\ en\ proceso\ CAE}$$

Tabla 55: Criterio de Nivel para Tecnología Dura CAE

NIVEL INMADURO	NIVEL MADURO	NIVEL MUY MADURO
Calificación entre 0 y 0.30	Calificación entre 0.31 y 0.75	Mayor que 0.80

3.2.1.3.4 Índice de tecnología Dura Proceso CAM

Para establecer el índice tecnológico de la categoría Dura del proceso CAM, se realizará por medio de la cantidad de equipos destinados que la entidad posee para este proceso de la siguiente manera:

En índice es este tipo de tecnología, dependerá del porcentaje que represente la cantidad de maquinaria destinada al proceso CAM, con la cantidad de empleados con conocimientos en este proceso.

Dicho índice se establecerá por medio de la siguiente formula:

$$Indicie\ de\ tecnologia\ Dura\ CAM = \frac{N^{o}\ de\ equipos\ destinados\ al\ proceso\ CAM}{N^{o}\ de\ trabajadores\ con\ conocimiento\ en\ proceso\ CAM}$$

Para el establecimiento del índice tecnológico, de la tecnología dura del proceso CAM, se establece los siguientes rangos:

Tabla 56: Criterio de Nivel para Tecnología Dura CAM

NIVEL INMADURO	NIVEL MADURO	NIVEL MUY MADURO
Calificación entre 0 y 0.30	Calificación entre 0.31 y 0.75	Mayor que 0.80

3.2.1.3.4.1 *Índice Tecnológico Dura general*

Como se describió con anterioridad dentro de la tecnología blanda, actúan los 3 procesos involucrados en la fabricación digital, para determinar en qué nivel tecnológico dentro de esto se encuentra la entidad evaluada, se establecerá dependiendo de cuantos niveles de inmaduro, maduro y muy maduro obtuvo en los índices correspondientes a los procesos de la fabricación, de la siguiente manera:

Los números representan cuantos procesos se encuentran categorizado en el nivel correspondiente en cada columna de la siguiente tabla:

Inmadura	Madura	Muy madura	Nivel
3	0	0	Inmaduro
0	3	0	Maduro
0	0	3	Muy maduro
2	1	0	Inmaduro
1	1	1	Maduro
0	2	1	Maduro
0	1	2	Muy maduro
1	0	2	Muy maduro
2	0	1	Inmaduro

Y cada nivel representa un porcentaje de la categoría de tecnología blanda, quedando de la siguiente manera:

Tabla 57: Criterio de Nivel General para Tecnología Dura

NIVEL	INMADURO	MADURO	MUY MADURO
PORCENTAJE	33%	66%	100%

El cual se multiplicará, por la valoración general de la categoría blanda que anteriormente se estableció. Dicha operación quedaría de la siguiente forma:

$$Indice\ general\ tecnologia\ Dura = (Porcentaje\ asignado\ al\ Nivel\ tecnologico) * (Valoración\ de\ la\ categoria)$$

3.2.1.3.5 Tecnología Flexible

En la categoría de tecnología Flexible, como se describió con anterioridad, se refiere a la flexibilidad que poseen los procesos en adaptarse a un producto diferente, en el caso de la fabricación digital, hará referencia a la cantidad de maquinaria o equipo de los que son utilizados en la fabricación digital.

Con lo cual, esta categoría se basará en el proceso de CAM dentro de la fabricación digital.

3.2.1.3.5.1 *Índice de tecnología Flexible Proceso CAM*

Para establecimiento de este índice, se basará en los diferentes tipos de equipos pertenecientes a la fabricación digital que posee la entidad, de la siguiente manera:

EQUIPO	
Fresadora de 2 ejes	
Fresadora de 3 ejes	
Fresadora de 5 ejes	
Fresadora de 6 ejes	
Torno	
Cortadora	
Impresora 3D	

Y partiendo de las cantidades que se posean, se plantea la siguiente ecuación para establecer dicho índice:

$$Indice\ de\ tecnologia\ Flexible\ en\ el\ proceso\ CAM = \frac{numero\ de\ clases\ de\ equipos\ de\ fabricación\ digital}{total\ de\ clases\ de\ equipo\ de\ fabricación\ digital}$$

Para el establecimiento del índice tecnológico, de la tecnología Flexible del proceso CAM, se establece los siguientes rangos:

Tabla 58: Criterio de Nivel

NIVEL INMADURO	NIVEL MADURO	NIVEL MUY MADURO
Calificación entre 0 y 0.30	Calificación entre 0.31 y 0.75	Mayor que 0.80

3.2.1.3.6 Índice Tecnológico Flexible general

Dentro de la categoría Flexible, solo actúa el proceso de CAM, por lo cual solo necesitaremos tomar el nivel obtenido por la entidad de evaluada que corresponderá al siguiente porcentaje:

Tabla 59: Criterio de Nivel General para Tecnología Flexible.

NIVEL	INMADURO	MADURO	MUY MADURO
PORCENTAJE	33%	66%	100%

El cual se multiplicará, por la valoración general de la categoría blanda que anteriormente se estableció. Dicha operación quedaría de la siguiente forma:

$$ndice\ general\ tecnologia\ Flexible = (Porcentaje\ asignado\ al\ Nivel\ tecnologico) * (Valoración\ de\ la\ categoria)$$

3.2.1.4 Establecimiento de Índice Tecnológico general

Dada las diferentes clasificaciones que existen dentro del índice tecnológico, para el establecimiento de un índice a nivel general de una entidad, se realizará de la siguiente manera:

$$Indice\ tenologico: Indice\ general\ tecnologia\ Blanda + Indice\ general\ tecnologia\ Dura + Indice\ general\ tecnologia\ flexible.$$

El resultado de dicho índice, nos permitirá establecer el nivel correspondiente a los siguientes rangos:

Tabla 60: Índice Tecnológico General

NIVEL INMADURO	NIVEL MADURO	NIVEL MUY MADURO
Calificación entre 0 y 0.40	Calificación entre 0.41 y 0.70	Mayor que 0.70

3.2.2 Nivel actual del Sector automotriz

Para el establecimiento de dicho nivel, se procedió a utilizar los datos de los diferentes 16 talleres estudiados en la etapa anterior.

Observando que, en 15 de 16, de los talleres dedicados a la reparación o fabricación de partes y repuestos vehiculares no contaban con ningún equipo de fabricación digital ni conocimiento comprable en esta y que solamente el taller GBaron posee actualmente equipo de fabricación digital enfocada en el sector automotriz.

Con lo anterior, se establece un **nivel inmaduro** en las diferentes procesos y categorías de la fabricación digital, dejando en evidencia que actualmente en El Salvador no se posee una incorporación de la fabricación digital en los procesos de producción del sector automotriz.

A continuación, se presenta el manual del instrumento para medir el nivel tecnológico de una empresa:

3.3 Instrumento para Identificar el Nivel de Incorporación de Fabricación Digital

MANUAL DE APLICACIÓN

Sobre aplicación

La aplicación está desarrollada en base al software Microsoft Excel, con la utilización de macros que permite dicho software.

Se realizo con el objetivo de facilitarle a las entidades del sector automotriz, el uso del instrumento que permite identificar el nivel de incorporación de la fabricación digital en sus procesos productivos. En esta guía se muestra el correcto uso de la aplicación.

Requisito del Sistema

Las entidades que utilicen esta aplicación, es indispensable que posean el Software Microsoft Excel instalado en el equipo informático donde se ejecutara esta aplicación.

Contenido de la página de Inicio

Al ejecutar la aplicación se mostrará la siguiente pantalla inicial.

Ilustración 30: Pantalla de Inicio del Sistema de Diagnostico Tecnológico de Fabricación Digital

Donde se presentan 4 opciones principales, que son:

- **Generalidades:** Este apartado, a darle clic llevara a aún formato complementario.
- **Test CAD:** Conduce al apartado donde se vacía la información sobre el diseño asistido por computadora.
- **Test CAE:** Conduce al apartado donde se vacía la información sobre la ingeniería asistida por computadora.
- **Test CAM:** Conduce al apartado donde se vacía la información sobre la manufactura asistida por computadora.

Apartado de Generalidades

Tiene el siguiente aspecto:

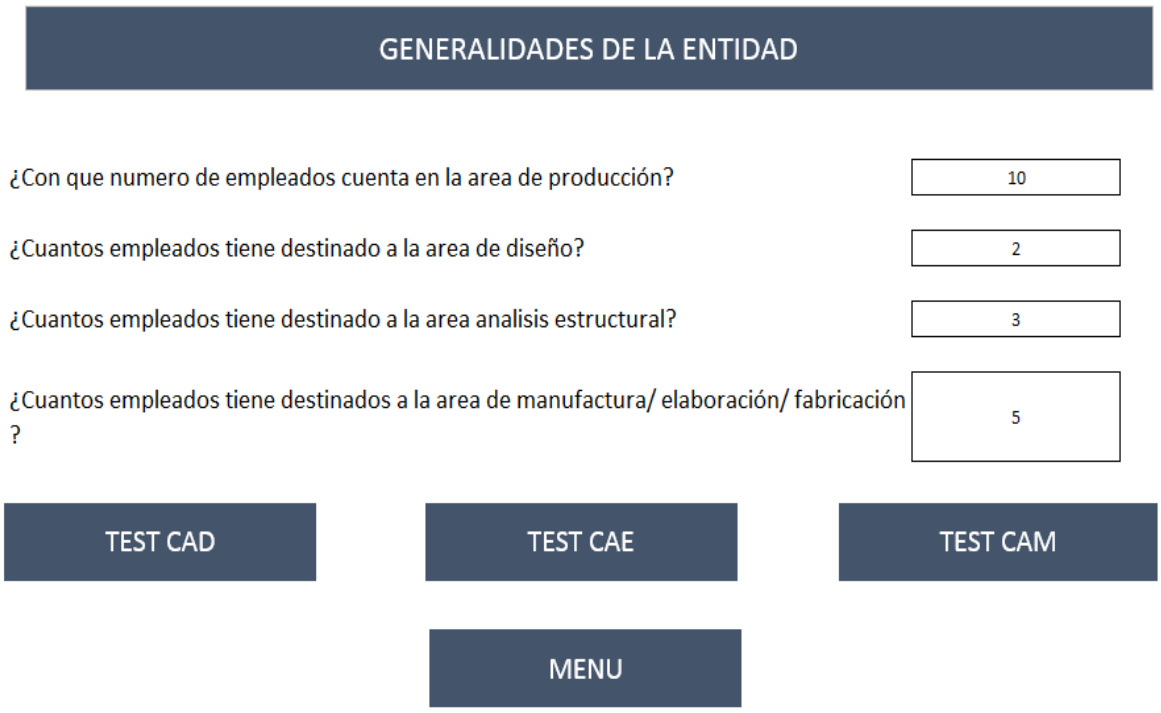


Ilustración 31: Formulario de Generalidades de la Entidad

En el cual se solicita la cantidad de empleados en total destinados al área de producción que posee la entidad en cuestión y cuantos de ellos están destinados para los diferentes procesos que componen la producción.

Test CAD y CAE

Estos dos apartados se desglosan en común dado que poseen la misma estructura y mismas funcionalidades.

Tienen el siguiente aspecto:

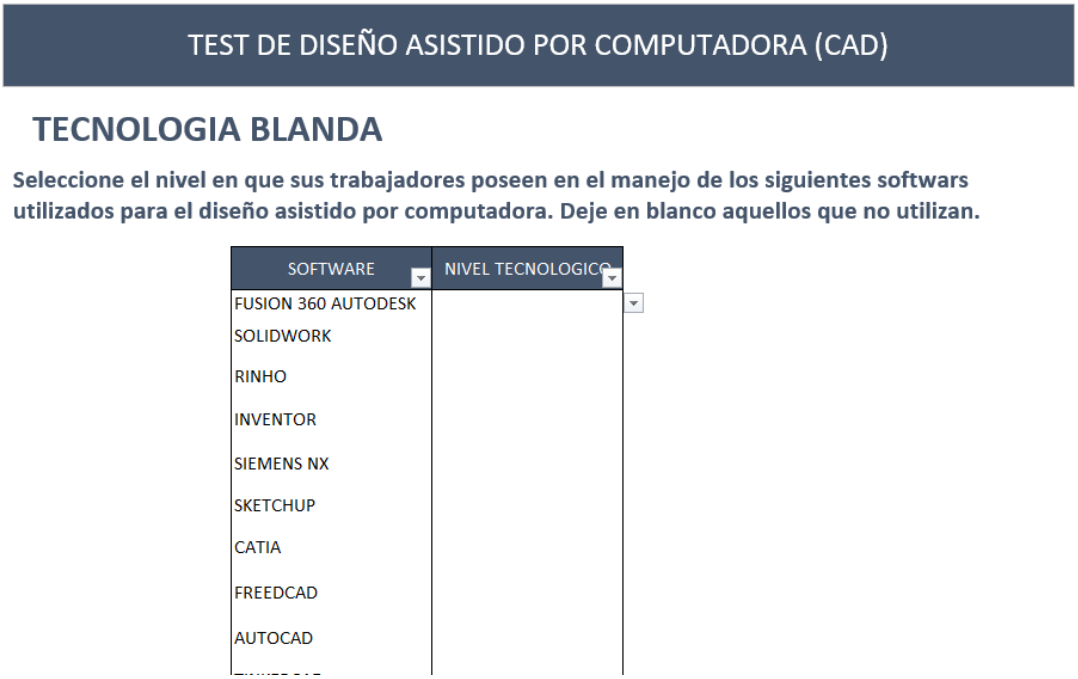


Ilustración 32: Test de Diseño Asistido Por Computadora (CAD), Tecnología Blanda.

Dentro de estos test, esta dividió por **Tecnología Blanda** y **Tecnología Dura.**

- **Tecnología Blanda:** en ella se presentan los diferentes softwares correspondientes a CAD y CAE, esto para que la entidad seleccione los niveles, que poseen sus empleados en manejo de dicho software.

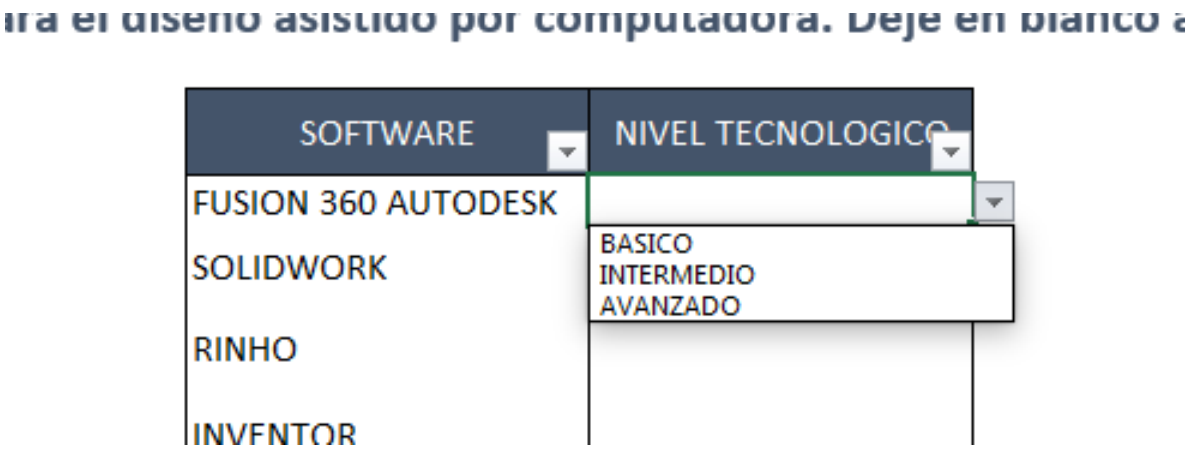


Ilustración 33: Detalle del Formulario de Test CAD

Con esto se calculará tanto el nivel en materia de tecnología blanda, como el nivel de tecnología flexible, dado por la diversidad de software que la entidad maneja.

- **Tecnología Dura:** Dentro de este sub apartado, es para indicar cuanto equipo se tiene destinado para los procesos CAD y CAE

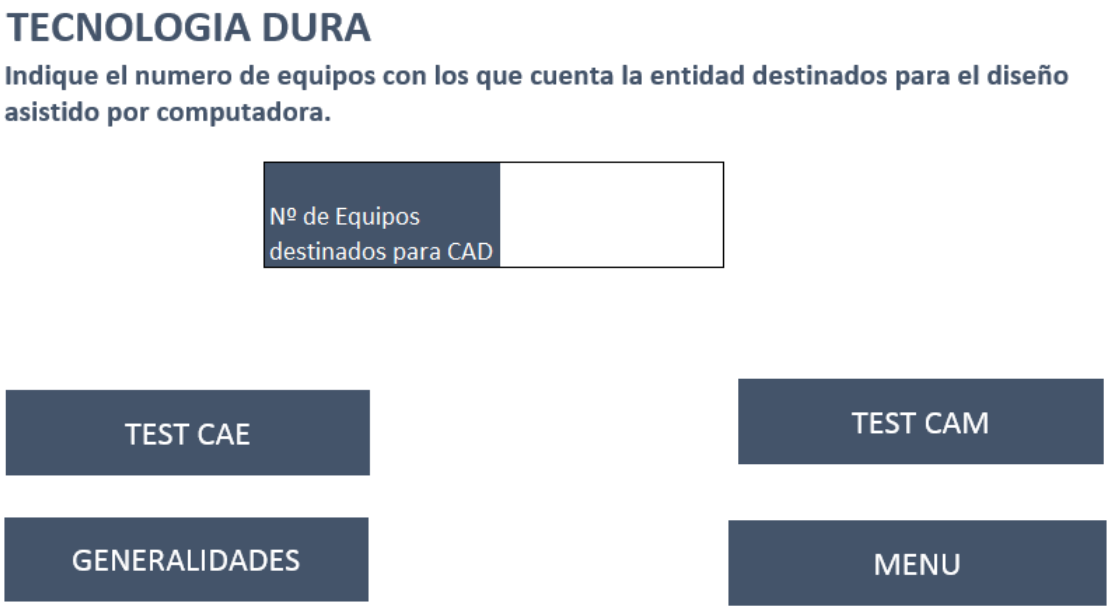
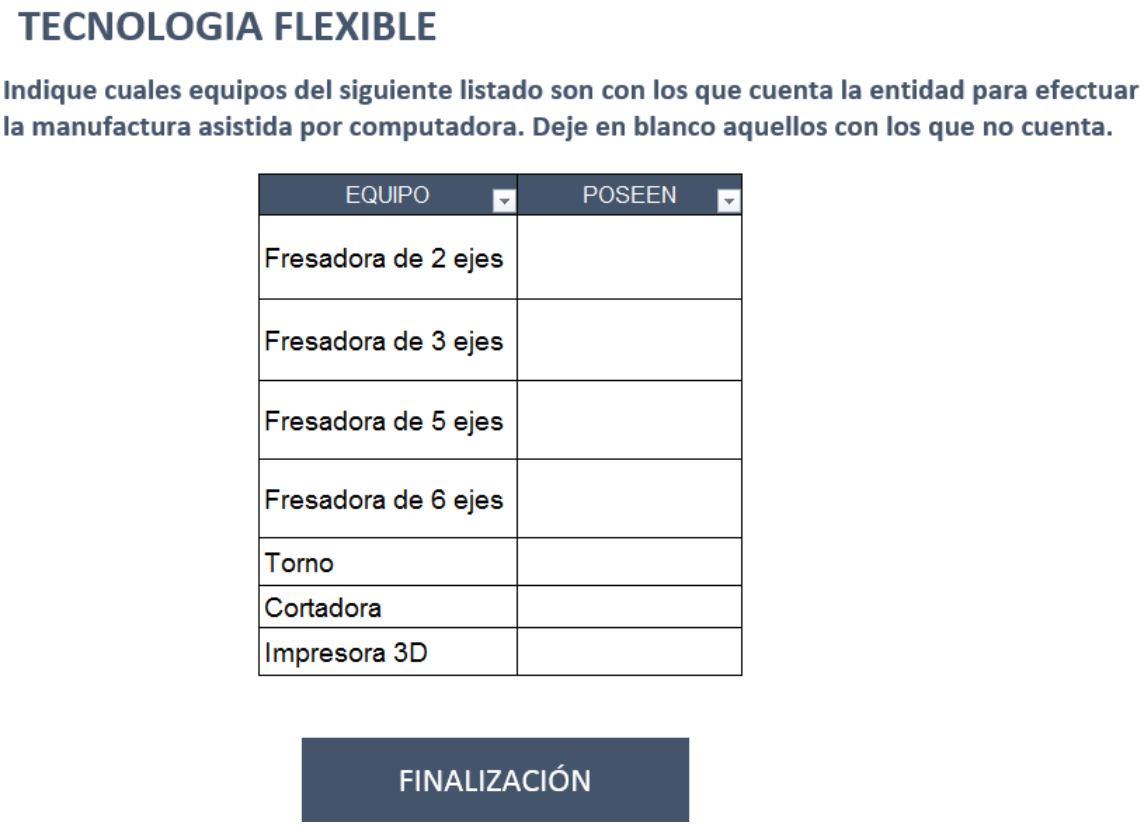


Ilustración 34: Test de Diseño Asistido Por Computadora (CAD), Tecnología Dura

Test CAM

Dentro de este apartado posee lo mismo que el anterior, pero además de estos, posee un apartado para medir el índice de flexibilidad que posee el siguiente aspecto:



TECNOLOGIA FLEXIBLE

Indique cuales equipos del siguiente listado son con los que cuenta la entidad para efectuar la manufactura asistida por computadora. Deje en blanco aquellos con los que no cuenta.

EQUIPO	POSEEN
Fresadora de 2 ejes	
Fresadora de 3 ejes	
Fresadora de 5 ejes	
Fresadora de 6 ejes	
Torno	
Cortadora	
Impresora 3D	

FINALIZACIÓN

Ilustración 35: Test de Manufactura Asistida Por Computadora (CAM), Tecnología Flexible.

El cual posee un formato en el cual, la entidad debe indicar que tipo de equipo perteneciente a la fabricación digital poseen para establecer el nivel de flexibilidad.

Resultados

A dar clic en finalización, nos mostrara los resultados obtenidos por la entidad, divididos en las diferentes tecnologías (blanda, dura y flexible) y da el nivel general de la entidad.

Ilustración 36: Presentación de Resultados del Diagnostico Tecnológico de Fabricación Digital en el Sector Automotriz

Dentro de este está un vínculo que nos mostrará las estrategias pertinentes para mejorar el nivel actual de la entidad que ha sido evaluada.

Estrategias

Estas estrategias se presentarán acorde al nivel que ha obtenido la entidad en los diferentes test, con su respectivo objetivo, que fuerza de porte va dirigida y con un pequeño listado de piezas o repuestos que con el actual nivel puede reproducir.

(Estas estrategias se encontrarán en el apartado siguiente.)

DIAGNOSTICO DE NIVEL DE INCORPORACIÓN DE LA FABRICACION EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS					
NIVEL DE TECNOLOGIA BLANDA					
TECNOLOGIA BLANDA EN CAD		INMADURO			
CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA	PIEZAS VIABLES A REPRODUCIR
BLANDA	INMADURO	FUERZAS INTERNAS	Generar el talento humano dentro de la entidad para realizar el proceso CAD en la fabricación digital	Capacitaciones en diseño asistido por computadora a empleados que se encargaran exclusivamente de este proceso de fabricación digital	Sin posibilidad de reproducir piezas o repuestos
TECNOLOGIA BLANDA EN CAE		INMADURO			
CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA	PIEZAS VIABLES A REPRODUCIR
				Para comprender la importancia de este proceso, se deben proveer de	

Ilustración 37: Presentación de Estrategias Propuestas Según el Nivel Tecnologico Obtenido

3.4 Disponibilidad legal de los sistemas automotrices

Es importante antes de empezar a realizar un estudio técnico para la reproducción de partes y repuestos automotrices, identificar cuáles de estos son legalmente factibles para realizar dicha reproducción y así poder visualizar a que elementos someter a este estudio técnico.

Antes de poder realizar dicho desglose, es necesario recapitular que sistemas automotrices se identificaron con mayor demanda en materia de refracciones o con mayor confiabilidad de parte de los usuarios para la reproducción por medio de la fabricación digital.

Dichos sistemas son los siguientes:

- **Sistema de transmisión**
- **Sistema de motor**
- **Sistema de suspensión**
- **Carrocería**

La identificación de la factibilidad legal de la reproducción de las partes o repuestos que componente lo sistemas automotrices anteriormente mencionados se remite a la vigencia de las patentes que conciernen a dichas partes o repuestos.

Para dicho proceso, se acudió a diferentes entidades como lo son la entidad oficial encargada de proveer información por medio de sistemas registrales, catastrales, cartógrafos y geográficos, la cual es el Centro Nacional de Registros (CNR) y se buscó la colaboración de la Comisión Nacional de la Micro y Pequeña (CONAMYPE) por medio de su unidad legal.

En el CNR, brinda la información, que en El Salvador, las patentes automovilísticas son casi inexistentes, dado a la escasa capacidad del país en realizar la reproducción en serie, dado esto las compañías automovilistas de mayor circulación en el país como lo son KIA, TOYOTA, NISSA, HYUNDAI, etc. no realizan el registro de piezas o repuestos de su propiedad en el país, sino que lo realizan en países donde existe la capacidad de reproducir dichas piezas o repuestos dado que estos generan un peligro para su propiedad intelectual, lo cual sucede en países como México, Estados Unidos y Brasil, lo cuales a nivel latinoamericano poseen una industria automovilista de mucho superior a la que posee nuestro país.

Dado lo anterior fue inviable la obtención de patentes automotrices que rigen nuestro país.

Lo cual se optó por seguir el lineamiento del cual la entidad del CNR, dio a conocer, que, dentro de la industria automotriz, y por el enfoque del estudio, las piezas entrarían en la categoría de Modelo **de Utilidad**, los cuales poseen una vigencia de **10 años,** sin prórroga.

Dado lo anterior y el respaldo de la entidad CNR, el análisis técnico se enfocará en aquellas piezas o repuestos que posean una antigüedad mínima de 10 años, los cuales se pueden reproducir sin caer en ilegalidades.

Lo cual es beneficioso, dado que, si recapitulamos en los resultados del estudio de campo, donde se obtuvo que un porcentaje mayor del 50% del parque vehicular, consiste en automóviles con un mínimo de 10 años de antigüedad.

3.4.1 Delimitación y selección de partes y repuestos

A pesar de lo anterior, el inviable realizar el estudio de un universo de piezas tan amplio, por lo cual, se tomará como criterio para identificar las partes y repuestos que se estudiaran a fondo para su reproducción aquellas que tanto los talleres mecánicos, comercializadoras de partes y repuestos y propietarios de vehículos, mostraron una mayor demanda hacia estas y un nivel de confianza superior cuando se mencionó que su fabricación se utilizaría la fabricación digital.

Las piezas y partes automotrices que se estudiara de forma técnica para identificar los factores técnicos a tomar en cuenta para su reproducción son los siguientes:

3.4.1.1 Listado de partes y Repuestos aptos a reproducir

Tabla 61: Desglose de piezas y repuestos para estudio técnico

SISTEMA VEHICULAR	SUB – SISTEMA	COMPONENTE A ESTUDIAR
SISTEMA DE TRANSMISIÓN	EMBRAGUE	EJE CONDUCTOR
		PLATO DE PRESIÓN
		DISCO DE FRICCIÓN
	N/A	ARBOL DE TRANSMISIÓN
SISTEMA DE MOTOR	N/A	JUNTAS
		CULATA
		VALVULAS
		CIGUEÑAL
		MUÑONES
SISTEMA DE SUSPENCIÓN	N/A	TIJERAS DE SUSPENSIÓN
		BARRAL DE TORSIÓN
		BALLESTA DE SUSPENSION
CARROCERIA	N/A	TABLERO DE INSTRUMENTOS
		ESTRIBO
		PANEL
		CONSOLA CENTRAL
		CARCASA DE ESPEJOS RETROVISIORES

3.5 Funcionalidad de Partes y Repuestos

En la actualidad, con el avance de las tecnologías y en especial en la industria automotriz, poseen una gran importancia.

Dentro de las diferentes partes o repuestos que comprenden los sistemas automotrices, estos realizan una función específica y debido a factores como la seguridad, el ahorro de costes y el ahorro de tiempo, es importante. Alargar la vida de los componentes lo máximo posible, así como el conocimiento de las causas que conllevan el fallo y métodos para evitar dichos fallos y esto se ha realizado en la identificación correcta de las funciones que realizan cada una de estas piezas.

El termino funcionalidad se entenderá como “cumplimiento de su propósito para el cual ha sido diseñado, lo que permite en otras palabras el desempeño óptimo de un equipo”.

Se identificará la función, de las piezas o repuestos dentro de los sistemas automotrices seleccionados para el estudio:

3.5.1 Sistema de Transmisión

Se conoce como transmisión el conjunto de órganos mecánicos que se encargan de transmitir la potencia generada por el motor (energía térmica) hasta las ruedas, para este proceso es necesario que la potencia generada en el motor sea transformada en energía mecánica. En este primer proceso intervienen los pistones, las bielas y el cigüeñal

La transmisión de los vehículos está formada por diferentes órganos mecánicos: el embrague, la caja de cambios, el grupo reductor, el diferencial, etc. Tiene como misión transmitir el giro del motor hasta las ruedas adaptando el par motor a las necesidades de conducción del vehículo.

Cuando un vehículo se encuentra circulando está sometido a unas condiciones de marcha que dependen del tipo de carretera, pendientes a superar, resistencia del aire, carga a soportar, velocidad, etc.

Estas condiciones repercuten en el estado de marcha del vehículo, de tal manera que éste debe ser capaz de poder adaptar su par de transmisión a las citadas condiciones por medio de diferentes mecanismos.

3.5.1.1 Funcionalidad de piezas del sistema de transmisión

En este apartado caracterizaremos las partes del sistema de transmisión que se determinaron con anterioridad para su estudio:

3.5.1.1.1 Embrague

Es una pieza vital de un automóvil que transmite el giro del motor a la caja de cambios, no solamente es el que se pisa al acelerar en la carretera. Es un elemento de transmisión. El motor hace girar el volante bimasa (elemento que absorbe las vibraciones del motor para proteger el resto de componentes y para que el vehículo tenga un funcionamiento suave y estable), el embrague se acopla a él para transmitir ese giro a la caja de cambios.

3.5.1.1.1.1 *Funcionalidad*

La función desempeñada del embrague radica en trasmitir o desconectar la potencia del motor a la caja de cambios, haciendo posible el cambio manual de marcha mientras se absorbe el movimiento generado por esa transmisión

Esta pieza puede ser catalogado como un sub sistema, dado que está comprendida por diferentes como lo son el eje conductor, el plato de presión y el disco de fricción.

Estas solo ayudan a transmitir los cambios y la potencia requerida a la caja de cambio.

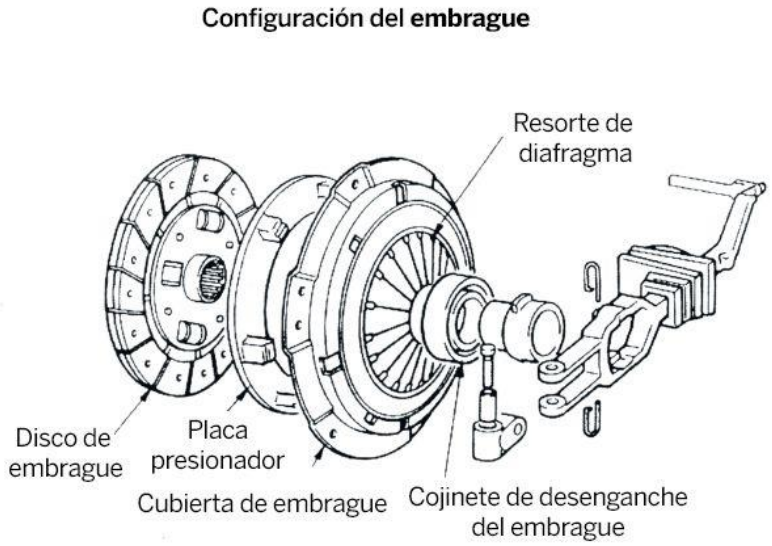


Ilustración 38: Configuración del Embrague

3.5.1.1.2 Árbol de Transmisión

El árbol de la transmisión es el encargado de llevar el giro del motor a las ruedas que están en un eje diferente. Es decir, se puede encontrar en un auto con motor delantero, pero con tracción trasera o total. Se trata por lo tanto de una barra o barras, que, junto con otros elementos, tienen que soportar el par motor sin deteriorarse ni causar vibraciones[20].
Cuando el vehículo es de tracción delantera o total y motor trasero, en lugar de árbol de transmisión se suele llamar árbol secundario del cambio. Aunque su función es esencialmente la misma y sus elementos básicos también.

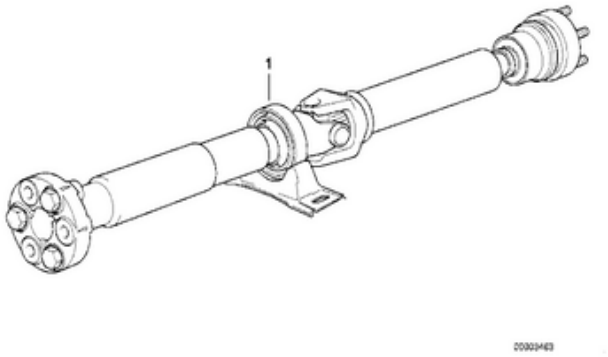


Ilustración 39: Árbol de Transmisión

3.5.1.1.2.1 *Funcionalidad*

El árbol de transmisión sea dentro de un vehículo de tracción delantera, total o motor trasero radica en comunicar la caja de cambios y la diferencia por medio del giro del motor creando así el movimiento de las ruedas que están en el eje.

Este giro comunica la fuerza que es requerida al eje principal del vehículo o si es tracción de total, lo comunica a ambos ejes logrando dar la movilidad exigida o requerida.

3.5.2 Sistema del Motor

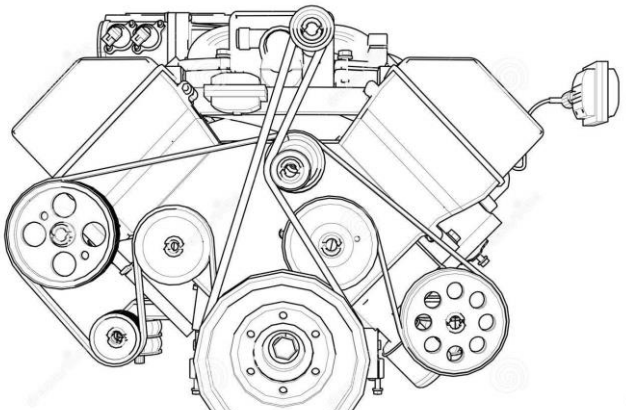


Ilustración 40: Sistema de Motor

El motor es considerado el principal sistema automotriz, cuando se trata de un motor convencional está construido para convertir el calor producido por la explosión o la combustión del combustible en un movimiento con suficiente fuerza como para que las ruedas giren y el vehículo pueda desplazarse.

En el caso del motor convencional de gasolina, la cadena de reacciones que alcanza ese objetivo se pone en movimiento por una chispa, que enciende

[20] *Donaire, D., 2020. El Árbol De Transmisión: Qué Es, Cómo Funciona Y Cuáles Son Sus Partes. Actualidad Motor: https://www.actualidadmotor.com/arbol-de-transmision/.*

una mezcla de vapor de combustible y aire comprimido dentro de un cilindro momentáneamente sellado, haciendo que la mezcla se queme rápidamente. A medida que la mezcla se quema, se expande y proporciona energía.

Dado a los resultados en la investigación de campo, donde no se detectó la existencia de automóviles eléctricos, nos enfocaremos en motores de combustión, que son alimentados por gasolina o por diésel. Las cuales son las siguientes:

3.5.2.1 Funcionalidad de las piezas del sistema del motor

A continuación, caracterizaremos las partes del sistema del motor que se determinaron con anterioridad para su estudio:

3.5.2.1.1 Juntas de Motor

La junta de motor es básicamente una lámina indeformable encargada de mantener la hermeticidad de la compresión, cuenta con una serie de huecos para la cámara de combustión, espárragos y el paso del circuito de refrigeración, ayudando así a prevenir fugas de anticongelante y lubricante de sus circuitos de engrase.

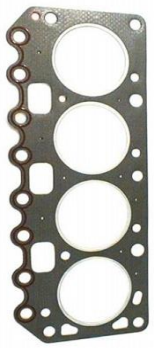


Ilustración 41: Juntas de Motor

3.5.2.1.1.1 *Funcionalidad*

El funcionamiento de la junta del Motor, es asegurar la hermeticidad de la compresión que experimenta al ocurrir las explosiones generadas mediante la combinación de una chispa y el combustible, es la responsable de realizar un sello en cual se encarga de evitar que las explosiones pierdan fuerzas y así aportando a la eficiencia del motor ya sea de gasolina o diésel.

3.5.2.1.2 Culata

La culata en pocas palabras es un bloque de metal, generalmente de hierro fundido o aleación de aluminio de un motor de combustión interna, ya sea un motor de explosión o un motor diésel, de dos o de cuatro tiempos, con la que sella la parte superior de los cilindros de un motor de combustión y así evitar fugas[21].

Ilustración 42: Culata

[21] *Ro-des.com. 2020. ¿Qué Es La Culata Del Motor Y Para Qué Sirve? [online]: <https://www.ro-des.com/mecanica/la-culata-del-motor-para-que-sirve/>*

La culata de un motor es mucho más que una tapa para los cilindros o una pieza que cierra el bloque motor. es el elemento más importante y complejo del coche, ya que sirve de asentamiento de otros componentes del motor importantes que pueden afectar seriamente a la estructura principal del motor, en caso de desgaste.

3.5.2.1.2.1 *Funcionalidad*

Entre las principales funciones de una culata del motor, podemos señalar la de alojar el cigüeñal, bielas, pistones y conexiones de elementos que se accionan con el movimiento del cigüeñal, como la bomba del agua, aceite y combustible. Así mismo, la válvula de admisión y escape, el árbol de levas, en el caso de motores tipo OHV, donde el eje de levas está montado fuera, y orificios para las bujías, en el caso de ser un motor de gasolina, y para los inyectores y pre cámara de combustión, si es un motor diésel.

3.5.2.1.3 Válvula de admisión

Las válvulas de un motor son los elementos metálicos que permiten la entrada al cilindro de la mezcla combustible-aire y la salida de ésta de los gases producidos por su explosión. Sin estos elementos mecánicos el funcionamiento del motor sería inviable pues su movimiento es vital para que se produzca la energía necesaria para mover las ruedas.

3.5.2.1.3.1 *Funcionalidad*

Son las encargadas de administrar la entrada del combustible y el aire (mezcla combustible-aire) al cilindro. Tras la explosión de la mezcla por la compresión del pistón, es decir, son las que permiten la salida de los gases resultantes de cada explosión

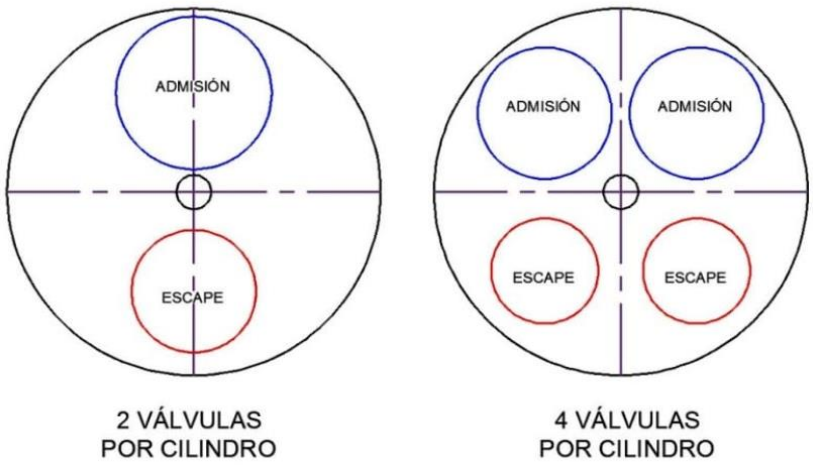


Ilustración 43: Tipo de Válvulas

3.5.2.1.4 Cigüeñal

El Cigüeñal también puede ser llamado en forma compuesta como Eje Cigüeñal, Árbol de Manivelas o Eje Motor y es un eje acodado, con codos y contrapesos presente en los automóviles, cuyo principio es el mecanismo de biela-manivela, donde transforma el movimiento rectilíneo alternativo en circular uniforme y viceversa.

Es un eje acodado, con codos y contrapesos, normalmente se fabrican de aleaciones capaces de soportar los esfuerzos a los que se ven sometidos y pueden tener perforaciones y conductos para el paso de lubricante. No pueden superar cierta dureza ya que las aleaciones.

Ilustración 44: Cigüeñal

3.5.2.1.4.1 *Funcionalidad*

El cigüeñal es una de las piezas más importante de un motor de combustión interna, tiene la función de convertir el movimiento lineal alternativo del pistón, producido por la presión de los gases de combustión y por intermedio de la biela en movimiento circular uniforme, como se aprecia en la ilustración 12.

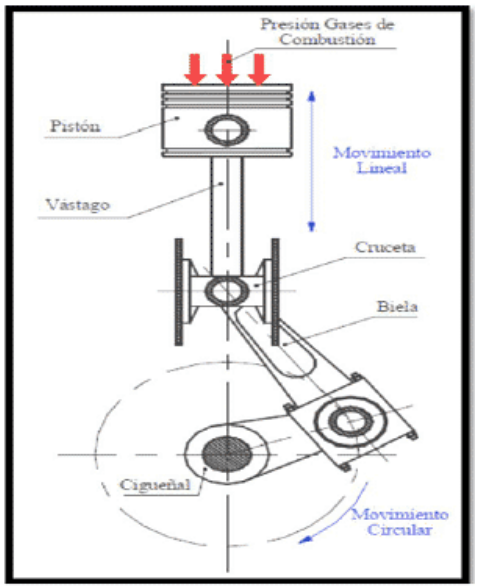


Ilustración 45: Funcionalidad Válvula

La disposición de los apoyos de bancada obedece a razones de resistencia, repartición de fuerzas, ciclo de trabajo (según sea el motor de dos o de cuatro tiempos), y orden de encendido.

3.5.3 Sistema de Suspensión

El sistema de suspensión de un auto tiene como objetivo absorber las desigualdades del terreno sobre el que se desplaza, a la vez que mantiene las ruedas en contacto con el pavimento, proporcionado un adecuado nivel de confort y seguridad de marcha[22].

Todo sistema de suspensión objetivos deberá proveer dos propiedades importantes: elasticidad, que evita que las diferencias en el terreno se transmitan al vehículo en forma de vibraciones secas; y amortiguación, que impide un movimiento excesivo de la carrocería además de que mantiene los neumáticos en contacto con el terreno.

3.5.3.1 Funcionalidad de las piezas del sistema del motor

Este es uno de los sistemas automotrices que presenta una frecuencia de averías altas y los repuestos que tienen mayor demanda basado en los datos del estudio de campo, son las siguientes:

3.5.3.1.1 Tijera de Suspensión

Es la que provoca la conexión el chasis con el soporte de la llanta. También se conoce como brazo de suspensión o brazo de control. La razón por la que se denomina "Tijera de suspensión" es porque tiene unos brazos delgados, como si fueran dientes.

Ilustración 46: Tijera de Suspensión.

3.5.3.1.1.1 *Funcionalidad.*

La función principal de las tijeras de suspensión es evitar que la llanta gire de un lado u otro, es decir mantiene recta a la llanta. permitiendo que las llantas tengan un movimiento en dirección vertical, es decir que reboten en caso de pasar por calles con baches, siempre impidiendo el movimiento en dirección horizontal.

Dependiendo del modelo del auto, puede haber dos o cuatro brazos de control. Dichos brazos trabajan junto a los amortiguadores para que las llantas vayan de abajo hacia arriba. En ese sentido, si alguno de los componentes de los brazos se daña puedes experimentar una conducción accidentada.

[22] *Ingemecanica.com. 2020. Sistema De Suspensión En Los Vehículos. [online]: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn73.html>.*

3.5.3.1.2 Barra de Torsión

La barra o eje de torsión es una pieza que forma parte del sistema de suspensión de un auto y cuya localización principal implica que uno de sus extremos se sitúe fijo y el otro sea móvil. Se trata, de forma más concreta, de un muelle flexible que tiene movimiento giratorio sobre uno de sus ejes y que no solo se utiliza en vehículo, sino que se trata de una pieza utilizada en maquinaria pesada y otros dispositivos de precisión.

Su uso permite la estabilidad del vehículo, de ahí que forme parte del sistema de suspensión, y si se tratara de una pieza fija tendríamos un auto con demasiada presión sobre las ruedas y la parte inferior del mismo.

Ilustración 47: Barra de Torsión.

3.5.3.1.2.1 *Funcionalidad*

El objetivo principal de la barra de torsión que integra el sistema de suspensión de nuestro auto es el de mantener estable la geometría del mismo. De esta forma, la barra de la que hablamos reduce el movimiento del chasis y aumenta su estabilidad

La mencionada barra de torsión no está instalada en todos vehículos, pero sí es cierto que en los últimos años ha comenzado a incluirse en el sistema de suspensión de un gran número de modelos. Puede aparecer colocada de forma transversal pero también longitudinal respecto al eje del coche.

3.5.3.2 Muelles Helicoidales de Suspensión

Consiste en un arrollamiento de espiras de alambre normalmente redondo o de sección cuadrada o rectangular; el material del alambre debe poseer alto límite de elasticidad con el fin de amortiguar impactos o almacenar energía y devolverla cuando sea requerida[23].

Ilustración 48: Muelles Helicoidales de Suspensión.

3.5.3.2.1.1 *Funcionalidad*

Mantener la altura del rodado sobre el suelo, soportar el peso y ofrecer estabilidad en las curvas y al frenar. Absorber los impactos que causan las irregularidades y baches de las calles, oscilar y no permitir que el auto se detenga al atravesar un obstáculo.

[23] *Gestion.org. 2020. [online] Available at: <https://www.gestion.org/diamante-de-porter/>*

3.5.4 Carrocería

La estructura de la carrocería es muy importante para la protección del usuario, por ello, ante un fuerte choque, esta debe responder eficazmente en dos puntos significativos: evitando la intrusión en la cabina, por lo que debe ser altamente resistente, y ayudando en la absorción del impacto, a fin de reducir las lesiones de los pasajeros.

Ilustración 49: Carrocería.

Además, la carrocería es la estructura básica del vehículo, en la que se sitúan los pasajeros y la carga. Además, es un elemento que brinda la estética del vehículo, ya que dependiendo del tipo de carrocería podemos estar hablando de un vehículo u otro.

3.5.4.1 Funcionalidad de las piezas del sistema del motor

Considerar que las piezas a las que los usuarios posicionan mayormente su confianza que sean fabricadas con la tecnología de la fabricación digital reflejado en los resultados del estudio de campo, tienen una funcionalidad en su mayoría estética, por lo cual existe una función mecánica que detallar y las piezas que poseen este nivel de confianza son las siguientes:

3.5.4.2 Tablero de Instrumentos

Como lo dice su nombre, es aquella estructura que contiene los diferentes instrumentos del auto, una composición bastante básica donde se muestran principalmente el velocímetro, el nivel de temperatura del motor, el nivel de combustible y, en algunos casos, el tacómetro, aquel dispositivo que indica las revoluciones a las que gira el motor en cada momento.

3.5.4.2.1 Estribo

Los estribos son los accesorios que se encuentran en la parte inferior de los vehículos (en uno o ambos lados). Por lo general al pie de la puerta se presenta tanto en autos tipo SEDAN como en camionetas o pick ups, aunque es más común en estos últimos.

La función más evidente es la de servir como un escalón. Esto es especialmente importante para los vehículos altos en las cuales sin ningún tipo de base o apoyo adicional entrar se sentirá como escalar una montaña.

Lo que mucha gente pierde de vista, es que los estribos no sólo están para servir de escalón, de hecho, la protección es su principal función. Los estribos protegen tu auto de diversas formas de desechos de la carretera. Cuando los vehículos se mueven, las ruedas golpean a todo tipo de escombros (desde piedras y tierra a otras cosas). Tener un estribo en su lugar puede bloquear algunos de estos restos y evitar que se desplacen hacia arriba hasta llegar a la altura de las puertas o los paneles laterales.

3.5.4.2.2 Panel de puertas

Son el recubrimiento de la parte interior de las puertas de todo tipo de automóvil, el cual da un aspecto estético agradable a la vista, ocultando el mecanismo de apertura de la misma puerta, el mecanismo para subir o bajar el vidrio de la ventana, y así como los adicionales que los diseñadores pueden colocar.

3.5.4.2.3 Consola central

La consola central es una de las tantas piezas que destaca dentro de todos los componentes que se encuentran en los diferentes tipos de vehículos.

Esta suele ser colocada entre los dos asientos delanteros. Generalmente estará fabricada de plástico, pero en algunos automóviles de alto costo o de superior clase podría estar hecha de fibra de carbono, metálicas o con apliques en madera.

Su función principal es la de embellecer el vehículo y también hacer de marco para los diversos controles del vehículo dentro de esa zona, tales como: el equipo de música, el aire acondicionado, la palanca de cambios, el freno de mano, el mechero, etc.

3.5.4.2.4 Carcasa de retrovisores

La carcasa o la cubierta del retrovisor, es aquel que contiene nuestro espejo retrovisor, tanto de los laterales como del espejo retrovisor central, la función que realiza esta carcasa es el de proteger y sostener dicho espejo.

3.6 Análisis y selección de materiales

3.6.1 Materiales del sector automotriz

Tomando como base la funcionalidad descrita con anterioridad, se enlistará los diferentes materiales que son utilizados en la actualidad para realizar la manufactura de las partes y repuestos en estudio.

3.6.1.1 Propiedades técnicas de materiales

Se analizará las diferentes características técnicas que comprenden los materiales utilizados, con esto se buscara identificar materiales adicionales o sustitutos a los materiales que actualmente se utilizan en el sector automotriz.

3.6.1.1.1 Sistema de Transmisión

En la actualidad del sector automotriz, para la fabricación de los componentes del embrague como lo son eje conductor, el disco de fricción y el plato de presión se utiliza principalmente el material **Carbocerámicos,** dada a la fricción que este experimenta durante la funcionalidad del embrague.

Tabla 62: Propiedades Físicas del Carbocerámico

Coeficiente de fricción	Estructura	Fuerza de tensión
0.45 T. Normal 0.41 T. Alta	Rígida	2300 (ASTM D638-91)
Resistencia a la presión	**Fuerza de flexión**	**Fuerza de compresión**
150 psi	14700 (ASTM D790-97)	12673 (ASTM D695 – 91)

3.6.1.1.2 Sistema del Motor

En el motor, encontramos diferentes materiales, dado que en él se experimentan diferentes fuerzas físicas en las partes de él.

Juntas

En el caso de las juntas del motor, se utilizan diversos aceros al carbón para su elaboración, pero dentro de los cuales el más común de ellos es el **acero AISI 201,** el cual posee las siguientes características mecánicas:

Tabla 63: Propiedades de Acero AISI 201

Resistencia a la Tracción	Limite Elástico	Dureza	
$^{kg}/_{mm^2}$	$^{kg}/_{mm^2}$	$H\ R_b\ Máx$	Brinell Máx.
70 – 80	30	95	201

Culata

Al ser una de las principales piezas, es una de las partes encargadas de mantener la energía generada por la combustión, y dado a ello actualmente se elaboran con **fundición gris**, comúnmente conocido como hierro fundido la cual debe cumplir con lo siguiente:

Tabla 64: Propiedad de Fundición Gris

Resistencia a la tracción	Resistencia a la Compresión	Dureza
ksi	MPa	Brinell
62.5	1 292	120 a 250

Válvulas[24]

Las válvulas son necesarias que sean resistentes y ligueras a su vez, por lo cual en el sector automotriz se utiliza actualmente lo que es el **cromo,** que posee las siguientes propiedades:

Tabla 65: Propiedades del Cromo

Dureza	Módulo de elasticidad	Coeficiente de Poision	Conductividad térmica
1880 – 250 HV10	264 GPa	0.21	93.7 W/(m-K)

Cigüeñal

El material usado en la fabricación de cigüeñales, depende de varios factores, como lo son la velocidad y potencia del motor. El material más común en su fabricación es **acero dulce al carbono**, el cual debe cumplir con las siguientes características:

Tabla 66: Propiedades del Acero dulce al Carbono

Carga de ruptura	Limite elástico
$40\ a\ 70\ {}^{kg}/_{mm^2}$	$85\ a\ 90\ {}^{kg}/_{mm^2}$

Muñones

Los muñones por ser acoplados al cigüeñal, son necesarios de una resistencia a la tracción específica, en la actualidad se construyen de **acero cromo – molibdeno – vanadio (Din 1663),** el cual debe cumplir con lo siguiente:

Tabla 67: Propiedades del Acero cromo

Módulo de Young	Modulo Cortante	Coeficiente de Poisson	Resiliencia
$19.5 - 20.5\ {}^{N}/_{mm^2}$	81 000 MPa	0.3	0ºC – 20ºC

[24] *Plansee.com. 2020. Cromo | Plansee. [online]: https://www.plansee.com/es/materiales/cromo.html.*

3.6.1.1.3 Sistema de Suspensión

En este sistema, al ser el encargado de la estabilidad del automóvil, se comprende de diferentes materiales rígidos y elásticos.

Tijera de Suspensión y Barra de torsión

Las tijeras de suspensión o los brazos de suspensión y la barra de torsión, debido a su función, se fabrican con aceros micro aleados, específicamente con el **acero 4130**, el cual debe poseer las siguientes propiedades mecánicas:

Tabla 68: Propiedades del Acero 4130

Tensión de rotura	Límite elástico	Elongación	Dureza
590 – 760 MPa	480 – 590 MPa	20 – 30 %	B 90 - 96

Ballesta de suspensión

Esta pieza, debe ser de un material que soporte tensión para amortiguar las irregularidades del terreno, pero a su vez debe poseer una dureza que le proporcione una vida útil considerable, para ello se recomienda usar hojas de acero que cumplan lo siguiente aceros aleados, como principal el **acero al silicio – manganesos 55C2** que es considerado de acero semiduro, lo cual debe cumplir con lo siguiente:

Tabla 69: Propiedades del Acero al Silicio

Resistencia Mecánica	Dureza
$62 - 70\,{}^{N}/_{mm^2}$	B 180

3.6.1.1.4 Carrocería

Dada la función que realizan las partes de la carrocería en este estudio, son de ámbito estético más que mecánico, por lo cual no es necesario especificar propiedades físicas que deban cumplir, por lo cual solo se enlistara los materiales más comunes en la fabricación de estos.

Tabla 70: Materiales de Fabricación

Pieza	Material de fabricación
Tablero de instrumentos	Poliéster sin Relleno
Estribo	Aluminio
Panel	Fibra de Carbono ABS
Consola central	Fibra de Carbono ABS
Carcasa de espejos retrovisores	PVC

3.7 Proceso de fabricación en la actualidad

La forma para poder visualizar los posibles puntos de mejora para los procesos actuales de manufactura de las diferentes partes y piezas automotrices, es conocer y analizar dichos procesos.

3.8 Proceso de fabricación del sistema de transmisión más comunes

3.8.1 Procesos de Moldeo

- **Moldeo con arena verde:** consiste en la elaboración de moldes partiendo de la mezcla de arena de sílice y bentonita a un 30-35% con cantidad moderada de agua.

  Esta primera elaboración de la mezcla denominada arena de contacto, tras su primera utilización esta mezcla es reutilizable como arena de relleno, la cual al añadirle agua vuelve a recuperar las condiciones para el moldeo de piezas. De esta manera, se puede crear un circuito cerrado de arenería.

  Esta mezcla de preparado de arena se comprime alrededor del patrón (patrón de la pieza deseada) a presiones y temperaturas específicas, para garantizar que mantenga su forma durante el resto del proceso de fundición. La arena mezclada se compacta alrededor del patrón, tomando la forma del molde deseado.

  El diseño de la fundición implica conductos internos en la pieza. Esto se hace mediante el uso de machos de arena que están constituidos por una mezcla de arenas similares. Los núcleos están ubicados estratégicamente para formar los conductos necesarios en la fundición.

  Las dos mitades del molde posteriormente se cierran y el metal se vierte en la cavidad y se deja solidificar. Después de que la solidificación haya tenido lugar, la arena se hace vibrar hasta que se libera de la fundición. El proceso de acabado puede ser completado por rectificado, mecanizado, el galvano placía y pintura.

- **Moldeo a vacío**

  El moldeo en vacío es una técnica de moldeo en arena en la que no se emplea aglutinante, ya que la pieza queda suficientemente consistente gracias al vacío creado durante su realización en la caja de moldear. Se trata de una técnica relativamente moderna, ya que surgió en Japón a finales de la década de 1970.

- **Moldeo por centrifugado**

  El proceso de fundición centrifugada o centrífuga, consiste en depositar una capa de fundición líquida en un molde de revolución girando a gran velocidad y solidificar rápidamente el metal mediante un enfriamiento continuo del molde o coquilla. Las aplicaciones de este tipo de fundición son muy variadas, yendo desde la fabricación de telescopios o partes de joyería hasta las tuberías, este procedimiento frecuentemente utilizado para la fabricación de tubos sin costura, camisas y demás objetos simétricos.

El metal se vierte caliente y fluido en una espiral que se transforma inmediatamente en una capa regular y continua del metal líquido, mantenida en forma cilíndrica por las fuerzas de inercia centrífugas creadas por la rotación de la coquilla. Esta fuerza centrífuga que se desarrolla lanza el metal líquido contra las paredes del molde y aumenta su presión, facilitando el llenado de los huecos y la solidificación en este estado.

Simultáneamente se refrigera la coquilla por su exterior para absorber el calor y bajar la temperatura de la fundición hasta la temperatura de solidificación. En el curso de su enfriamiento, el metal líquido sufre una contracción térmica progresiva.

- **Moldeo por Inyección**

  Moldeo por inyección es un proceso semi continuo que consiste en inyectar un polímero cerámico o un metal en estado fundido en un melde cerrado a presión y frio, a traces de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semi cristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.

3.8.2 Mecanizado por Arranque de Viruta

Este proceso consiste en arrancar o eliminar la materia prima hasta lograr el producto deseado.

Este proceso lo realiza una herramienta con varios filos que van arrancando grandes cantidades de virutas del material mientras se va desplazando. Con este proceso se logra una gran calidad y buena precisión en las medidas.

El nombre de estas operaciones debe su nombre a que en el proceso de separación el material se arranca en forma de virutas. Las virutas se diferencian entre sí, dependiendo de la herramienta con que se esté mecanizando.

Estos procesos de fabricación, consiguen unas exactitudes del orden de micras y además con unos acabados superficiales excelentes.

Debido a esto, los materiales más utilizados para este tipo de fabricación son:

- Metales
- Plásticos
- Cerámicos

Existen diferentes tipos de mecanizado, según el acabado deseado en la pieza final:

- **Desbastado**: Alta velocidad de avance y de corte. Se utiliza para acercarse a las dimensiones finales en un corto periodo de tiempo.
- **Acabado:** Este tipo se utiliza pensando en tener una superficie con poca rugosidad. La velocidad de avance baja y velocidades de corte altas.
- **Rectificado o supe acabado:** Se utiliza para buen acabado superficial y medidas muy precisas. Las velocidades tanto de corte como de avance son muy altas, desprendiendo partículas por abrasión.

3.8.2.1 Proceso de Forjado

La forja, al igual que la laminación y la extrusión, es un proceso de fabricación de objetos conformado por deformación plástica que se realiza en caliente y en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión.

Este proceso se utiliza para dar una forma y unas propiedades determinadas a los metales y aleaciones a los que se aplica mediante grandes presiones. La deformación se pude realizar de dos formas diferentes: por presión de forma continua, utilizando prensas o por impacto, de modo intermitente utilizando martillos.

3.8.3 Proceso de fabricación actuales en el sector automotriz.

Ya descritos los diferentes procesos más comunes en el sector automotriz, se continuará con la ilustración de los procesos de producción para los diferentes partes y piezas que se han venido estudiando.

Los procesos posteriormente expuestos dado a la negativa de la mayoría de entidades de permitir realizar un estudio más exhaustivo, que requería tener presencia del equipo de investigación en las instalaciones de operación de las entidades del sector automotriz, los datos de estos se obtuvieron por medio de entrevistas con los diferentes encargados de estos procesos de diferentes entidades del sector, las cuales presentaban una insignificante variante en los diferentes datos, por lo cual permitió establecer un estándar basado en lo dicho por los encargados de dichos procesos, adicional se utilizó información secundaria, esta está compuesta por diferente trabajos de grados de diferentes universidades y años.

3.8.3.1 Sistema de Transmisión

3.8.3.1.1 Disco de embrague

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 1	Hoja 1 de 1
Producto: **DISCO DE FRICCIÓN**	

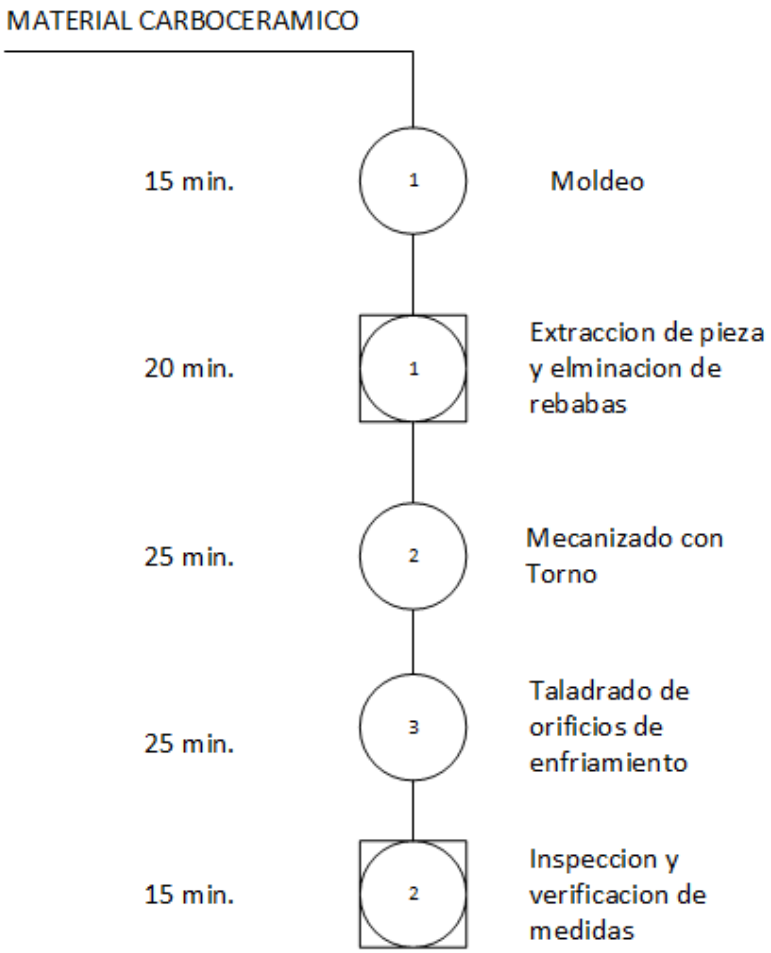


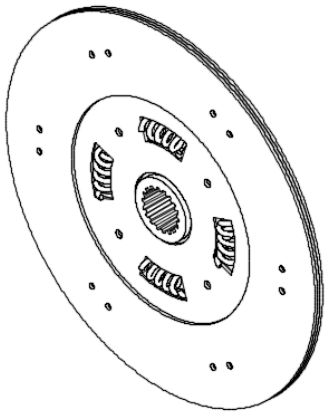
Diagrama 1: Diagrama de Fabricación Disco de Embrague

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	3	65
Inspecciones/Operación	2	35
Total	5	100

3.8.3.1.1.1 *Hoja de Procesos de Producción de disco de Embrague*

Tabla 71: Hoja de procesos de Disco de Embrague

HOJA DE PROCESOS	**DISCO DE FRICCIÓN**		N.º de Piezas:
Escala	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	Carbocerámico		



Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Fundición	Se calienta la materia prima hasta la temperatura necesaria para realizar un moldeo por fundición	Horno de fundición
Moldeo	Se vierte el material en el molde para que este al enfriar obtenga el una preforma para poder realizar los mecanizados siguientes.	Molde
Rectificación	Se eliminan las rebabas o el exceso de material procedente de la fundición por moldeo.	Fresadora
Perforación	Se realizan las perforaciones dependiendo del modelo del disco, que permitirán el enfriamiento de esto durante su utilización.	Fresadora

3.8.3.1.2 Árbol de transmisión

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 2	Hoja 1 de. 1
Producto: ARBOL DE TRANSMISION	

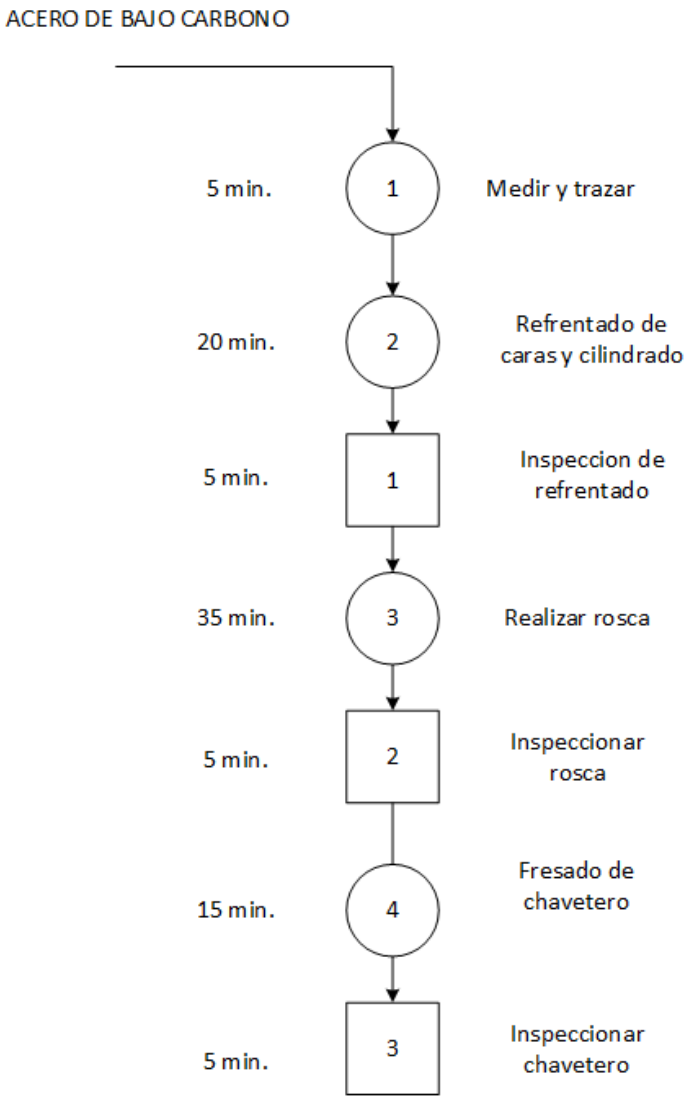
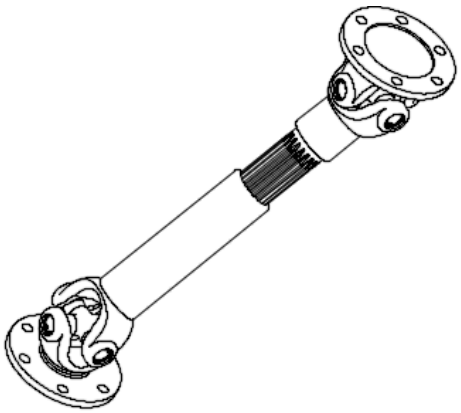


Diagrama 2: Diagrama del Árbol de Transmisión

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	4	55
Inspecciones	3	15
Total	7	70

3.8.3.1.2.1 *Hoja de procesos de Producción del Árbol de Transmisión*

Tabla 72: Hoja de procesos de Producción del Árbol de Transmisión

HOJA DE PROCESOS	**ARBOL DE TRANSMISIÓN**		N.º de Piezas:
Escala	Material	Dimensiones	Grado de precisión
			

Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Corte	Se mide la longitud requerida de la pieza, ya con la medida marcada, se procede a cortar la materia prima	Sierra Industrial
Refrentado	Se mecaniza el extremo de la pieza, en el plano perpendicular al eje de giro, para obtener una cara totalmente lisa.	Torno
Roscado	Se toma el extremo que ira enroscado en el sistema de transmisión y se procede a realizar la rosca correspondiente.	Torno
Chaveta	Se centra la pieza en la fresadora, donde se realiza un fresado con una profundidad especificada del modelo en cuestión, creando una chaveta con la cual el árbol de transmisión se conecta al eje correspondiente.	Fresa

3.8.4 Sistema del Motor

3.8.4.1 Juntas

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 3	Hoja 1 de 1
Producto: JUNTAS DE MOTOR	

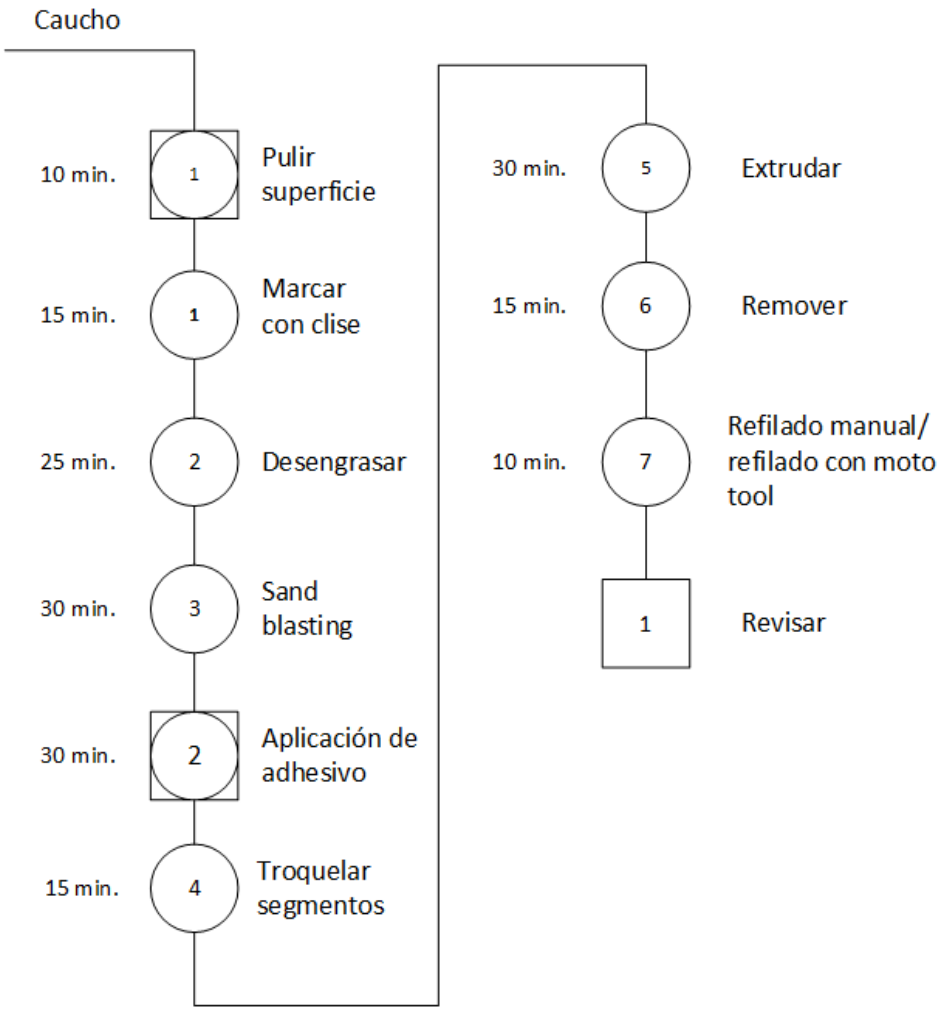
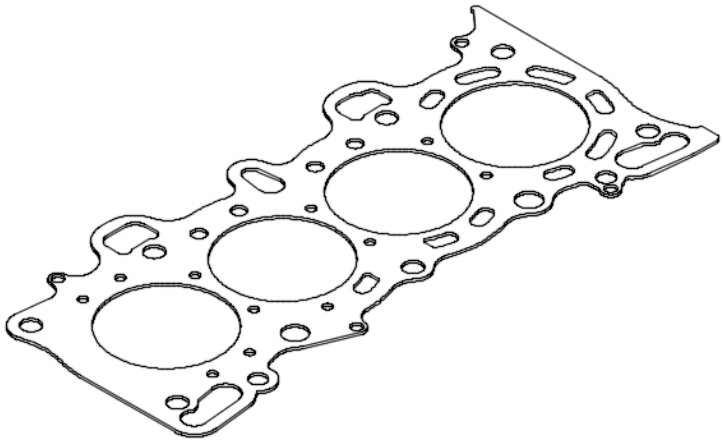


Diagrama 3: Diagrama sinóptico de Producción Juntas

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	7	130
Inspecciones	1	10
Inspecciones/Operaciones	2	40
Total	10	180

3.8.4.1.1 Hoja de procesos de Juntas

Tabla 73: Hoja de Procesos Juntas

HOJA DE PROCESOS	JUNTAS DE MOTOR		N.º de Piezas:
Escala	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	acero AISI 201	375x167x1.27mm	0
			

Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Desbastado	Se verifica el grosor de la materia prima a utilizar, si es necesario se desbasta hasta obtener el grosor requerido	Fresadora
Troquelado	La pieza con el correcto grosor, se corta con el patrón deseado.	Troqueladora
Vulcanizado	Se calienta el caucho cuando está crudo en presencia de azufre, para poder convertirlo en un material más duro	Prensa Hidráulica
Eliminación de rebabas	Se eliminan los excesos de material que pueden haber quedado después de los procesos anteriormente mencionados	cizallas

3.8.4.1.2 Culata

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 4	Hoja 1 de 1
Producto: CULATA DE MOTOR	

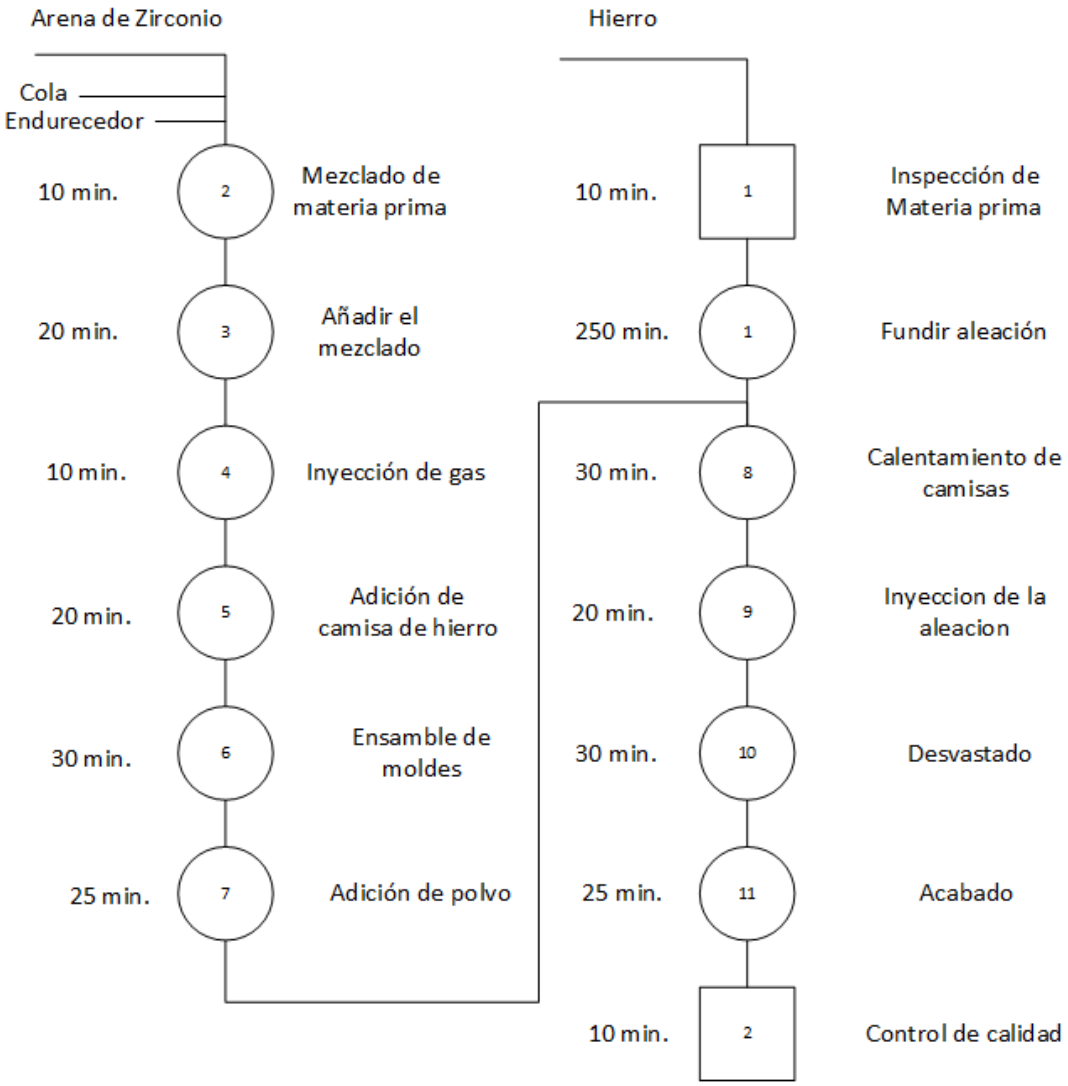


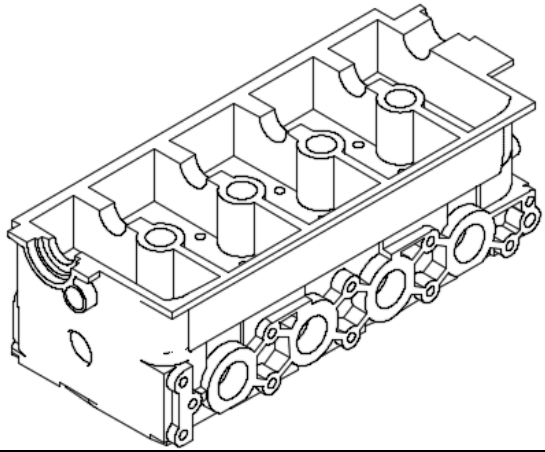
Diagrama 4: Diagrama Sinóptico de fabricación Culata

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	11	480
Inspecciones	2	20
Total	13	500

3.8.4.1.2.1 *Hoja de procesos de Culata*

Tabla 74: Hoja de Procesos Culata

HOJA DE PROCESOS	CULATA AUTOMOTRIZ		N.º de Piezas:
N.º de Hoja 1/2	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	Fundición gris	170x430x130mm	0



Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Control de la materia prima	Se inspecciona la materia prima, corroborando la cantidad de materia	-
Fundición	Se calienta la materia prima seleccionada hasta que dicha materia alcance un estado liquido	Horno de fundición
Adición de zirconio	Se agrega zirconio en polvo para el calentamiento de las camisas donde será inyectado la aleación	-
Moldeo	Se vierte la materia prima en estado líquido en el molde de arena para que dicha materia prima tome una forma deseada.	-
Desbastado	La pieza después del moldeo, posee una preforma, para que esta pieza tome las medidas especificadas, se desbasta hasta que esta cumpla con dichas medidas	Fresadora

3.8.4.1.3 Válvulas

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 5	Hoja 1 de 1
Producto: VALVULAS DE MOTOR	

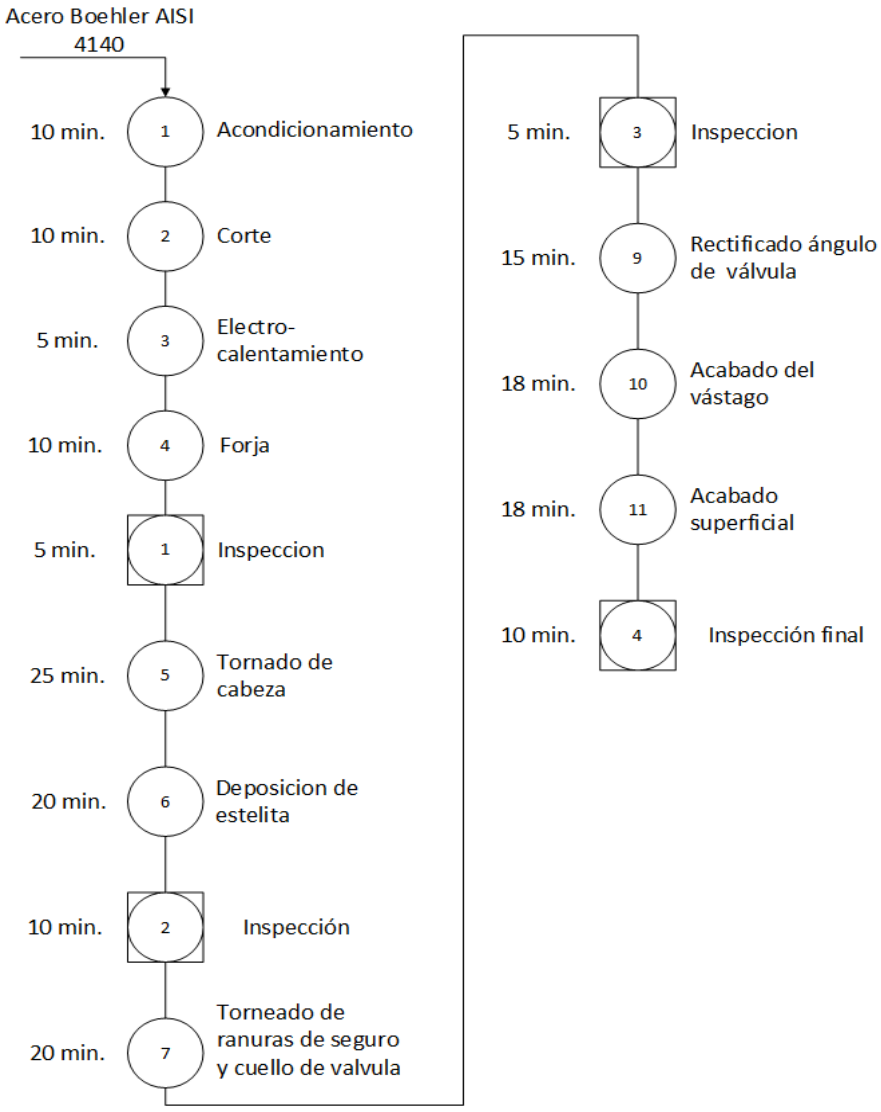


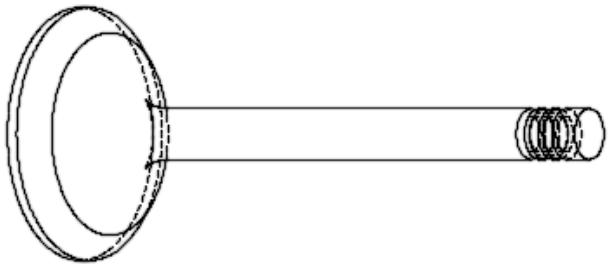
Diagrama 5: Diagrama Sinóptico de fabricación de Válvulas

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	11	156
Inspecciones	4	30
Total	15	186

3.8.4.1.3.1 *Hoja de procesos de Válvulas*

Tabla 75: Hoja de procesos de Válvulas de Motor

HOJA DE PROCESOS	**VALVULAS**		N.º de Piezas:
Escala	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	Cromo	110x45mm	0



Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Corte	Se corta las barras de un largo suficiente para poder realizar la válvula, oscilando en una medida de 88 a 144 mm	
Forjado	Se calienta la pieza, hasta llegar a un color rojo vivo, en ese estado el metal	Prensa hidráulica, horno de forja
Torneado	Se torneada la cabeza y el cuerpo de la válvula de modo que esta esté totalmente equilibrada y que las partes que deben ser cilíndrica tengan esas proporciones.	Torno
Creación de ranurado	Se tornea las diferentes áreas de la válvula con el propósito de modelar las ranuras de seguro y cuello de válvula	Torno
Acabado	Con la forma y medidas deseadas, se procede a realizar el cavado final, que es una superficie lisa en todo el cuerpo de la válvula.	Torno

3.8.4.2 Cigüeñal

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 6	Hoja 1 de 1
Producto: **CIGÜEÑAL**	

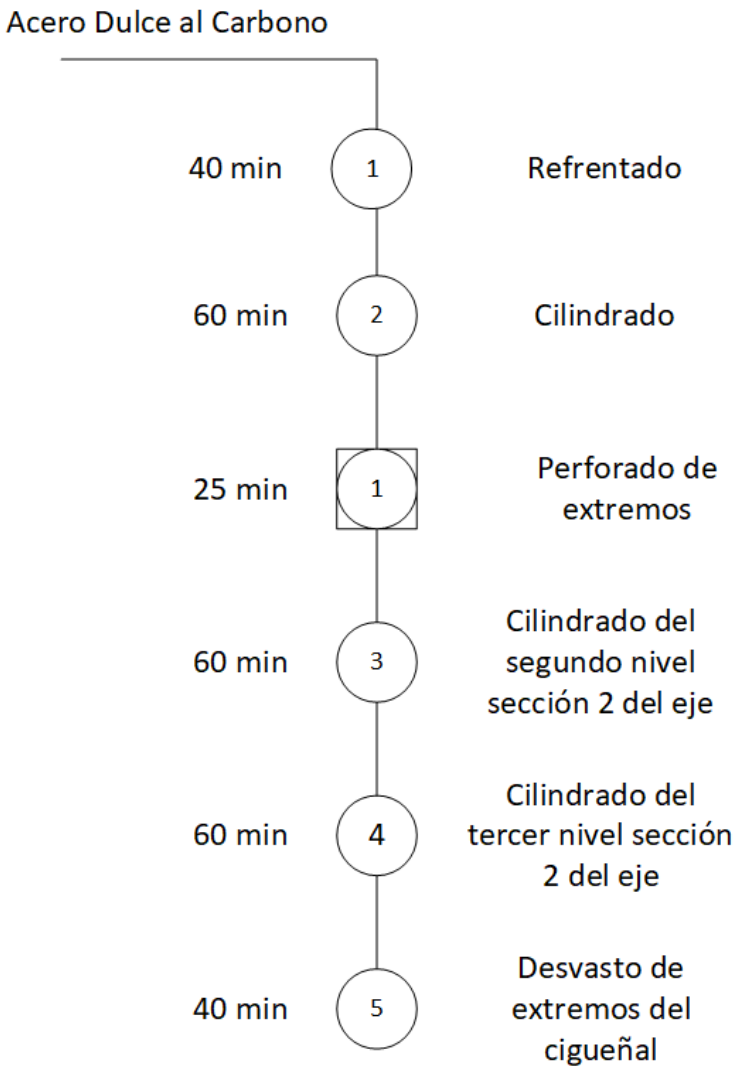
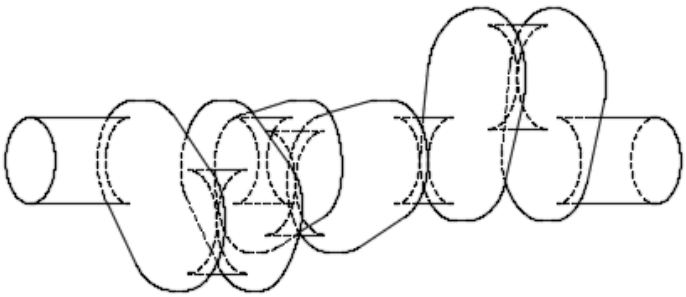


Diagrama 6: Diagrama Sinóptico de Cigüeñal

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	5	260
Combinadas	1	25
Total	6	285

3.8.4.2.1 Hoja de procesos de Cigüeñal

Tabla 76: Hoja de Procesos del Cigüeñal

HOJA DE PROCESOS	CIGÜEÑAL		N.º de Piezas: 1
N.º de Hoja	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	Acero dulce al carbono	3”x B, 5”xC	0
			

Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Forjado	Se eleva la temperatura a la materia prima, hasta llegar al punto donde la materia prima se vuelve moldeable, y se amolda hasta dar la forma deseada.	Martillo Eléctrico
Inspección y rectificación	Se observa el acabado del forjado, se inspecciona verificando que la pieza no tenga roturas y luego se pasa al cilindrado hasta llegar al diámetro deseado	Torno convencional
Creación de rosca	Con el diámetro correcto, con la ayuda del torno, se realiza el mecanizado de la rosca que conecta con el resto del sistema automotriz	Torno Convencional
Eliminación de rebabas	Se verifica las medidas y se realiza el acabado final de la pieza	Fresadora convencional
Templado	Se realiza un tratamiento térmico, calentado la pieza hasta que este alcance un color rojo vivo, he inmediatamente se sumerge en aceite frio o en agua fría.	Horno de fundición

3.8.4.3 Sistema de Suspensión

3.8.4.3.1 Brazo de suspensión

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 7	Hoja 1 de. 1
Producto: **BRAZO DE SUSPENSIÓN**	

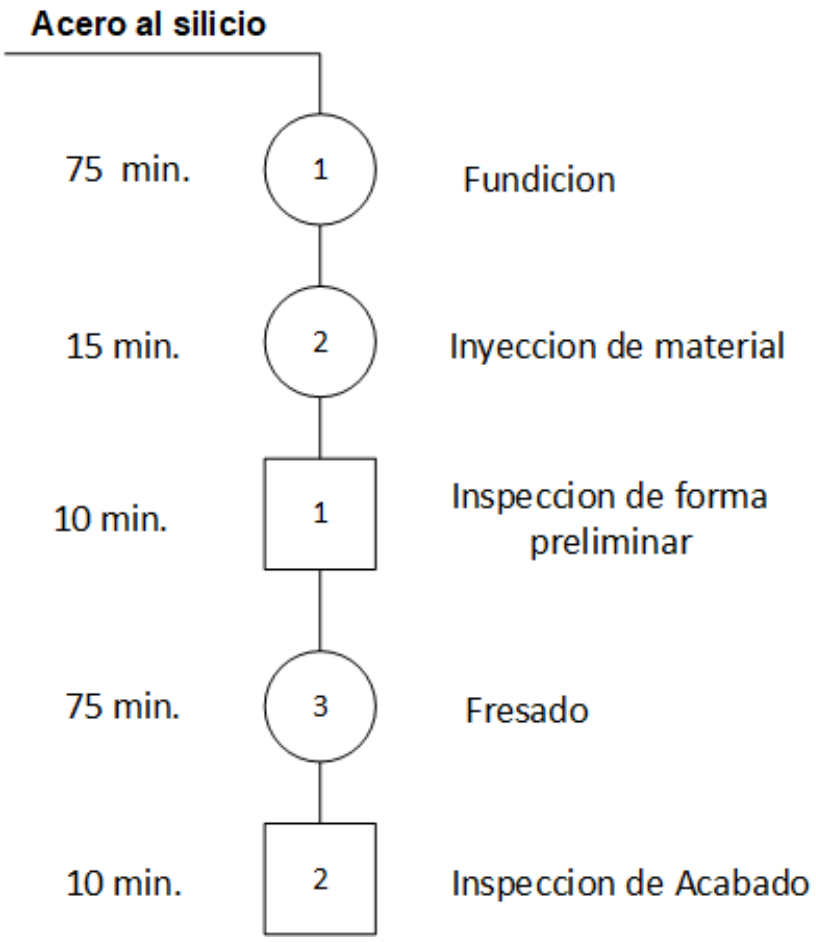


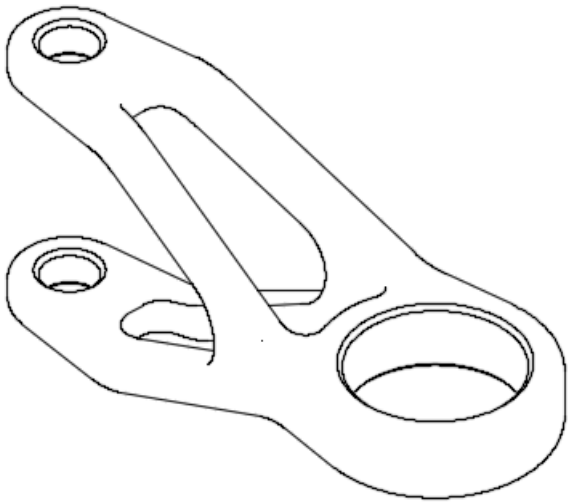
Diagrama 7: Diagrama Sinóptico de Producción Brazo de suspensión

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	3	165
Inspecciones	2	20
Total	5	175

3.8.4.3.1.1 *Hoja de procesos de Brazo de suspensión*

Tabla 77: Hoja de Producción Brazo de Suspensión

HOJA DE PROCESOS	**BRAZO DE SUSPENSIÓN**		N.º de Piezas:
Escala	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	acero 4130		0



Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Fundición	Se calienta la materia prima, hasta el su punto de fundición	Horno de fundición
Preformado	Se vierte la materia en el molde que dará una forma predeterminada	Moldeo
Fresado	Dependiendo del modelo de la pieza, se procede a realizado los orificios para quitar peso a la pieza y los orificios que servirán de anclaje al sistema de suspensión y a los neumáticos	Fresadora

3.8.4.4 Barra de Torsión

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 8	Hoja 1 de. 1
Producto: **BARRA DE TORSIÓN**	

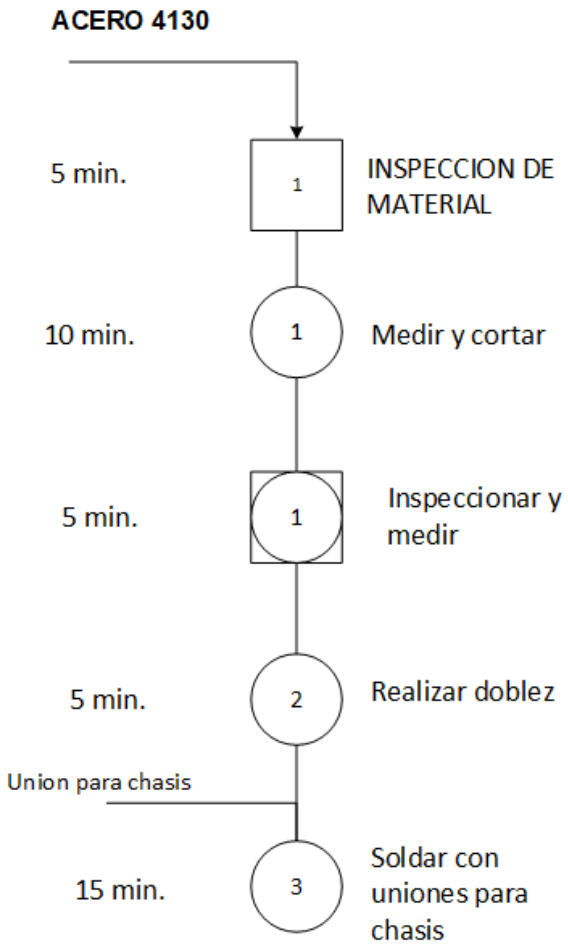
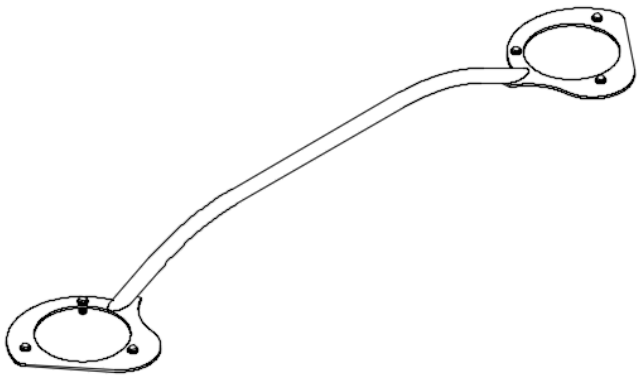


Diagrama 8: Diagrama Sinóptico Barra de Torsión

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	3	30
Inspecciones	1	5
Inspección/Operación	1	5
Total	5	40

3.8.4.4.1.1 *Hoja de procesos de Barra de Torsión*

Tabla 78: Hoja de Procesos de Barra de Torsión.

HOJA DE PROCESOS	**BARRA DE TORSIÓN**		N.º de Piezas:
Escala	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	acero 4130	120 cm D=1”	0
			

Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Corte	El cilindro seleccionado, se mide y corta dependiendo de los requerimientos del modelo	Sierra manual
Doblado	Con la medida deseada, se doblan los extremos dependiendo del modelo en un ángulo especifico	Dobladora
Soldadura	Se sueldan los extremos a los soportes que permitirán la unión de la barra con el chasis del vehículo.	Soldadora

3.8.4.4.2 Ballesta de suspensión

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 9	Hoja 1 de 1
Producto: **BALLESTA DE SUSPENSIÓN**	

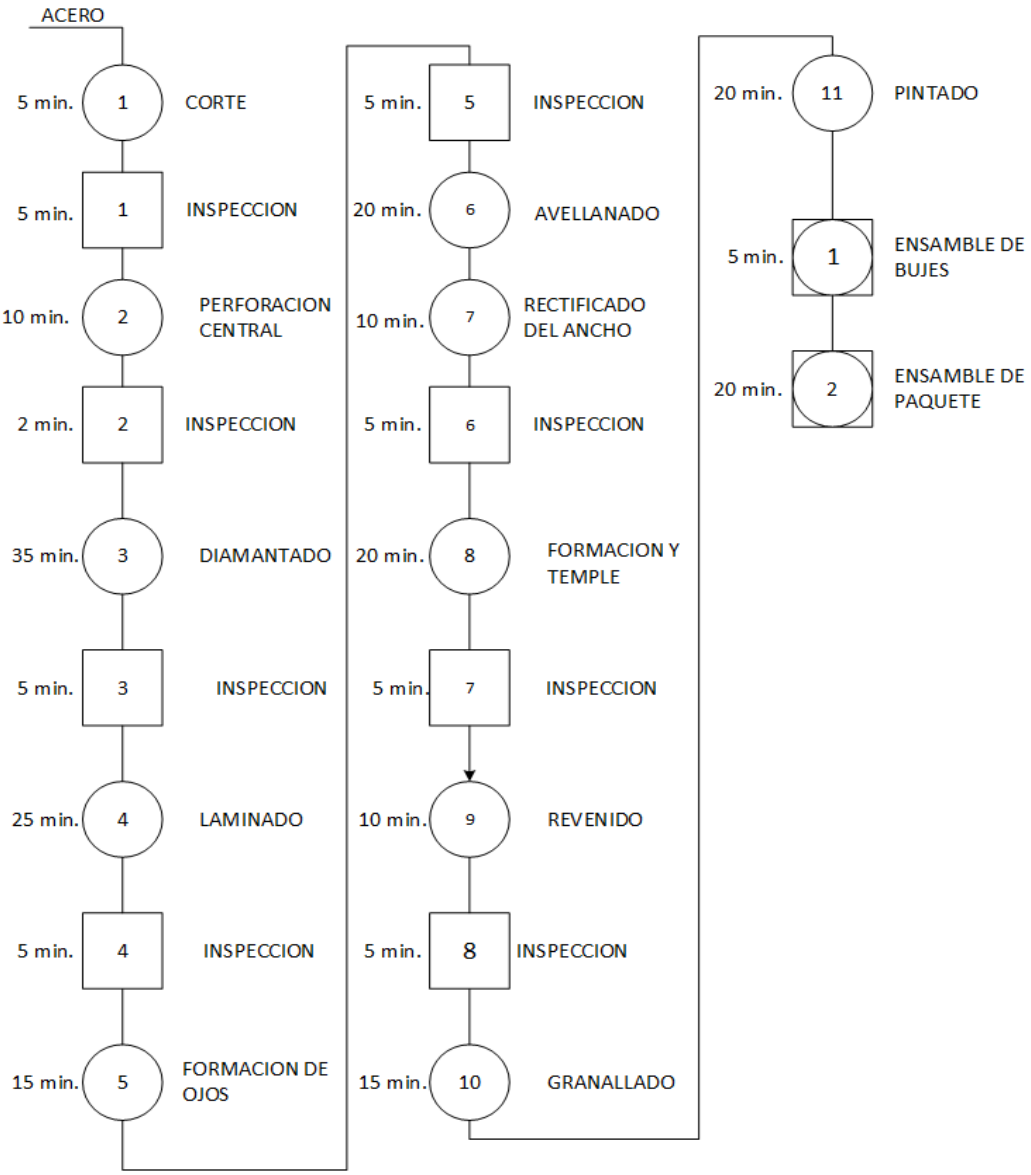


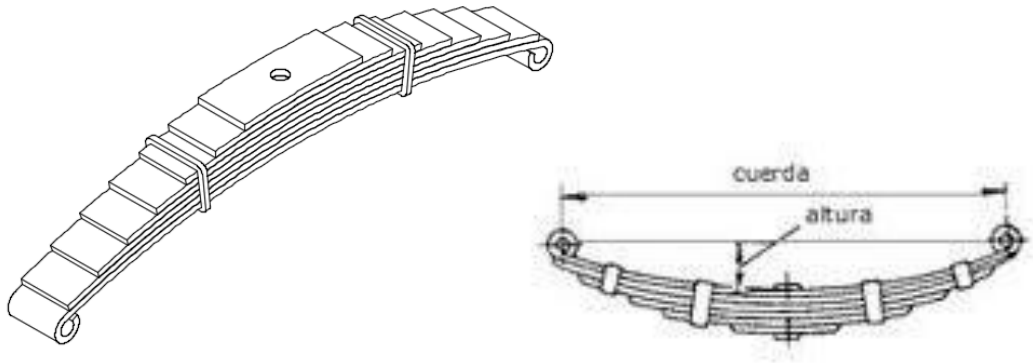
Diagrama 9: Diagrama Sinóptico de Ballesta de Suspensión.

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	22	190
Inspecciones	8	67
Inspección/Operación	2	25
Total	32	282

3.8.4.4.2.1 *Hoja de procesos de Ballesta de Suspensión*

Tabla 79: Hoja de Procesos de Ballesta de Suspensión.

HOJA DE PROCESOS	**BALLESTA DE SUSPENSIÓN**		N.º de Piezas: 5
N.º de Hoja 1/2	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	acero al silicio – manganesos 55C2	120x15cm	0



Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Control de la materia prima	Se inspecciona la materia prima, corroborando la cantidad de materia	-
Corte	Se mide la pieza y se realizan los cortes necesarios	Cizalladora
Perforación	Se perfora la pieza en el centro	Taladro
Diamantado	Se somete la pieza a altas temperaturas para darle la dureza necesaria	Horno
Laminado	se reduce el espesor de la lámina aplicando presión para dar flexibilidad a la pieza	Horno y prensa hidráulica
Punzonado	Se forman los ojos de la pieza	Punzadora

3.8.4.5 Carrocería

3.8.4.5.1 Estribo

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 10	Hoja 1 de. 1
Producto: ESTRIBO	

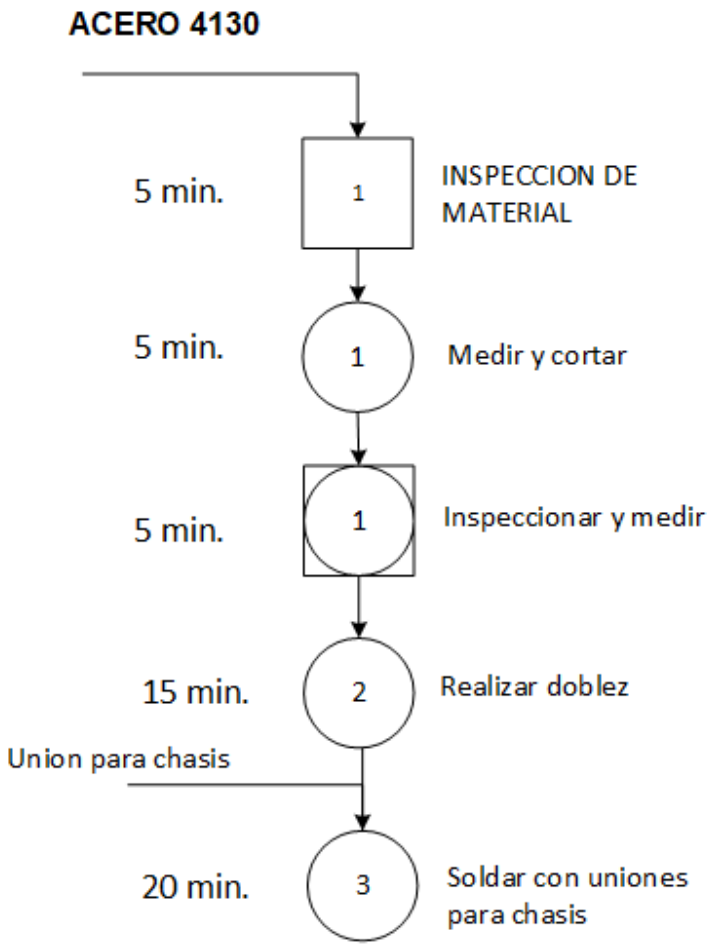
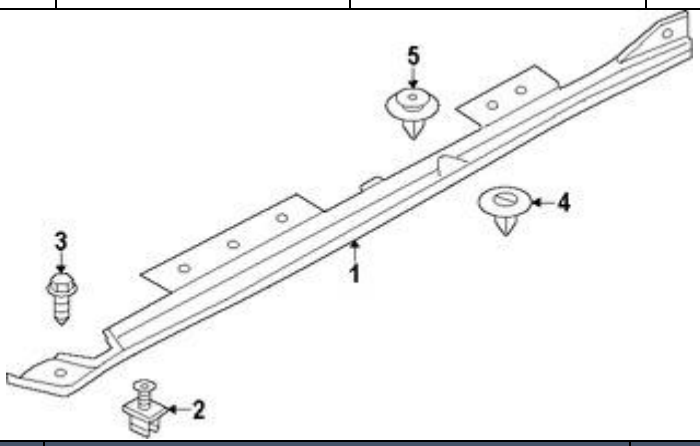


Diagrama 10: Diagrama Sinóptico de Estribo.

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	3	40
Inspección/Operación	2	10
Total	5	50

3.8.4.5.1.1 *Hoja de procesos de Estribo*

Tabla 80: Hoja de Procesos de Estribo.

HOJA DE PROCESOS	**ESTRIBO**		N.º de Piezas:
Escala	Material	Dimensiones	Grado de precisión
			

Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Corte	El cilindro seleccionado, se mide y corta dependiendo de los requerimientos del modelo	Sierra manual
Doblado	Con la medida deseada, se doblan los extremos dependiendo del modelo en un ángulo especifico	Dobladora
Soldadura	Se sueldan los extremos a los soportes que permitirán la unión de la barra con el chasis del vehículo.	Soldadora

3.8.4.5.2 Inyección

DIAGRAMA SINÓPTICO	
Diagrama N.º 11	Hoja 1 de. 1
Producto: CARCASA DE RETROVISOR, PANEL CENTRAL, TABLERO	

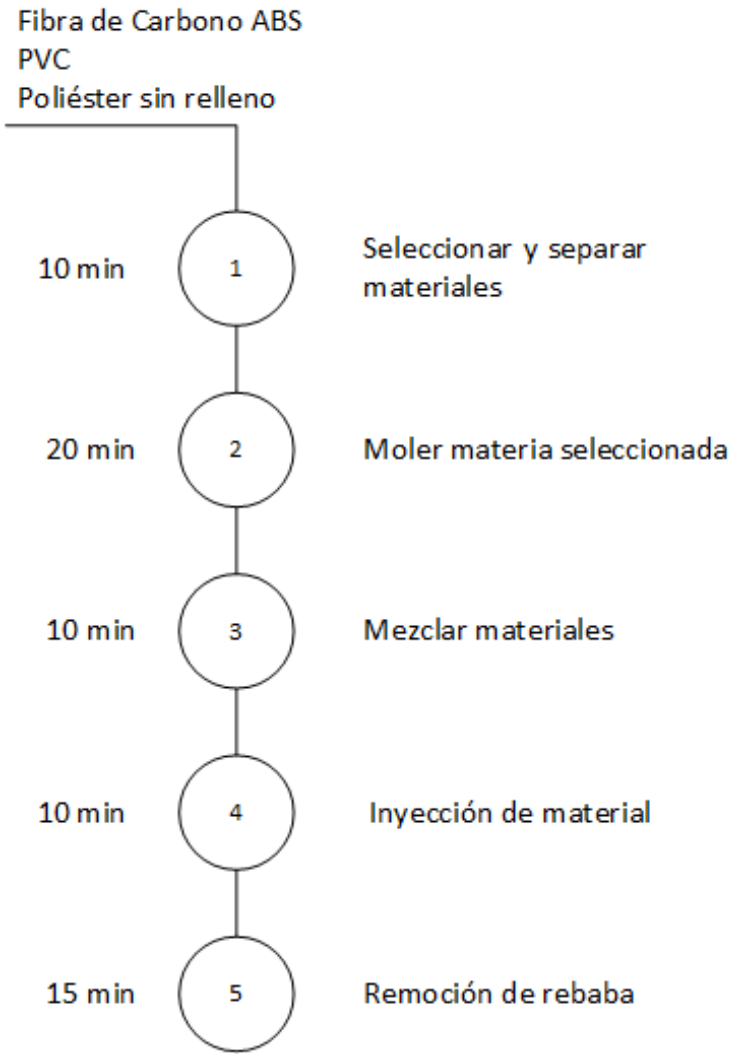


Diagrama 11: Diagrama Sinóptico de Carcasa de Retrovisor, Panel Central y Tablero.

RESUMEN		
ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO
Operaciones	5	60
Inspecciones	--	--
Total	5	60

3.8.4.5.2.1 *Hoja de procesos de Inyección*

Tabla 81: Hoja de Procesos de Inyección.

HOJA DE PROCESOS	**PIEZAS DE INYECCIÓN**		N.º de Piezas: 1
HOJA 1/1	Material	Dimensiones	Grado de precisión
	Fibra de Carbono ABS	-	-

Nombre de la operación	Descripción de la operación	Descripción de la maquinaria
Preparación de la materia prima	Seleccionada la materia prima, se procede a molerla hasta obtener el tamaño adecuado para la maquina inyectora que se utilizara.	Molino
Inyección	Se vierte la materia prima en la inyectora y se procede a crear la pieza.	Inyectora
Eliminación de rebabas	Dependiendo de la pieza, y del molde utilizado, se mecanizan de forma de eliminar aquel exceso de materia que podría quedar en la pieza, logrando así, el acabado requerido.	Torno/ fresadora/ taladro de banco

3.9 Equipo para la elaboración o rectificación de partes y repuestos automotrices

3.9.1 Equipos principales utilizado en los métodos convencionales

Las características de los equipos enlistados a continuación se establecieron en promedio a los que están siendo utilizados actualmente en los diferentes talleres automotrices en el país.

3.9.1.1 Torno

Para los diferentes procesos de refrentado de caras cilíndricas, realización de diferentes roscas, rectificaciones o el para la realización del proceso de cilindrado, se necesita un torno con las siguientes especificaciones.

Tabla 82: Ficha Técnica Torno Convencional

Capacidades	
Distancia entre Centros	2000 mm
Volteo sobre bancada	660 mm
Volteo sobre carro transversal	440 mm
Volteo sobre escote	890 mm
Ancho de bancada	400 mm

3.9.1.2 Fresadora

La realización de rectificaciones, perforación, ranurado, etc. se utiliza lo que es una fresadora convencional, en promedio las entidades que realizan estos procesos poseen este equipo con las siguientes características:

Tabla 83: Fichas técnicas Fresadora

Desplazamiento	
Eje X	800 mm
Eje Y	415 mm
Eje Z	440 mm

Mesas	
Tamaño de mesa	1300 x 260 mm
Max. Peso pieza	200 kg

Sistema de avances	
Avance longitudinal	22 – 690 mm/min
Avance rápido longitudinal	2100 mm/min.
Avance vertical	800 mm/min.
Motor Longitudinal	1 HP
Motor Vertical	1.5 HP

Sistema de avances	
Avance longitudinal	22 – 690 mm/min
Avance rápido longitudinal	2100 mm/min.
Avance vertical	800 mm/min.
Motor Longitudinal	1 HP
Motor Vertical	1.5 HP

Husillo	
Velocidad	55 – 1180 rpm
Motor	5 HP
Tipo de Árbol	NT 40

3.9.1.3 Cizalladora

La cizalladora se utiliza especialmente para realizar el corte de láminas de diferente grosor y para la eliminación de algunas rebabas que quedan después de algún tratamiento térmico de estas laminas metálicas. Las entidades que rectifican piezas automotrices utilizan en promedio una cizalladora con las siguientes características:

Tabla 84: Propiedad Cizalladora

Cizalladora	
Profundidad	1100 mm
Diámetro máximo de disco	1100 mm
Espesor de lamina	8 mm

3.9.1.4 Taladro de Banco

Para realizar las perforaciones o rectificación de estas perforaciones, las entidades que rectifican piezas automotrices utilizan un taladro de banco. En promedio estas entidades utilizan un talador de banco con las siguientes características:

Tabla 85: Ficha Técnica Taladro de Banco

Taladro de Banco	
Potencia	1 W
Capacidad de Acero	5/8 “
Capacidad de Hierro Fundido	1 “
Recorrida del husillo	6 “
Tamaño de Base	8” x 25”
Profundidad	25”

3.9.2 Equipo principal de fabricación digital

Como podemos observar con anterioridad, los equipos tradiciones en su mayoría tiene su versión adaptada para ser parte de la fabricación digital, por lo cual mencionaremos las especificaciones del equipo con el cual se puede ir incorporando la fabricación digital en la elaboración de partes y repuestos de automóviles.

3.9.2.1 Torno CNC

El torno como el siguiente equipo, han sufrido una adaptabilidad completa a la industria perteneciente a la fabricación digital, ofreciendo grandes alternativas tanto para la industria en general como en la industria automotriz.

El torno CNC con el que se puede sustituir el torno convencional promedio utilizado en el sector automotriz posee las siguientes características:

Tabla 86: Ficha técnica Torno CNC

Torno CNC	
Carrera Longitudinal Eje Z	810 mm
Carrera Longitudinal Eje X	210 mm
Gama de Velocidades	150 – 3200 rpm
Volteo sobre bancada	460 mm
Volteo sobre carro transversal	230 mm
Altura de Centro	230 mm

3.9.2.2 Fresadora CNC

Las fresadoras como en el caso de los tornos, se han adaptado a la fabricación digital en gran manera incluso mayor que en el caso del anterior equipo, dado que acá encontramos fresadoras con más de 2 ejes.

La fresadora CNC que es una buena alternativa para incursionar en la fabricación digital en el sector automotriz debe poseer 3 ejes y las siguientes características:

Tabla 87: Ficha Técnica de Fresadora CNC

Mesa de trabajo	
Superficie	1340 x 400 mm.
No. de ranuras y medidas	3 - 16 x 64 mm.
Carga máxima admisible sobre la mesa	1000 Kg.
Carreras y distancias	
Carrera longitudinal eje X	1000 mm.
Carrera transversal eje Y	500 mm.
Carrera vertical eje Z	530 mm.
Distancia de nariz de husillo a mesa	90 - 630 mm.
Distancia de husillo a columna	460 mm.
Cabezal	
Cono agujero husillo:	BT-40
Sistema de fijación de herramienta:	Neumático
Gama de velocidades	1 / 6000 rpm.
Nariz de husillo	70

Tornillo a bolas y avances	
Diámetro de tornillos X, Z	32 mm.
Avances rápidos X, Y	18000 mm/min
Avances rápidos Z	10000 mm/min
Avances de trabajo X, Y, Z	5000 mm/min
Potencia	
Motor principal (continuo/30 minutos)	15 HP
Servomotores X, Y, Z	14.8 Nm
Motor de bomba refrigerante	0.25 HP
Peso y dimensiones	
Área ocupada	2060 x 1860 x 2120 mm.
Peso	2900 Kg.

3.9.2.3 Cortadora Laser

Este equipo es el sustituto a los utilizados en los procesos ya sea de corte como de troquelado, dado que esta tiene la flexibilidad de cortar tanto áreas rectangulares como patrones de diferente geometría.

Una cortadora ideal para la incorporación en el sector automotriz, posee las siguientes características técnicas:

Tabla 88: Ficha técnica Cortadora

Cortadora Laser	
Tamaño máximo de corte	3000 mm x 1500 mm
Precisión de posicionamiento	+/- 0.002”
Potencia	4000 watts
Profundidad de corte en Acero al Carbón	15. 87 mm
Profundidad de corte en Acero Inoxidable	12. 7 mm
Profundidad de corte en Aluminio	9.5 mm

3.10 Sistema de costeo

Existen sistemas de costeo los cuales han sido utilizados tradicionalmente como los sistemas por órdenes específicas y por procesos, sistemas históricos y predeterminados, sistemas variable y absorbente; éstos pueden ser combinados, rediseñados, complementados y/o adaptados a las necesidades y características específicas de cada organización.

A continuación, se exponen breves conceptos de los mencionados sistemas.

- **Los sistemas por órdenes específicas.** son aquellos en los que se acumulan los costos de la producción de acuerdo a las especificaciones del cliente. De manera que los costos que demandan cada orden de trabajo se van acumulando para cada trabajo (Sinisterra, 1997), siendo el objeto de costos un grupo o lote de productos homogéneos o iguales, con las características que el cliente desea.
- **Los sistemas por proceso.** son aquellos donde los costos de producción se acumulan en las distintas fases del proceso productivo, durante un lapso de tiempo. En cada fase se debe elaborar un informe de costos de producción, en el cual se reportan todos los costos incurridos durante un lapso de tiempo; los costos de producción serán traspasados de una fase a otra, junto con las unidades físicas del producto y el costo total de producción se halla al finalizar el proceso productivo – última fase -, por efecto acumulativo secuencial.
- **Los sistemas de costeo históricos.** son los que acumulan costos de producción reales, es decir, costos pasados o incurridos; lo cual puede realizarse en cada una las órdenes de trabajo o en cada una de las fases del proceso productivo.
- **Los sistemas de costeo predeterminados.** funcionan a partir de costos calculados con anterioridad al proceso de fabricación, para ser comparados con los costos reales a fin de verificar si lo incorporado a producción es utilizado con eficiencia en determinado nivel productivo, y tomar medidas correctivas (Neuner, 1998).
- **Los sistemas de costeo absorbente.** son los que consideran y acumulan todos los costos de producción, tanto costos fijos (1) como costos variables (2), éstos son considerados como parte del valor de los productos elaborados, bajo la premisa que todos los costos son necesarios para fabricar un producto (Backer, 1997).
- **Los Sistemas de Costeo Variables.** son los que considera y acumula sólo los costos variables como parte de los costos de los productos elaborados, por cuanto los costos fijos sólo representan la capacidad para producir y vender independientemente que se fabrique (Backer, 1997).

Cuando las empresas se proponen a mejorar constantemente, en cuanto a productividad, reducción de costos y fabricación de bienes y servicios más atractivos y con ciclos de vida más cortos, los sistemas de costeo tradicionales se tornan obsoletos dado que los mismos se limitan a determinar correctamente el costo de los productos, para valorar inventarios, costear productos vendidos y calcular utilidades. Por ello se han desarrollado, en las últimas décadas, varios sistemas de costeo, como el costeo basado en actividades, sistemas de costos de calidad, costeo por objetivos, costeo kaizen, y el costeo backflus, los cuales acumulan los costos de tal manera que facilitan la adopción de medidas o acciones encaminados a la mejora continua y a la reducción de costos.

- **El sistema de costeo basado en actividades (ABC).** Este sistema parte de la diferencia entre costos directos y costos indirectos, relacionando los últimos con las

actividades que se realizan en la empresa. Las actividades se plantean de tal forma que los costos indirectos aparecen como directos a las actividades, desde donde se les traslada a los productos (objeto de costos), según la cantidad de actividades consumidas por cada objeto de costos. De esta manera, el costo final está conformado por los costos directos y por los costos asociados a ciertas actividades, consideradas como las que añaden valor a los productos (Sáez, 1997).

- **Los sistemas de costos de calidad.** son los que cuantifican financieramente los costos de calidad de la organización agrupados en costos de cumplimiento y de no cumplimiento, para facilitar a la gerencia la selección de niveles de calidad que minimicen los costos de la misma (Shank, 1998). El costeo por objetivo es una técnica que parte de un precio meta y de un nivel de utilidad planeada, que determinan los costos en que debe incurrir la empresa por ofrecer dicho producto, costo meta (Costo meta = Precio meta – Utilidad deseada). De esta manera se intenta ofrecer un producto de calidad -satisfacción de las necesidades del cliente- y además ofrecer un precio que le asegure la demanda.
- **El costeo Kaizen.** es una técnica que plantea actividades para el mejoramiento de las actividades y la reducción de costos, incluyendo cambios en la forma en la cual la empresa manufactura sus productos, esto lo hace mediante la proyección de costos a partir de las mejoras propuestas, las cuales deben ser alcanzadas tal como un control presupuestal (Gayle, 1999).
- **El sistema de costeo backflus.** es un sistema de contabilidad de costos condensado en el que no se registran los costos de producción incurridos a medida que la misma se traslada de una fase a otra, sino que los costos incurridos en los productos se registran cuando los mismos estén finalizados y/o vendidos (Gayle, 1999).

Elementos del costo de servicios.

- **Costos directos:** Los que pueden identificarse específicamente en la unidad.
- **Costos indirectos:** No puede identificarse en la unidad.
- **Costos operacionales:** Los costos en que incurre un sistema ya instalado o adquirido durante su vida útil, con objeto de realizar los procesos de producción, se denominan costos de operación, e incluyen los necesarios para el mantenimiento del sistema.

Dentro de los costos de operación más importantes tenemos los siguientes:

a) **Gastos técnicos y administrativos.** Son aquellos que representan la estructura ejecutiva, técnica y administrativa de una empresa, tales como, jefes de compras, almacenistas, mecánicos, veladores, dibujantes, ayudantes, mozos de limpieza y envíos, etc.
b) **Alquileres y/o depreciaciones.** Son aquellos gastos por conceptos de bienes muebles e inmuebles, así como servicios necesarios para el buen desempeño de las funciones ejecutivas, técnicas y administrativas de una empresa, tales como: rentas de oficinas y almacenes, servicios de teléfonos, etc.
c) **Obligaciones y seguros.** Son aquellos gastos obligatorios para la operación de la empresa y convenientes para la dilución de riesgos a través de seguros que impidan una súbita descapitalización por siniestros. Entre estos podemos enumerar: inscripción a la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, registro ante la Secretaría del Patrimonio Nacional, Seguros de Vida, etc.

d) **Materiales de consumo.** Son aquellos gastos en artículos de consumo, necesarios para el funcionamiento de la empresa, tales como: combustibles y lubricantes de automóviles y camionetas al servicio de las oficinas de la planta, gastos de papelería impresa, artículos de oficina, etc.

e) **Capacitación y Promoción.** Todo colaborador tiene el derecho de capacitarse y pensamos que en tanto éste lo haga, en esa misma medida, o mayor aún, la empresa mejorará su productividad. Entre los gastos de capacitación y promoción podemos mencionar: cursos a obreros y empleados, gastos de actividades deportivas, de celebraciones de oficinas, etc.

f) Determinación de los costos en empresas de servicios

La determinación de los costos en las empresas de servicios es más compleja y diversa, ya que los procedimientos de cálculo dependen del tipo de actividad, y son diversos los servicios. Por ejemplo, el proceso de determinar el costo en una empresa de seguros es diferente de una empresa de transporte, banco o servicio profesional. Es decir, para determinar los costos de servicios, es necesario tomar en consideración las características propias de cada institución, aunque en términos generales, las empresas de servicios se caracterizan por lo siguiente:

- Los servicios producidos no pueden ser inventariados para venderlos en el futuro, de manera que los sistemas de contabilidad de gestión de la mayoría de las organizaciones de servicios no tienen que preocuparse de elaborar periódicamente informes de valoración de inventarios, como lo hacen las empresas manufactureras.
- Las normas tradicionales de elaboración de informes financieros limitan, de alguna manera, la estructura de los informes de costos en las organizaciones de servicios, por lo que éstas deben establecer sus propios modelos de informe.
- La producción es difícil de medir, ya que las unidades de medidas de los servicios son menos obvias que las empresas de fabricación, debiendo valerse de unidades mixtas, tales como metros cúbicos, kilómetros cuadrados, días.
- Los costos indirectos de fabricación de las empresas que fabrican productos equivalen a los costos indirectos de producir servicios, en las empresas de servicios

Sistema de costos para empresas de servicios

Las empresas de servicios utilizan los sistemas tradicionales: por órdenes de trabajo y por procesos, dependiendo de "como" se acumulan los costos.

Los más utilizados son:

- **El sistema de costos por órdenes de trabajo** consiste en la generación de bienes o servicios heterogéneos, efectuados a la medida del cliente; en ese sentido, los costos se acumulan por cada pedido u orden de los clientes, existiendo una identificación de cada orden de trabajo.
- **El sistema de costos por procesos.** permite que se acumulen los costos de producción por departamento o centro de costos, y es aplicable para los prestadores de servicios homogéneos, de naturaleza continua e ininterrumpida, en donde es difícil diferenciar una unidad de servicio de las demás. Dentro de las actividades que pueden aplicar este tipo de costos se encuentran las empresas de servicios públicos.

Gran parte de estas empresas aplican sistemas más modernos como **Costos Basados en las Actividades (CBA),** debido a sus características.

3.10.1 Conceptualización de los sistemas de costos.

Para hacer una selección adecuada del sistema que mejor se adapte a las necesidades en nuestro trabajo de grado, se realizará un análisis comparativo. Entre las opciones de los sistemas que más se asemejan a la producción de autopartes, se encuentran:

- Sistema de costos por órdenes de trabajo
- Sistemas de costos por procesos
- Sistema de costeo ABC.

A continuación, se definirá y caracterizará cada uno de ellos para posteriormente realizar su selección.

Sistema de costeo por órdenes de trabajo.

Definición.

El sistema de costos por órdenes de trabajo consiste en la generación de bienes o servicios heterogéneos, efectuados a la medida del cliente; en ese sentido, los costos se acumulan por cada pedido u orden de los clientes, existiendo una identificación de cada orden de trabajo.

Las empresas que normalmente utilizan el sistema de costeo por órdenes de trabajo son: constructoras, productoras de videos publicitarios, mueblerías, imprentas, cartoneras, plásticos, maquila, zapatería, hoteles, talleres mecánicos, restaurantes (no de comida rápida), clínicas, escritorios jurídicos, etc.

Características del sistema por órdenes de trabajo.

- Se emplea en producciones heterogéneas a partir de un proceso donde no ocurren siempre las mismas operaciones tecnológicas, realizándose según las características específicas de la producción o servicio de que se trate.
- La producción se organiza por pedidos, órdenes.
- Los costos de los materiales directo, mano de obra directa y costos fijos de fabricación se registran en cada orden de trabajo y por los centros de costos productivos que intervienen.
- Los productos que se fabrican son identificables en todo momento como pertenecientes a una orden de trabajo o de producción específica.
- El costo unitario no se determina hasta que no se concluye la fabricación completa de la orden.
- Se conoce el destinatario de los bienes o servicios antes de comenzar la producción.
- La unidad de costeo es la orden.
- Permite conocer con facilidad el resultado económico de cada trabajo.

Ventajas.

- Proporciona en detalle el costo de producción de cada orden.
- Se calcula fácilmente el valor de la producción en proceso, representada por aquellas órdenes abiertas al final de un periodo determinado.
- Se podría establecer la utilidad bruta en cada orden o pedido.

Desventajas.

- Su costo administrativo es alto, debido a la forma detallada de obtener los costos.
- Existe cierta dificultad cuando no se ha terminado la orden de producción y se tienen que hacer entregas parciales, debido a que el costo de la orden se obtiene hasta el final del periodo de producción.
- No se pueden disponer de costos unitarios hasta que no se termine el lote o la orden completa

Diseño del sistema de costos por órdenes de fabricación.

Los elementos del costo de un producto son: mano de obra, materiales y CIF. Esto se muestra mejor en la siguiente ilustración.

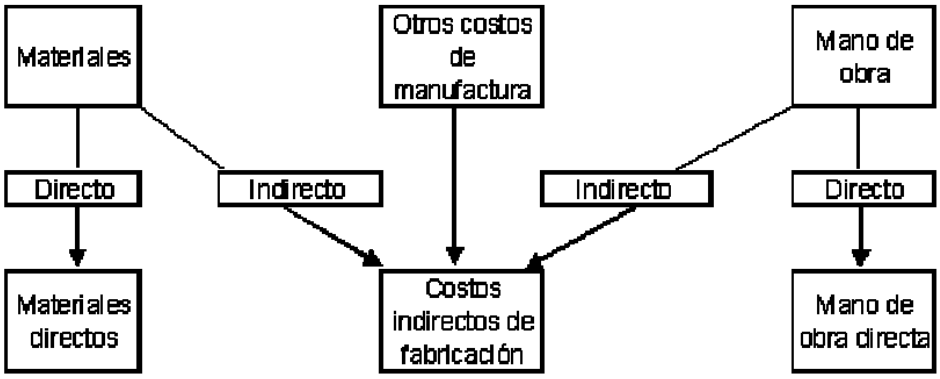


Ilustración 50: Elementos del costeo de un producto

Algunos pasos generales para poder diseñar un costeo por órdenes son los siguientes:

1. Identifique el objeto de costos
2. Identifique los costos directos del trabajo
3. Seleccione las bases de distribución
4. Identifique los costos indirectos
5. Calcule el “rate” por unidad
6. Calcule los costos indirectos
7. Calcule el costo total del trabajo

3.10.1.1 Sistemas de costeo por procesos.

Definición.

El sistema de costos por procesos permite que se acumulen los costos de producción por departamento o centro de costos, y es aplicable para los prestadores de servicios homogéneos, de naturaleza continua e ininterrumpida, en donde es difícil diferenciar una unidad de servicio de las demás. Dentro de las actividades que pueden aplicar este tipo de costos se encuentran las empresas de servicios públicos.

Otra forma de definirlo es como aquel mediante el cual los costos de producción se cargan a los procesos, a los sistemas acumulados de los costos de producción, por departamento

o por centro de costo. Algunas empresas que utilizan este tipo de sistema son: salas de cine, bancos, educativos,

Características principales del sistema de costos por procesos.

El sistema de costos por procesos es muy diferente a los demás sistemas de costos, tiene sus propias peculiaridades. Algunas de ellas son:

- En la empresa existirán tanto departamentos productivos como procesos que sean necesarios para terminar el producto que se está fabricando.
- El sistema de costos por procesos es continuo. Esto significa que los diferentes departamentos estarán operando, aunque no exista pedidos de clientes, de por medio.
- El proceso de producción en el sistema de costos, es cíclico. Es decir, una etapa se presenta detrás de otra. Un producto pasa de departamento en departamento hasta llegar a su etapa final.

El costo unitario del producto se calcula para un determinado período de tiempo. Éste puede ser: semanal, mensual, semestral, anual, etc.

Ventajas

- Producción continua.
- Fabricación estandarizada.
- Costos promediados por centros de operaciones.
- Procesamiento más económico administrativamente.
- Costos estandarizados.

Desventajas

- Condiciones de producción rígidas.
- Control más global.
- Imposible identificar los elementos del costo directo en cada unidad terminada.
- Hay que cuantificar la producción en proceso al final del período y calcular la producción equivalente.

Implementación de un sistema de costos por procesos.

Para implementar un sistema de costos por procesos, se requiere seguir, de manera general y a manera de ejemplo, las siguientes etapas:

- Actividades iniciales. Identificar unidades de servicios a la producción. Asignar responsabilidades y delimitar funciones de los centros productivos.
- Actividades operacionales. Definir el programa de producción, tales como: el producto a fabricar, cantidades requeridas de productos, tiempo y plazo, etc.
- Actividades durante el período. Llevar control y registro de unidades producidas, informar el porcentaje de avance de las unidades, obtener información relevante sobre la producción.
- Actividad al final del período. Evaluar los costos, obtener conclusiones y recomendar acciones.

3.10.1.2 Sistemas de costeo ABC.

Definición.

"El sistema ABC de costeo ha venido a cobrar relevancia dentro del ámbito empresarial desde el final de la década de 1980, considerándose como sus iniciadores a Tomas Johnson y Robert Kaplan (1987), tiempo durante el cual muchas compañías a nivel mundial comenzaron a implementarlo".

El modelo de costos basado en la actividad, más conocido como ABC (Activity Based Costing), es un modelo contable que presenta como característica fundamental la de tomar como punto de referencia en cuanto a la conducción de los costos las diferentes actividades que se llevan a cabo en el seno de la organización, en lugar de la estructura de centros, secciones o departamentos que ella pudiera tener implantada en su actividad productiva (Amat y Soldevilla, 1997).

Así, las actividades pasan a ser un concepto clave en este modelo, tal como lo indica su propio nombre, por lo que la aplicación del ABC en cualquier organización requiere conocer detalladamente las actividades que la misma desarrolla y clasificarlas adecuadamente.

Asimismo, y tal como lo plantea Sáez Torrecilla (1993), el núcleo innovador del ABC se basa en las siguientes ideas:

- Las actividades consumen recursos o factores productivos, y los costos no son más que la expresión cuantificada en términos monetarios de esos recursos o factores productivos consumidos por las actividades.
- Los productos no consumen costos, sino que los productos consumen actividades. Los costos de las actividades se trasladan a los productos de acuerdo con los inductores de costos.

Es decir, en el esquema básico de funcionamiento del ABC se asignan primero las diferentes clases de costos a las actividades definidas en el ámbito de la organización, y luego se trasladan los costos de las actividades a los productos a través de los llamados inductores o generadores de costos.

Así, el ABC evita repartir costos entre los productos usando como único criterio de asignación el volumen de producción u otros criterios relacionados con él, como lo hace el costeo tradicional. En lugar de ello, el ABC busca los criterios de asignación que permiten imputar los costos de las actividades a los productos de la forma menos incierta posible y atendiendo a las causas que originan el consumo de las actividades por parte de los productos, siendo tales criterios los conocidos, en la mayoría de la literatura, como inductores, generadores o causantes de los costos.

En efecto, tal como señalan García y Fregona (2003), en el ABC "los factores generadores de costos (…) representan en forma más adecuada y cercana a la realidad la generación de dichos costos, dentro de cada actividad reconocida". En igual sentido, Sáez Torrecilla (1993) expresa que con los generadores de costos:

… el grado de precisión que se logra en los procesos de asignación es bastante mayor que los realizados con las unidades de obra (…) debido a que los generadores de costes son

capaces de establecer relaciones causales más exactas entre productos y consumos de actividades que las que las unidades de obras utilizan para relacionar los costes indirectos con los productos. De esta forma, el ABC logra mejorar la precisión en el cálculo de los costos y en la valoración del producto, pero a la vez, brinda amplias posibilidades para el control de aquellos.

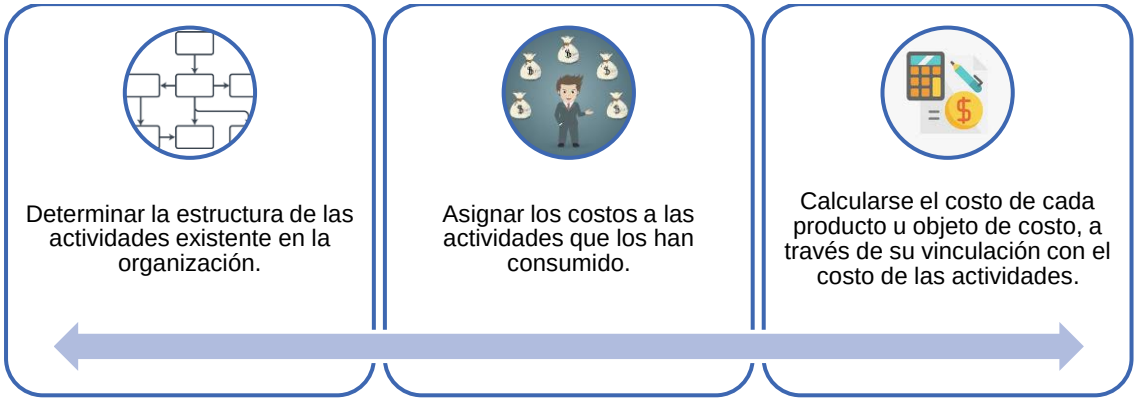
En este sentido, Caldera et al (2007) indican que “el sistema ABC puede ser utilizado para asignar de una forma más objetiva y precisa los costos”, Hansen y Mowen (1996) señalan que “el método ABC da mayor exactitud en el costeo de productos” y Medina y Medina Galván (2005) apoyan esta idea señalando que el ABC “brinda precisión en la determinación de los costos de los productos o servicios”, constituyendo “una herramienta útil para gerenciar los costos”. Y hasta Yardin (2003), al exponer tanto los aciertos y como los desaciertos del ABC, reconoce que se “trata de una propuesta para la distribución más criteriosa de los costos indirectos”.

Puede decirse, entonces, que los conceptos fundamentales del ABC son: los recursos, las actividades y los productos o, en términos más generales, los objetos de costos. Los recursos “son los costos o gastos que se acumulan en un período para la fabricación de los productos o la prestación de los servicios” (Medina y Medina Galván, 2005). Las actividades involucran la realización de una acción o un conjunto de actuaciones o de tareas que tienen como objetivo la aplicación de un valor añadido a un objeto o permitir añadir ese valor (Castelló Taliani, 1992). Y los objetos de costo pueden ser “cualquier entidad para la cual se desea una medición separada de costos” (Medina y Medina Galván, 2005).

Algunos tipos de empresas de servicios que utilizan este sistema son: instituciones financieras, hospitales, de telefonía, educativas, etc.

3.10.1.2.1 Metodología de aplicación del costeo ABC.

De esta manera, la metodología para la aplicación del costeo basado en la actividad puede sistematizarse en tres grandes fases:



Recursos.

Estos se definen como todo aquello de lo que dispone una organización para poder llevar acabo sus actividades. Los recursos pueden dividirse en

- Humanos: Compuesto principalmente por el personal, que constituye la mano de obra de un negocio, aquí está incluido tanto la mano de obra directa (obreros) como indirecta (administrativos, personal ajeno a la producción).
- Materiales: Conformado por suministros, herramientas, materiales directos e indirectos en general. Equipos: Compuesto por maquinarias y equipos tecnológicos.
- Instalaciones: Conformado por edificaciones, almacenes
- Servicios: Básicamente conformado por los servicios básicos de luz, agua, teléfono, internet (Bellido, 2003).

Los recursos se pueden visualizar en la contabilidad financiera en la cuenta de gastos. Hay que señalar que los recursos que figuran en estas cuentas están mezclados entre directos e indirectos, cuando se separan unos de otros se obtienen dos grandes grupos, los que crean valor para el cliente, es decir, ayudan a que la organización brinde un producto o servicio que el cliente necesita y en la forma esperada, estos reciben el nombre de “Pool de Recursos”; Y aquellos que no generan valor para el cliente, que serán reconocidos como gastos del ejercicio. (Lozada, 2001).

Delimitación conceptual de las actividades.

“La diferencia básica entre los sistemas tradicionales de asignación de costos y los sistemas ABC, consiste en que estos se centran en la acumulación de costos en actividades clave en tanto que la asignación tradicional de costos se centra en la acumulación de costos en unidades de la organización como los departamentos”.

Las operaciones acometidas en una entidad son llevadas a cabo mediante la intervención de una serie de actuaciones o tareas. Debido al elevado número de tareas que deben ser ejecutadas, éstas suelen ser agregadas en actividades homogéneas.

En este sentido, la actividad se emplea como instrumento de medición del costo y de seguimiento de las actuaciones. Por tanto, una actividad se puede definir como: un conjunto de actuaciones o de tareas que tienen por objetivo la obtención de un output — producto o servicio—, mediante el consumo de una serie de factores o inputs, que son consecuencia tanto de la concepción de las tareas como de la frecuencia con que éstas deben ser acometidas.

Una actividad puede abarcar desde una tarea concreta hasta una secuencia de tareas.

Cuando se implementa el sistema de costeo ABC es fundamental diferenciar el tipo de actividad. Las actividades pueden ser de dos tipos y se basan en la cadena de valor de Michael Porter, la cual desarrollaremos con mayor detalle más adelante

- Actividades de Valor “Primarias o básicas “: Estas actividades son las que se encargan del proceso de transformación y conversión de los recursos en valor agregado para el cliente.
- Actividades indirectas de apoyo “Secundarias”: Son actividades que no resultan indispensables para producir un determinado bien o servicio y que el cliente no percibe

como un valor agregado, sin embargo, proporcionan soporte a las actividades primarias para su correcto desempeño.

Inductores del costo.

Son factores de unión que expresan la forma en la que un recurso es consumido para dar paso a una actividad, así como la manera en la que una actividad es empleada para dar paso a la creación de un determinado producto, servicio, proceso, etc. Los inductores de costo suelen expresarse en términos de tasas como por ejemplo horas/maquina, watts/hora, entre otros. No obstante, pueden ser también más simples y expresarse en términos de valores o porcentajes.

Los inductores de costo son de suma importancia en el sistema de costeo ABC ya que determinan la forma en la que se distribuirán los costos de los recursos en las actividades, y el costo de estas en los objetivos de costeo de la organización (productos, servicios, entre otros) (Lozada, 2001).

Objetos de costo.

Son en palabras de Hicks (2001) "(…) Un elemento o ítem final para el cual se desea acumulación de costos". En otras palabras, es simplemente algo que deseo costear. Los objetos de costo pueden ser de lo más diverso y depende de los objetivos de la gerencia, pueden ser productos, servicios, procesos, instalaciones, fábricas, departamentos, etc.

A continuación, se presenta en la ilustración el resumen de la metodología del sistema de costeo ABC:

Ilustración 51 Proceso de costeo ABC

Beneficios.

- Reconocimiento de la importancia de los CIF.

  El Sistema de Costeo ABC reconoce la importancia e impacto de los costos indirectos de

  fabricación en el costo final del producto o servicio. Los CIF son asignados a las actividades que las consumen en un análisis previo de causa-efecto para determinar sus inductores de costo. Los sistemas tradicionales subestiman la importancia de los

CIF asignándolos de manera arbitraria o convirtiéndolos en un porcentaje del volumen de producción.

- Herramienta de Gestión.

  El Sistema de Costeo ABC tiene como principal objetivo ser una herramienta de gestión efectiva para la toma de decisiones gerenciales, a través de la asignación de recursos y el costo detallado de las actividades se pueden identificar ventajas competitivas y debilidades. Por el contrario, los sistemas de costeo tradicionales no ofrecen la información necesaria ni precisa de las operaciones de la empresa.

  La evolución de la contabilidad de gestión es un proceso continuo, que ha mostrado varias

  formas de calcular costos y gestionar empresas, una de estas metodologías es la herramienta del ABC y la gestión mediante el ABC (también llamado ABM), los cuales no solamente permiten reflejar el costo real del objeto de costo sino también nos ayuda a entender el proceso mediante el cual los recursos son consumidos por las actividades y partir de ahí tomar decisiones buscando la eficiencia de estas.

- Flexibilidad de Costeo.

  El sistema de Costeo ABC permite conocer el costo de diferentes objetos de costo, esto se da ya que las actividades tienen la capacidad de orientarse a través de inductores de costo. Se pueden 18 costear procesos, áreas funcionales, plantas, clientes, etc. Los sistemas tradicionales son rígidos y solo costean productos y servicios finales (Bellido, 2003).

Desventajas

El Sistema de Costeo ABC al igual que cualquier modelo de costos no está exento de tener desventajas, entre ellas tenemos las siguientes:

- Costo de implementación alto.

  Implementar el sistema de costeo ABC implica, en primera instancia, un desembolso de dinero fuerte ya que se requiere de un equipo dedicado exclusivamente a este tema. Posteriormente, la empresa tendrá que asumir el costo de adaptar el sistema de información actual a la metodología del sistema de costeo ABC o desarrollar un sistema de información independiente del sistema de información contable íntegramente encargado de automatizar el proceso de costeo ABC, este es quizá el punto más débil de este sistema de costeo ya que adaptar o desarrollar un sistema de información adicional es realmente costoso, más aún ,si la empresa es muy compleja y grande a nivel de procesos y estructura organizativa, los directivos no encuentran atractivo desembolsar tanto dinero en un nuevo sistema de información si pueden centralizar todo en otro.
- Dificultad para actualizar el modelo.

  Debido a que los mercados están en constante cambio, nuevos canales de distribución, clientes y procesos son creados en las empresas. Esto resulta realmente tedioso para una empresa que ha implementado el sistema de Costeo ABC ya que significa modificar constantemente el proceso de costeo ABC ya establecido en el sistema de información que posee la empresa para adaptarlo al nuevo entorno. Esta tarea requiere de un área

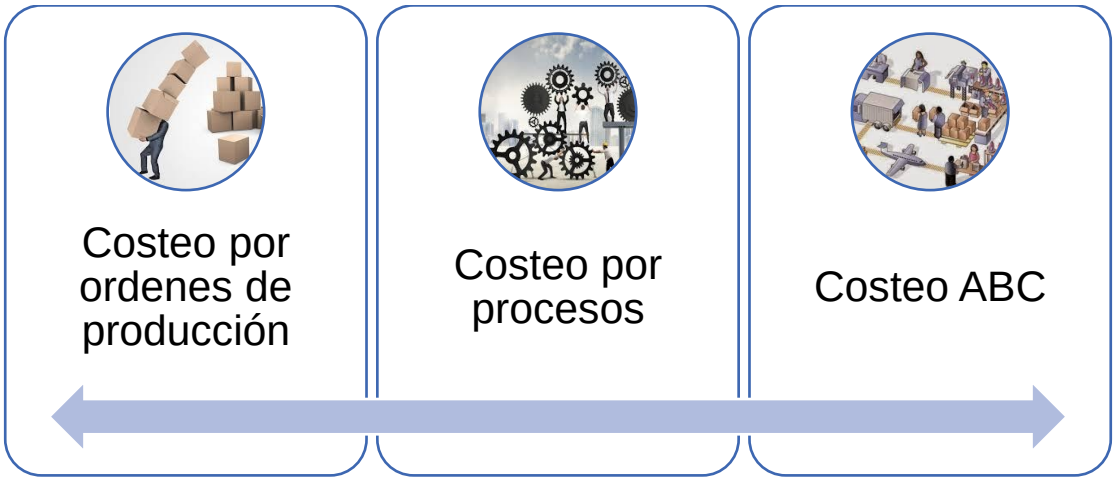
dedicada exclusivamente a monitorear, adaptar y mejorar constantemente el sistema. Si la empresa posee un área de Tecnología de Información no será un problema, mas no será el caso de pequeñas o medianas empresas, que no poseen muchos recursos en esta área o que simplemente no la poseen como parte de su estructura organizativa.

- Asignación subjetiva de Inductores de Costo.

  La asignación de los inductores de costo es la parte medular del sistema de costeo ABC. En este sentido, al momento de implementar el sistema se puede caer en el error de colocar inductores que no reflejen la relación de causa- efecto entre los componentes. Es por este motivo que es necesario conocer a detalle el negocio a través de constantes entrevistas y preguntas a los encargados de realizar las actividades asimismo es importante interiorizar la cadena de valor de la organización y su ventaja competitiva en el mercado en el que se desenvuelve. Si se colocan inductores de costo que no cumplen realmente con el principio causa-efecto no se podrá usar en todo su potencial el sistema de costeo ABC (Kaplan & Anderson, 2004). A pesar de las desventajas que posee este sistema de costeo no se puede negar que el Sistema de costeo ABC es en la actualidad el sistema más completo, preciso y sobre todo único en su tipo ya que no solo es un sistema de costeo sino y, más importante aún, una herramienta de gestión.

3.10.2 Análisis comparativo de los sistemas de costos.

Sistema de costeos con capacidad para ser aplicados en empresas manufactureras de partes y repuestos automovilísticos son:



Criterios de selección.

Los criterios para seleccionar los sistemas de costos son:

1. Necesidad de información de la producción
2. Nivel de estandarización requerido
3. Capacidad de adaptación a cualquier empresa
4. Flexibilidad del sistema de costeo a cambios
5. Nivel de detalle y precisión del costeo
6. Exigencias de implementación del costeo (trabajo previo)
7. Manejo técnico y de ejecución del sistema de costeo requerido por la empresa

3.10.2.1 Análisis de alternativas.

3.10.2.1.1 Costeo Por Órdenes de Producción.

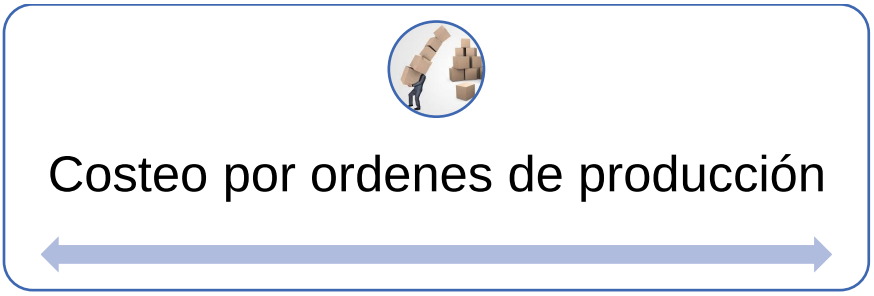


Tabla 89: Evaluación del Costeo por Ordenes.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Necesidad de información de la producción				
Nivel de estandarización requerido				
Capacidad de adaptación a cualquier empresa				
Flexibilidad del sistema de costeo a cambios				
Nivel de detalle y precisión del costeo				
Exigencias de implementación del costeo (trabajo previo)				
Manejo técnico y de ejecución del sistema de costeo requerido por la empresa				

Detalle y aplicabilidad para empresas manufactureras de partes y repuestos automovilísticos:

Aunque el sistema por orden de pedido se ajusta a talleres es un proceso de costeo en el cual se necesita toda la información de costos y tiempos de ejecución de manera activa para poder conocer el costo del producto hasta que éste sea finalizado pues su proceso puede ser variable, su adaptación general a cualquier empresa es discutible debido a la demanda de producción ya que el seguimiento para una cantidad considerable de productos con variaciones (por flexibilidad del proceso) causaría del seguimiento de costos una labor titánica y de poca utilidad en empresas de gran capacidad de producción. Por lo tanto, no es recomendable su utilización generalizada.

3.10.2.1.2 Costeo Por Procesos.

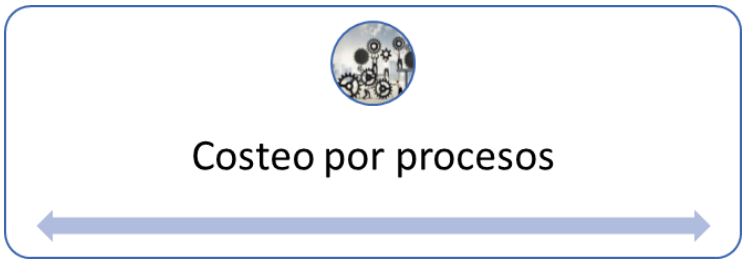


Tabla 90: Evaluación del Costeo Por Procesos.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Necesidad de información de la producción				
Nivel de estandarización requerido				
Capacidad de adaptación a cualquier empresa				
Flexibilidad del sistema de costeo a cambios				
Nivel de detalle y precisión del costeo				
Exigencias de implementación del costeo (trabajo previo)				
Manejo técnico y de ejecución del sistema de costeo requerido por la empresa				

Detalle y aplicabilidad para empresas manufactureras de partes y repuestos automovilísticos:

El costeo por procesos tiene la capacidad de ser adaptado a cualquier tipo de empresa que brinde servicios o productos, puesto a que los recursos no son consumidos por los productos sino por los procesos, los cuales necesitan de estandarización para darle aproximación a un costo, tomando en cuenta que los productos fabricados aunque son diversos, muchos de ellos necesitan de procesos similares de los cuales su factor de flexibilidad son los tiempos de ejecución, dándole ventaja a este tipo de costeo cuando se tiene una alta demanda de productos ya que su trazabilidad se mide en los procesos en los que se ha involucrado y siendo el mismo producto el objeto de costo ya que en el que recae el costo de todos esos procesos. Por lo tanto, para generalizar la capacidad de ser utilizado en cualquier empresa, es recomendable utilizarlo.

3.10.2.1.3 Costeo ABC

Tabla 91: Evaluación del Costeo ABC.

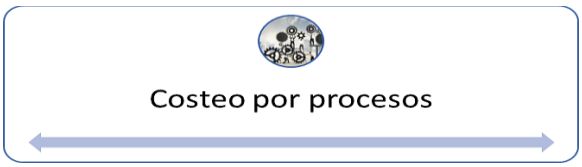
CRITERIO DE EVALUACIÓN	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Necesidad de información de la producción				
Nivel de estandarización requerido				
Capacidad de adaptación a cualquier empresa				
Flexibilidad del sistema de costeo a cambios				
Nivel de detalle y precisión del costeo				
Exigencias de implementación del costeo (trabajo previo)				
Manejo técnico y de ejecución del sistema de costeo requerido por la empresa				

Detalle y aplicabilidad para empresas manufactureras de partes y repuestos automovilísticos

El sistema de costeo ABC se caracteriza por ir de lo general a lo especifico tomando en cuenta cada detalle considerado como actividad dentro de un proceso por lo tanto su nivel de estandarización es exigente y riguroso pues requiere de la precisión debida para costear con la mayor exactitud posible un producto (objeto de costo), este tipo de proceso es muy utilizado cuando la demanda de productos es demasiado alta y considerada como producción en serie y masiva en paralelo, este tipo de costeo es sumamente rígido pues no flexibiliza cambios en un producto ya que si este requiere de un rediseño debe reestructurarse el sistema de costeo por actividades. Debido a estas consideraciones es casi incompatible con la fabricación digital puesto que con cada nuevo diseño necesita mucha labor la estandarización para cada actividad de cada producto ya que esto implicaría un costo de planificación incongruente con relación a la producción. Por lo tanto, no se considera adecuado.

3.10.2.2 Selección de alternativa.

Por lo tanto, para la aplicación de costeo se considera mejor opción el sistema de ***costeo por procesos*** debido a que proporciona mayores beneficios de aplicabilidad para empresas manufactureras de partes y repuestos automovilísticos.



3.11 Análisis de costos de fabricación mediante métodos de producción convencionales.

Para el siguiente análisis de costos, se tomó en cuenta los procesos de producción convencionales que actualmente, aun, se están utilizando para la fabricación de partes y repuestos para automóviles y la maquinaria utilizada mencionado con anterioridad.

Ese análisis conlleva un análisis detallado de las partes y piezas, de materia prima utilizada actualmente para su fabricación, mano de obra necesaria para la realización de procesos de fabricación de dichas partes y la maquinaria necesaria para el apoyo en la realización de los procesos de fabricación.

A continuación, se presentan las piezas estudiadas:

Tabla 92: Partes y Repuestos Fabricadas con Métodos Convencionales

SISTEMA	CARROCERIA	MOTOR	SUSPENSIÓN	TRANSMISION
Partes	Estribo	Cigüeñal	Ballesta de suspensión	Árbol de transmisión
	Partes de inyección	Culata	Barra de torsión	Disco de fricción
		Juntas	Brazo de suspensión	
		Válvulas		
		Muñones		

A partir de este listado de partes, que fueron seleccionadas después del estudio técnico anteriormente desarrollado, se procede a realizar el análisis de costos que nos permita determinar cuál o cuáles piezas son viables a seguir estudiando.

En la siguiente tabla se presenta un detalle de los tiempos necesarios para la realización de los procesos de fabricación de partes y repuestos de automóviles, estos tiempos van tomados en todas aquellas actividades que se desarrollan con maquinaria.

Tabla 93: Tiempo de Procesos por Autopartes

NECESIDAD EN TIEMPO (MINUTOS) DE PROCESOS POR AUTOPARTES											
PROCESOS	**ESTRIBO**	**PARTES DE INYECCIÓN**	**CIGÜEÑAL**	**CULATA**	**JUNTAS**	**VALVULAS**	**BALLESTA DE SUSPENSIÓN**	**BARRA DE TORSION**	**BRAZO DE SUSPENSIÓN**	**ARBOL DE TRANSMISION**	**DISCO DE FRICCION**
INYECTORA		10		30					**15**		
TORNO			285			81	30			55	25
FRESADORA		15	15	55	25		50		75	15	
HORNO O FORJA						15					
PUNZONADORA		20									
MAQUINA DE TEMPLADO POR INDUCCION							20				
CIERRA MANUAL	5					10	5	10			
DOBLADORA	15							5			
MAQUINA SOLDADURA	20							15			
TALADRO											25
HORNO DE FUNDICION			30	90					75		
HORNO SECADOR											
MOLDEADORA											20
PULIDORA					10						
CIZALLADORA					30						
TROQUELADORA					15						
EXTROSORA											
VULCANIZADORA											
MOTO-TOOL					10		25				
MOLINO INDUSTRIAL		20									
MAQUINA CON SISTEMA DE ELECTRO-CALENTAMIENTO POR INDUCCION						5					
FORJADORA						10					
INSPECCION	10			10		30	17	10	20	15	15
REVISIONES				105			20			5	
PROCESOS EXTRA		30		135	125	30	75				
TOTAL	**50**	**95**	**330**	**425**	**215**	**181**	**242**	**40**	**185**	**90**	**85**

En la tabla anterior se detallan los tiempos necesarios de fabricación por cada pieza, esto detallando el uso de maquinaria respectiva para cada proceso de fabricación.

A demás se agregaron los siguientes procesos en la tabla:

Inspecciones: Que son todos aquellos procesos que sirven para examinar y medir las características de un producto, así como los componentes y materiales de que está elaborado, todo ello utilizando instrumentos de medición, patrones de comparación o equipos de pruebas y ensayos.

Revisiones: Es aquel documento en el cual se llevará un registro de las revisiones efectuadas a los procesos/procedimientos. En él figurará: nombre del proceso/procedimiento, fecha de revisión, resultado de la revisión y nombre del responsable de Revisión.

Procesos extra: Son todos aquellos procesos necesarios que no se llevan a cabo con maquinaria pero que son importantes en proceso de producción de los productos, tales como:

- Eliminación de rebabas
- Lijado de piezas
- Embalado de las piezas para su empaque

3.11.1 Costos de mano de obra.

A continuación, se detalla la mano de obra necesaria para cada proceso de fabricación convencional de las partes y repuestos para automóviles seleccionadas anteriormente.

en las siguientes tablas se detallan la mano de obra directa y mano de obra indirecta, en esta se toma en cuenta mano de obra especializada para el uso de maquinaria computarizada:

Tabla 94: Costo de Mano de Obra por Maquinaria.

MANO DE OBRA DIRECTA NECESARIA			
PERSONAL	**TIEMPO DE LABOR**	**SALARIO**	**CONVERSION A $ MIN**
OPERARIO DE TORNO- FREZADORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE SOLDADURA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE CIZALLADORA/PULIDORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE HORNO	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO MAQUINA INYECTORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE HORNO O FORJA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE MAQUINA DE TEMPLADO POR INDUCCION	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE CIERRA MANUAL/PUNZONADORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE DOBLADORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO HORNO DE FUNDICION	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE MOLDEADORA/PULIDORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE CIZALLADORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE TROQUELADORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE VULCANIZADORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE MOTO-TOOL	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE MOLINO INDUSTRIAL	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE MEZCLADOR INDUSTRIAL	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
OPERARIO DE MAQUINA CON SISTEMA DE ELECTRO-CALENTAMIENTO POR INDUCCION	24 DIAS/MES	$ 400.00	$0.02
OPERARIO DE FORJADORA	24 DIAS/MES	$ 304.17	$0.01
TECNICO DE MAQUINARIA COMPUTARIZADA	24 DIAS/MES	$ 400.00	$0.02

Tabla 95: Mano de obra indirecta.

MANO DE OBRA INDIRECTA NECESARIA			
PERSONAL	**TIEMPO DE LABOR**	**SALARIO**	**CONVERSION A $ MIN**
SUPERVISOR DE PRODUCCIÓN	24 DIAS/MES	$600	$0.02
TECNICO DE MANTENIMIENTO MECANICO	24 DIAS/MES	$500	$0.02
TECNICO DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO	24 DIAS/MES	$500	$0.02

Estos datos son tomados de los pagos de salario mínimo estipulados en nuestro país y serán utilizados para determinar el costo de mano de obra por proceso para cada pieza fabricada con métodos convencionales.

En la siguiente tabla se detallará el costo de mano de obra por cada pieza, este detalle se realizó por proceso de fabricación y se enlisto todas aquellas maquinarias utilizadas en cada proceso de fabricación, así como los procesos de inspección, revisiones, etc.

Tabla 96: Costo de Mano de Obra por Proceso de Fabricación.

COSTOS DE MANO DE OBRA POR PROCESOS DE FABRICACION											
PROCESOS	**ESTRIBO**	**PARTES DE INYECCIÓN**	**CIGÜEÑAL**	**CULATA**	**JUNTAS**	**VALVULAS**	**BALLESTA DE SUSPENSIÓN**	**BARRA DE TORSION**	**BRAZO DE SUSPENSIÓN**	**ARBOL DE TRANSMISION**	**DISCO DE FRICCION**
INYECTORA	$0.00	$0.10	$0.00	$0.30	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.15	$0.00	$0.00
TORNO	$0.00	$0.00	$2.85	$0.00	$0.00	$0.81	$0.30	$0.00	$0.00	$0.55	$0.25
FRESADORA	$0.00	$0.15	$0.15	$0.55	$0.25	$0.00	$0.50	$0.00	$0.75	$0.15	$0.00
HORNO O FORJA	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.15	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
PUNZONADORA	$0.00	$0.20	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
MAQUINA DE TEMPLADO POR INDUCCION	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.20	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
CIERRA MANUAL	$0.05	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.10	$0.05	$0.10	$0.00	$0.00	$0.00
DOBLADORA	$0.15	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.05	$0.00	$0.00	$0.00
MAQUINA DE SOLDADURA	$0.20	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.15	$0.00	$0.00	$0.00
TALADRO	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.25
HORNO DE FUNDICION	$0.00	$0.00	$0.30	$0.90	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.75	$0.00	$0.00
MOLDEADORA	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.20
PULIDORA	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.10	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
CIZALLADORA	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.30	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
TROQUELADORA	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.15	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
MOTO-TOOL	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.10	$0.00	$0.25	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
MOLINO INDUSTRIAL	$0.00	$0.20	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
MAQUINA CON SISTEMA DE ELECTRO-CALENTAMIENTO POR INDUCCION	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.10	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
FORJADORA	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.10	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
INSPECCION	$0.20	$0.00	$0.00	$0.20	$0.00	$0.60	$0.34	$0.20	$0.40	$0.30	$0.30
REVISIONES	$0.00	$0.00	$0.00	$2.10	$0.00	$0.00	$0.40	$0.00	$0.00	$0.10	$0.00
PROCESOS EXTRA	$0.00	$0.60	$0.00	$2.70	$2.50	$0.60	$1.50	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
COSTOS TOTALES	**$0.60**	**$1.25**	**$3.30**	**$6.75**	**$3.40**	**$2.46**	**$3.54**	**$0.50**	**$2.05**	**$1.10**	**$1.00**

3.11.2 Costos de materia prima.

La materia prima son todos aquellos materiales que son transformados para crear piezas de fabricación digital; los costos de materia prima incluyen los materiales que forman parte de los productos terminados. El cálculo de dichos costos se realizó con base a los procesos de fabricación para las partes y repuestos seleccionados en la etapa anterior. Para la fabricación de las partes y repuestos seleccionados, se

determinaron el uso de las siguientes materias primas:

Tabla 97: Costo Materia Prima

MATERIA PRIMA Y REFERENCIAS DE COMPRA		
MATERIA PRIMA	**UNIDAD DE MEDIDA**	**PRECIO POR UNIDAD DE MEDIDA**
Carbocerámicos	kg	$ 6.00
Acero AISI 201	kg	$ 1.00
Fundición gris	kg	$ 1.30
Cromo	kg	$90.00
Acero dulce al carbono	kg	$1.90
Acero cromo – molibdeno – vanadio (Din 1663)	kg	$0.80
Acero 4130	kg	$11.00
Acero al silicio – manganesos 55C2	kg	$1.23
Aluminio	kg	$ 0.90

A continuación, se detallan los requerimientos de materia prima por cada parte o repuesto, en ella se detallan los materiales que se usan comúnmente en la elaboración de las partes estudiadas.

Tabla 98: Requerimientos de Materia Prima en KG.

REQUERIMIENTOS DE MATERIA PRIMA (kgs)											
MATERIA PRIMA	**ESTRIBO**	**PARTES DE INYECCIÓN**	**CIGÜEÑAL**	**CULATA**	**JUNTAS**	**VALVULAS**	**BALLESTA DE SUSPENSIÓN**	**BARRA DE TORSION**	**BRAZO DE SUSPENSIÓN**	**ARBOL DE TRANSMISION**	**DISCO DE FRICCION**
carboceramicos										30	5
acero AISI 201					0.5						
fundición gris				15							
cromo						0.07					
acero dulce al carbono			16								
acero cromo – molibdeno – vanadio (Din 1663							40				
acero 4130								5			
acero al silicio – manganesos 55C2									10		
aluminio	5										

Tabla 99: Costo de Materia Prima.

COSTOS DE MATERIA PRIMA										
MATERIA PRIMA	**ESTRIBO**	**CIGÜEÑAL**	**CULATA**	**JUNTAS**	**VALVULAS**	**BALLESTA DE SUSPENSIÓN**	**BARRA DE TORSION**	**BRAZO DE SUSPENSIÓN**	**ARBOL DE TRANSMISION**	**DISCO DE FRICCION**
carboceramicos									$ 180.00	$ 30.00
acero AISI 201				$0.50						
fundición gris			$9.50							
cromo					$6.30					
acero dulce al carbono		$30.40								
acero cromo – molibdeno – vanadio (Din 1663						$ 32.00				
acero 4130							$55			
acero al silicio – manganesos 55C2								$12.30		
aluminio	$4.50									
COSTOS DE MATERIA PRIMA	$4.50	$30.40	$19.50	$0.50	$6.30	$32.00	$55.00	$12.30	$180.00	$30.00

3.11.3 Detalle de maquinaria y equipo.

Para el cálculo de los costos de la maquinaria y equipo, se tomaron en cuenta aquellas maquinarias que comúnmente se utilizan en la industria automotriz, las cuales se describen a continuación:

A continuación, se detallan el costo de la maquinaria en función del gasto de la energía eléctrica, los datos de la tarifa de energía eléctrica fueron tomados de la tarifa actualizada de CAESS 2019.

Esto para tener una apreciación resiente de los que sería el costo del uso de la maquinaria y equipo en la fabricación de partes y repuestos para automóviles según tarifas en nuestro país.

Los costos de uso de la maquinaria y equipo se relacionaron con los tiempos de cada proceso de fabricación en los cuales se hace uso de estos.

Tabla 100: Requerimiento eléctrico de equipo

REQUERIMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA POR MAQUINARIA				
MAQUINARIA	**UNIDAD DE MEDIDA**	**CONSUMO DE ENERGIA**	**TARIFA ELECTRICA ($/KW) CAESS**	**COSTO MAQUINARIA POR HORA**
TORNO	KW/H	7.457	$0.14	$1.02
MAQUINA INYECTORA	KW/H	3.2	$0.14	$0.44
FRESADORA	KW/H	7.5	$0.14	$1.03
HORNO O FORJA	KW/H	75	$0.14	$10.28
PUNZONADORA	KW/H	5.7	$0.14	$0.78
MAQUINA DE TEMPLADO POR INDUCCION	KW/H	30	$0.14	$4.11
CIERRA MANUAL	KW/H	0.089	$0.14	$0.01
DOBLADORA	KW/H	7.5	$0.14	$1.03
MAQUINA DE SOLDADURA	KW/H	0.69	$0.14	$0.09
TALADRO	KW/H	0.32	$0.14	$0.04
HORNO DE FUNDICION	KW/H	56	$0.14	$7.67
HORNO SECADOR	KW/H	0.85	$0.14	$0.12
TALADRO DE BANCO	KW/H	0.75	$0.14	$0.10
PULIDORA	KW/H	2.7	$ 0.14	$0.37

REQUERIMIENTO DE ENERGIA ELECTRICA POR MAQUINARIA				
MAQUINARIA	UNIDAD DE MEDIDA	CONSUMO DE ENERGIA	TARIFA ELECTRICA ($/KW) CAESS	COSTO MAQUINARIA POR HORA
CIZALLADORA	KW/H	2.8	$0.14	$0.38
TROQUELADORA	KW/H	3.4	$ 0.14	$0.47
EXTROSORA	KW/H	18.5	$0.14	$2.53
VULCANIZADORA	KW/H	2.1	$0.14	$0.29
MOTO-TOOL	KW/H	1.3	$0.14	$0.18
MOLINO INDUSTRIAL	KW/H	2.6	$0.14	$0.36
MEZCLADOR INDUSTRIAL	KW/H	7	$0.14	$0.96
LIJADORA	KW/H	0.24	$0.14	$0.03
MAQUINA CON SISTEMA DE ELECTRO-CALENTAMIENTO POR INDUCCION	KW/H	2.6	$0.14	$0.36
FORJADORA	KW/H	0.6	$0.14	$0.08

Tabla 101: Costo del Uso de Maquinaria por Hora.

COSTOS DE USO DE MAQUINARIA/HORA											
PROCESOS	**ESTRIBO**	**PARTES DE INYECCIÓN**	**CIGÜEÑAL**	**CULATA**	**JUNTAS**	**VALVULAS**	**BALLESTA DE SUSPENSIÓN**	**BARRA DE TORSION**	**BRAZO DE SUSPENSIÓN**	**ARBOL DE TRANSMISION**	**DISCO DE FRICCION**
INYECTORA	$ -	$ 0.07	$ -	$ 0.22	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.11	$ -	$ -
TORNO	$ -	$ -	$ 4.85	$ -	$ -	$ 1.38	$ 0.51	$ -	$ -	$ 0.94	$ 0.43
FRESADORA	$ -	$ 0.26	$ 0.26	$ 0.94	$ 0.43	$ -	$ 0.86	$ -	$ 1.28	$ 0.26	$ -
HORNO O FORJA	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 2.57	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
PUNZONADORA	$ -	$ 0.26	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
MAQUINA DE TEMPLADO POR INDUCCION	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 1.37	$ -	$ -	$ -	$ -
CIERRA MANUAL	$ 0.001	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.002	$ 0.001	$ 0.002	$ -	$ -	$ -
DOBLADORA	$ 0.26	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.09	$ -	$ -	$ -
MAQUINA DE SOLDADURA	$ 0.03	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.02	$ -	$ -	$ -
TALADRO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.02
HORNO DE FUNDICION	$ -	$ -	$ 3.84	$ 11.51	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 9.59	$ -	$ -
MOLDEADORA	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.07
PULIDORA	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.06	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
CIZALLADORA	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.19	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
TROQUELADORA	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.12	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
MOTO-TOOL	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.03	$ -	$ 0.07	$ -	$ -	$ -	$ -
MOLINO INDUSTRIAL	$ -	$ 0.12	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
MAQUINA CON SISTEMA ELECTRO-CALENTAMIENTO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.03	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
FORJADORA	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 0.01	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
TOTAL	**$ 0.29**	**$ 0.71**	**$ 8.95**	**$ 12.67**	**$ 0.40**	**$ 3.99**	**$ 2.81**	**$ 0.11**	**$ 10.98**	**$ 1.19**	**$ 0.51**

3.11.4 Costos de producción por pieza.

Para determinar los costos de producción de cada pieza, se sacó la sumatoria de los costos de materia prima, costos de maquinaria y costos de mano de obra, para así tener un estimado más real de lo que es el costo de la fabricación de partes y repuestos fabricados por métodos convencionales.

Tabla 102: Costo de producción por pieza

COSTOS DE PRODUCCION POR PIEZA

PROCESOS	ESTRIBO	PARTES DE INYECCIÓN	CIGÜEÑAL	CULATA	JUNTAS	VALVULAS	BALLESTA DE SUSPENSIÓN	BARRA DE TORSION	BRAZO DE SUSPENSIÓN	ARBOL DE TRANSMISION	DISCO DE FRICCION
COSTOS DE MANO DE OBRA POR PROCESOS DE FABRICACION	$0.60	$1.25	$3.30	$6.75	$3.40	$2.46	$3.54	$0.50	$2.05	$1.10	$1.00
COSTOS DE MATERIA PRIMA	$4.50	$ -	$ 30.40	$19.50	$0.50	$6.30	$32.00	$55.00	$12.30	$180.00	$30.00
COSTOS DE USO DE MAQUINARIA	$0.29	$0.71	$ 8.95	$12.67	$0.40	$3.99	$2.81	$ 0.11	$10.98	$1.19	$0.51
COSTO TOTAL	**$5.39**	**$1.96**	**$ 42.65**	**$ 38.92**	**$4.30**	**$12.75**	**$38.35**	**$55.61**	**$25.33**	**$182.29**	**$31.51**

3.11.5 Comparativa de costos por método de fabricación

Dada la complejidad para obtener datos sobre los procesos de fabricación de partes y repuestos para automóviles que se están dando en la actualidad en otros países, se determinó que se realizara una comparativa de costos de inversión en maquinaria.

Esto debido a que es necesario para realizar la comparativa, los tiempos de fabricación de ambos métodos los cuales se nos dificulto el planteamiento de estos tiempos. Es por ello que se determinó realizar una comparativa de costos de inversión en maquinaria que se relaciona en cada proceso de fabricación.

Se detallará principalmente un listado, por pieza, de la factibilidad de realizar cada pieza por medio de la maquinaria utilizada en los dos tipos estudiados.

Seguidamente de una comparativa de factibilidad por costos de inversión en la maquinaria, así se determinará qué tan factibles es fabricar estas piezas mediante la inversión en maquinaria para cada método de fabricación.

A continuación, se detalla la factibilidad por método de fabricación, esto dado por cada sistema de un automóvil y por cada pieza:

3.11.6 Factibilidad de elaboración por tipo de fabricación

3.11.6.1 Carrocería

Tabla 103: Factibilidad de Fabricación de Carrocería.

	FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN			
ESTRIBO				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		**FABRICACIÒNDIGITAL**	
PROCESOS	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**
Medir y corte de material	SI	SIERRA DE BANDA 250MM 1HP 380V Z8 CNA	SI	CORTADORA CNC
realización de doblez de material	SI		NO	
soldadura de uniones para chasis	SI		SI	

3.11.6.2 Sistema de motor

Tabla 104: Factibilidad de Fabricación del Sistema de Motor.

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
CIGÜEÑAL				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		**FABRICACIÒNDIGITAL**	
PROCESOS	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**
FORJADO	SI	HORNO	NO	
RECTIFICADO	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC
CREACIÓN DE ROSCAS	SI	TORNO PARALELO CJ6260C x 1500	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA
FREZADO	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC
TRATAMIENTO TÉRMICO	SI	HORNO	NO	

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
CULATA				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		**FABRICACIÒNDIGITAL**	
PROCESOS	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**
MEZCLADO DE MATERIA PRIMA	SI		NO	
INYECCIÓN A GAS	SI		NO	

ADICIÓN DE CAMISA DE HIERRO	SI		NO	
ENSAMBLE DE MOLDES	SI		NO	
CALENTAMIENTO DE CAMISAS	SI		NO	
INYECCIÓN DE ALEACIÓN	SI		NO	
DEVASTADO	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC
ACABADO	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
JUNTAS				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		**FABRICACIÒNDIGITAL**	
PROCESOS	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**
PULIDO DE SUPERFICIE	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC
MARCAR CON CLISE	SI		NO	
DESENGRASAR	SI		NO	
TROQUELAR SEGMENTOS	SI		NO	
EXTRUDIR	SI		NO	
REFILADO MANUAL CON MOTO TOOL	SI		NO	

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
VALVULAS				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		**FABRICACIÒNDIGITAL**	
PROCESOS	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**
CORTE	SI	SIERRA DE BANDA 250MM 1HP 380V Z8 CNA	SI	CORTADORA CNC
ELECTRO-CALENTAMIENTO	SI		NO	
FORJADO	SI		NO	
TORNEADO	SI	TORNO PARALELO CJ6260C x 1500	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA
DEPOSICIÓN DE ESTELITA	SI		NO	
TORNEADO DE RANURAS DE SEGURO Y CUELLO DE VÁLVULA	SI	TORNO PARALELO CJ6260C x 1500	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA
RECTIFICADO ÁNGULO DE VÁLVULA	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC
ACABADO DE VÁSTAGO	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC
ACABADO SUPERFICIAL	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC

3.11.6.3 Sistema de suspensión

Tabla 105: Factibilidad de Fabricación de Sistema de Suspensión.

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
BALLESTA DE SUSPENCION				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		**FABRICACIÒNDIGITAL**	
PROCESOS	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**
CORTE DE MATERIA PRIMA	SI	CORTADORA DE METALES 3710	SI	MAQUINA CNC PARA CORTE
PERFORACIÓN CENTRAL	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA
DIAMANTADO	NO		NO	
LAMINADO	NO		NO	
FORMACIÓN DE OJOS	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA
AVELLANADO	NO		NO	
RECTIFICADO DEL ANCHO	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC
FORMACIÓN Y TEMPLE	SI		NO	
REVENIDO	SI		NO	
GRANALLADO	SI		NO	
PINTADO	SI		NO	
ENSAMBLE DE BUJES	SI		NO	

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
BARRA DE TORSION				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		**FABRICACIÒNDIGITAL**	
PROCESOS	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**	**FACTIBLE**	**MAQUINAS POSIBLES**
MEDICIÓN Y CORTE DE MATERIA PRIMA	SI	SIERRA DE BANDA 250MM 1HP 380V Z8 CNA	SI	CORTADORA CNC
REALIZACIÓN DE DOBLE	SI	DOBLADORA MANUAL Pan DURMAZLAR CK 2020	SI	DOBLADORA MULTIFUNCIONAL CNC 3D
SOLDAR UNIONES PARA CHASIS	SI	SOLDADOR DE ARCO	NO	

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
BRAZO DE SUSPENSIÓN				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		**FABRICACIÒNDIGITAL**	
PROCESOS	FACTIBLE	MAQUINAS POSIBLES	FACTIBLE	MAQUINAS POSIBLES
PERFORADO	SI	TORNO PARALELO CJ6260C X 1500	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA
INYECCIÓN DE MATERIAL	SI	INYECTORA INDUSTRIAL	NO	
FRESADO	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC

3.11.6.4 Sistema de transmisión

Tabla 106: Factibilidad de Fabricación de Sistema de Transmisión.

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
ARBOL DE TRANSMISION				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	FACTIBLE	MAQUINAS POSIBLES	FACTIBLE	MAQUINAS POSIBLES
MEDIR Y TRAZADO	SI		NO	
REFRENTADO DE CARAS Y CILINDRADO	SI		NO	
REALIZACION DE ROSCA	SI	TORNO PARALELO CJ6260C X 1500	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA
FREZADO DE CHAVETERO	SI	FRESADORA	SI	FRESADORA CNC

FACTIBILIDAD DE ELABORACIÓN POR TIPO DE FABRICACIÓN				
DISCO DE FRICCION				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	FACTIBLE	MAQUINAS POSIBLES	FACTIBLE	MAQUINAS POSIBLES
MOLDEO	SI		NO	
EXTRACCION DE PIEZAS	SI		NO	
MECANIZADO CON TORNO	SI	TORNO PARALELO CJ6260C X 1500	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA
TALADRADO DE ORIFICIOS DE ENFRIAMIENTO	SI	TORNO PARALELO CJ6260C X 1501	SI	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA

3.11.7 Factibilidad de elaboración por costo de inversión para cada tipo de fabricación

A continuación, se detalla la factibilidad en inversión en maquinaria por cada tipo de fabricación:

3.11.7.1 Carrocería.

Tabla 107: Factibilidad por costo de inversión de Carrocería.

ESTRIBO				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	MAQUINAS POSIBLES	PRECIO	MAQUINAS POSIBLES	PRECIO
MEDIR Y CORTE DE MATERIAL	SIERRA DE BANDA 250MM 1HP 380V Z8 CNA	$ 632.00	CORTADORA CNC	$ 554.78
REALIZACIÓN DE DOBLEZ DE MATERIAL	DOBLADORA MANUAL PAN DURMAZLAR CK 2020	$ 2,263.15	DOBLADORA MULTIFUNCIONAL CNC 3D	$13,000.00
		$2,895.15		**$ 13,554.78**

3.11.7.2 Sistema de Motor

Tabla 108: Factibilidad por costo de inversión del Sistema de Motor.

CULATA				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**
DEVASTADO	FRESADORA	$16,000.00	FRESADORA CNC	$2,800.00
ACABADO	FRESADORA	$16,000.00	FRESADORA CNC	$ 2,801.00
		$ 32,000.00		**$ 5,601.00**

JUNTAS				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**
PULIDO DE SUPERFICIE	FRESADORA	$ 16,000.00	FRESADORA CNC	$2,801.00
		$16,000.00		**$2,801.00**

VALVULAS				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**
CORTE	SIERRA DE BANDA 250MM 1HP 380V Z8 CNA	$ 1,400.00	CORTADORA CNC	$ 3,625.00
TORNEADO	TORNO PARALELO CJ6260C X 1500	$1,600.00	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$ 3,985.45
TORNEADO DE RANURAS DE SEGURO Y CUELLO DE VÁLVULA	TORNO PARALELO CJ6260C X 1500	$1,600.00	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$ 3,985.45
RECTIFICADO ÁNGULO DE VÁLVULA	FRESADORA	$ 16,000.00	FRESADORA CNC	$2,800.00
ACABADO DE VÁSTAGO	FRESADORA	$ 16,000.00	FRESADORA CNC	$ 2,800.00
ACABADO SUPERFICIAL	FRESADORA	$ 16,000.00	FRESADORA CNC	$2,800.00
		$52,600.00		**$ 19,995.90**

3.11.7.3 Sistema de suspensión

Tabla 109: Factibilidad por costo de inversión de Sistema de Suspensión.

BALLESTA DE SUSPENSIÓN				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**
CORTE DE MATERIA PRIMA	SIERRA DE BANDA 250MM 1HP 380V Z8 CNA	$ 1,400.00	CORTADORA CNC	$3,625.00
PERFORACIÓN CENTRAL	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$1,600.00	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$3,985.45
FORMACIÓN DE OJOS	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$ 1,600.00	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$ 3,985.45
RECTIFICADO DEL ANCHO	FRESADORA	$16,000.00	FRESADORA CNC	$2,800.00
		$20,600.00		**$,395.90**

BARRA DE TORSION				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**
MEDICIÓN Y CORTE DE MATERIA PRIMA	SIERRA DE BANDA 250MM 1HP 380V Z8 CNA	$1,400.00	CORTADORA CNC	$3,625.00
REALIZACIÓN DE DOBLE	DOBLADORA MANUAL PAN DURMAZLAR CK 2020	$2,263.15	DOBLADORA MULTIFUNCIONAL CNC 3D	$ 13,000.00
		$3,663.15		**$ 16,625.00**

BRAZO DE SUSPENSIÓN				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**
Perforado	TORNO PARALELO CJ6260C x 1500	$1,600.00	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$ 3,625.00
Fresado	FRESADORA	$16,000.00	FRESADORA CNC	$2,800.00
		$17,600.00		**$6,425.00**

3.11.7.4 Sistema de transmisión

ARBOL DE TRANSMISION				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**	**MAQUINAS POSIBLES**	**PRECIO**
Realización de rosca	TORNO PARALELO CJ6260C x 1500	$1,600.00	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$3,625.00
Frezado de chavetera	FRESADORA	$16,000.00	FRESADORA CNC	$ 3,625.00
		$17,600.00		$7,250.00

DISCO DE FRICCION				
	FABRICACIÒNCONVENCIONAL		FABRICACIÒNDIGITAL	
PROCESOS	MAQUINAS POSIBLES	PRECIO	MAQUINAS POSIBLES	PRECIO
Mecanizado con torno	TORNO PARALELO CJ6260C x 1500	$ 1,600.00	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$ 3,625.00
Taladrado de orificios de enfriamiento	TORNO PARALELO CJ6260C x 1500	$ 1,600.00	TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	$ 3,625.00
		$3,200.00		**$7,250.00**

3.12 Selección de partes y repuestos de automóviles viables de reproducción según costos de producción

Para establecer el análisis de cada parte y repuesto automotriz, se utilizan criterios de evaluación concordantes a los estudios realizados previamente en relación a la viabilidad de la elaboración de partes y repuestos para automóviles, con la finalidad de determinar las mejores opciones de fabricación para entidades que están dispuestas a incorporar la fabricación digital en sus procesos de fabricación, para incursionar en el mercado de partes y repuestos automotrices.

Por medio de la viabilidad económica en base al nivel tecnológico que se posee actualmente en el país se pretende saber si una empresa le resulta conveniente invertir en tecnologías de fabricación digital incorporándola a sus procesos actuales y hacer de estos más eficientes para la fabricación de partes y repuestos de automóvil o bien para que la tecnología sea de apoyo en sus procesos convencionales, ambos casos pueden de igual manera considerarse de gran beneficio.

Por tanto, para realizar dicha evaluación económica de la fabricación de las partes y repuestos de automóvil se tomará a consideración los resultados obtenidos de la etapa anterior (etapa diagnostico) con el propósito de reducir el número de partes y repuestos de automóvil, así también los diferentes participantes en el estudio sobre las nuevas tecnologías de fabricación.

Para determinar la viabilidad económica debería ser necesario analizar los participantes, expresadas en el apartado del análisis de costos, resaltando que para si se desea profundizar en el aspecto económico se recomiendo complementar este apartado con la identificación de posibles fuentes de financiamiento a la incorporación de esta metodología de fabricación.

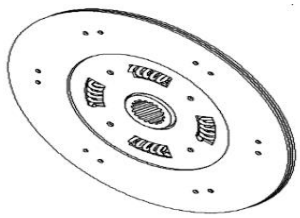
Cabe mencionar que la viabilidad económica se diferenciará en muchos aspectos de la viabilidad técnica, para nuestro caso particular la primera se basará en aspectos como: costos de mano de obra, costos de adquisición de insumos y el costo total del producto, mientras que la viabilidad técnica se basará en la comparativa de los costos por el método de fabricación y con ello determinar el costo de inversión en maquinaria sin considerar amortizaciones sobre el equipo debido a que solo se establecerá que equipos son los idóneos en la fabricación de partes/repuestos, por lo que de igual forma se dejará a criterio para nuevos estudios de factibilidad.

Cada análisis desarrollado en base al método de fabricación a emplear nos permite conocer cuáles son las partes viables económicamente hablando para poder fabricar mediante las tecnologías de fabricación digital.

3.12.1 Evaluación para la selección de partes y repuestos automóviles para reproducción

3.12.1.1 Disco de Fricción.

Tabla 110: Evaluación de Fabricación de Disco de Fricción.



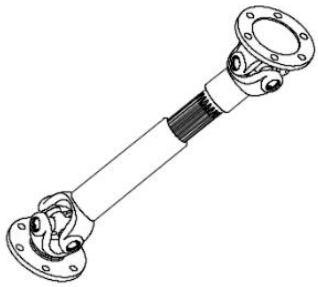
DISCO DE FRICCIÓN

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.			
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			
Viabilidad por procesos de fabricación.			
Viabilidad por costo de inversión.			

El disco de fricción demostró en los análisis anteriores que posee una demanda importante en el mercado y que por los modelos vehiculares los cuales posee demanda las patentes de este repuesto es viable y con la fabricación digital es posible replicar, pero en este genera un mayor costo al reproducirlo con la ayuda de la fabricación digital a comparación de la fabricación convencional, por lo cual deja de ser viable su reproducción.

3.12.1.2 Árbol de Transmisión

Tabla 111: Evaluación de Fabricación de Árbol de Transmisión.



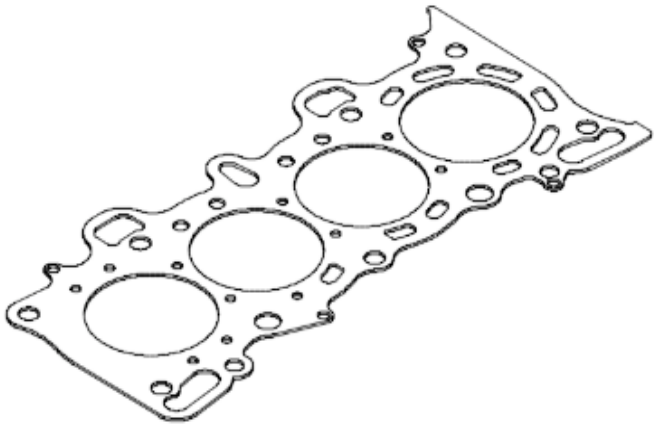
ARBOL DE TRANSMISIÓN

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.			
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			
Viabilidad por procesos de fabricación.			
Viabilidad por costo de inversión.			

El árbol de transmisión es un caso similar al disco de fricción, pero al contrario con él, los costos generados de su reproducción por medio de la fabricación digital son menor si lo comparamos con el costo con la tecnología convencional, dado esto vuelve viable que la entidad interesada en la incursión de la fabricación de repuestos de automóviles con la tecnología de fabricación digital.

3.12.1.3 Juntas de Motor

Tabla 112: Evaluación de Fabricación de Juntas de Motor.



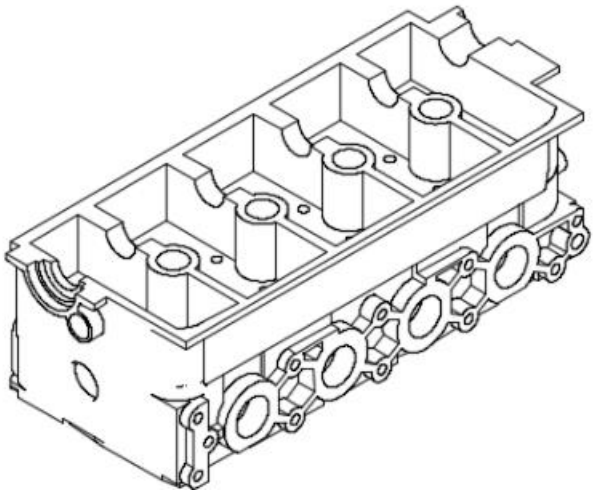
JUNTAS DE MOTOR

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.			
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			
Viabilidad por procesos de fabricación.			
Viabilidad por costo de inversión.			

La junta de motor, poseen una demanda considerable dentro del mercado, adicional a esto, sus procesos de fabricación son sencillos de realizar con la fabricación digital y se pueden realizar con la maquinaria básica perteneciente a dicha metodología de fabricación por eso mismo los costos de reproducción con la fabricación digital de este repuestos son bajos a comparación de los costos generados con la fabricación convencional, determinando una viabilidad idónea de reproducción para las entidades del sector automotriz que deseen incursionar con la fabricación digital.

3.12.1.4 Culata

Tabla 113: Evaluación de Fabricación de Culata



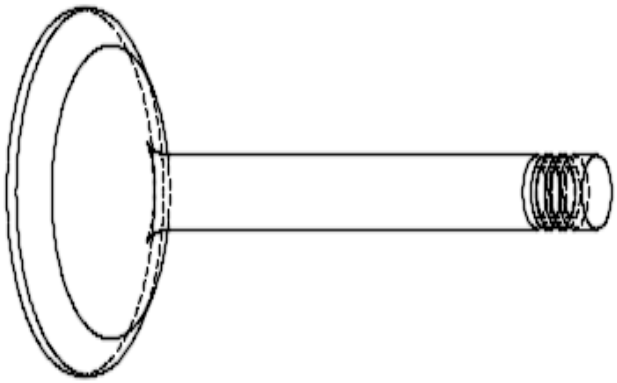
CULATA

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.			
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			
Viabilidad por procesos de fabricación.			
Viabilidad por costo de inversión.			

La fabricación digital solamente sustituye cierta maquinaria del proceso de fabricación convencional de la culata, por lo cual no es muy variante el costo de fabricación de la culata con la fabricación digital con esto, este repuesto tiene una viabilidad aceptable para la reproducción de este.

3.12.1.5 Válvulas de Motor

Tabla 114: Evaluación de Fabricación de Válvulas de Motor.



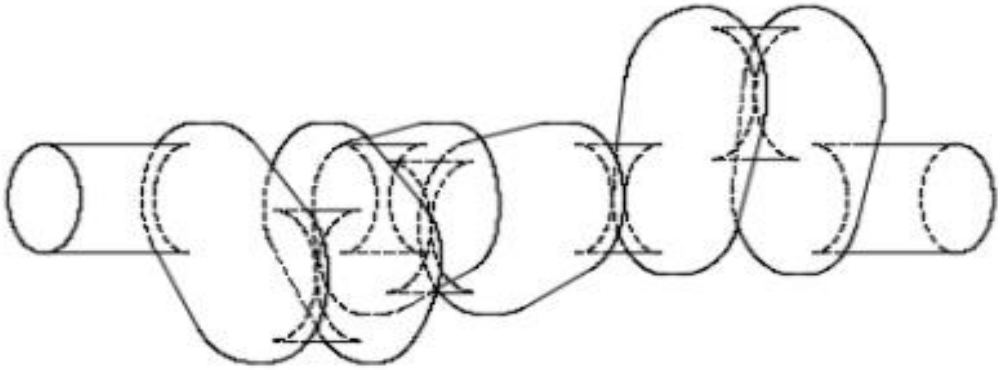
VÁLVULAS DE MOTOR

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.			
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			
Viabilidad por procesos de fabricación.			
Viabilidad por costo de inversión.			

Las válvulas, son una pieza de reproducción simple y con un costo si se reproduce mediante la fabricación digital en comparación a la convencional, otorgando a este repuesto una viabilidad de reproducción para el sector automotriz.

3.12.1.6 Cigüeñal

Tabla 115: Evaluación de Fabricación de Cigüeñal.



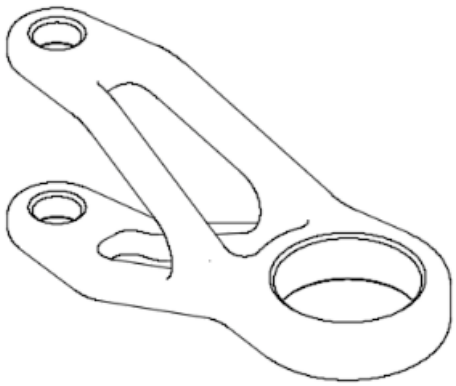
CIGÜEÑAL

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.		■	
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			■
Viabilidad por procesos de fabricación.	■		
Viabilidad por costo de inversión.	■		

Los procesos del cigüeñal, poseen una complejidad mayor en sus procesos de fabricación, lo que ocasiona un costo alto para realizar su reproducción y esto otorga al cigüeñal una viabilidad negativa para el sector automotriz.

3.12.1.7 Brazo de suspensión

Tabla 116: Evaluación de Fabricación de Brazo de Suspensión.



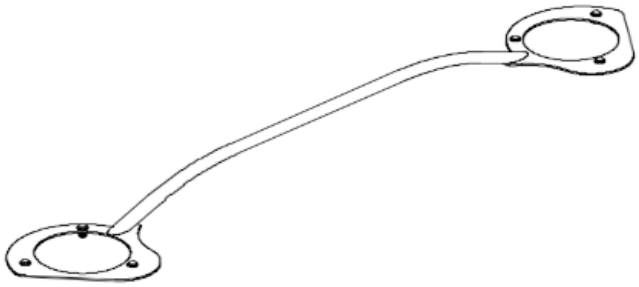
BRAZO DE SUSPENSIÓN.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.			
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			
Viabilidad por procesos de fabricación.			
Viabilidad por costo de inversión.			

La inversión necesaria para fabricar el brazo de suspensión mediante la fabricación digital es accesible a comparación con la fabricación convencional dado que los procesos son adaptables a esta nueva metodología de fabricación, esto otorga una viabilidad favorable para la reproducción de este repuesto automotriz.

3.12.1.8 Barra de Torsión

Tabla 117: Evaluación de Fabricación de Barra de Torsión.



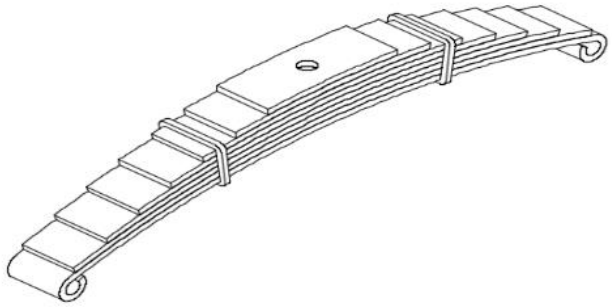
BARRA DE TORSIÓN.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.		■	
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			■
Viabilidad por procesos de fabricación.		■	
Viabilidad por costo de inversión.		■	

Debido a la composición de la barra de torsión es adáptale a la metodología fabricación digital, por ello no es necesaria una inversión alta por lo cual se puede considerar a la barra de torsión viable para la reproducción de ella mediante la fabricación digital para el sector automotriz.

3.12.1.9 Ballesta de Suspensión

Tabla 118: Evaluación de Fabricación de Ballesta de Suspensión.



BARRA DE SUSPENCIÓN.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	POCO VIABLE	VIABLE	MUY VIABLE
Viabilidad según mercado por tipo de sistema.			
Viabilidad legal por patentes de fabricación.			
Viabilidad por procesos de fabricación.			
Viabilidad por costo de inversión.			

La ballesta de suspensión, dado que está compuesta por diferentes piezas que su elaboración es sencilla a comparación de otros repuestos y que esta se puede elaborar con maquinaria básicas de la fabricación digital, por ello se concluye que dicho repuesto posee una viabilidad favorable para que las entidades del sector automotriz realicen su reproducción con esta metodología.

3.12.2 Partes automotriz viables de producción

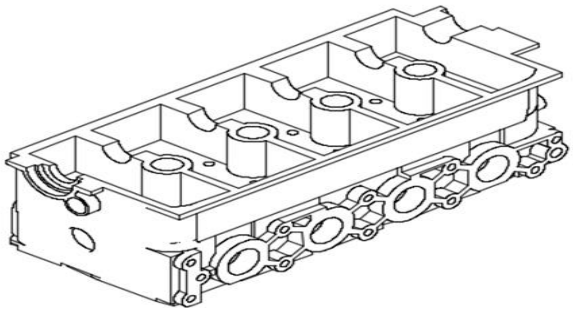
Tabla 119: Viabilidad de Producción de Piezas Según Evaluación.

VIABILIDAD DE PRODUCCION DE PIEZAS SEGÚN CRITERIOS DE EVALUACIÓN.			
N.º	**NOMBRE**	**VIABLE**	
		SI	**NO**
1	DISCO DE FRICCIÓN		X
2	ARBOL DE TRANSMISIÓN	X	
3	JUNTAS DE MOTOR	X	
4	CULATA DE MOTOR	X	
5	VALVULAS DE MOTOR	X	
6	CIGÜEÑAL		X
7	BRAZO DE SUSPENCIÓN	X	
8	BARRA DE TORSIÓN		X
9	BALLESTA DE SUSPENSIÓN	X	

Se seleccionan las partes y repuestos cuyo proceso de fabricación no requieren un alto grado de inversión y ejecución en cuanto a elaboración, asimismo se toma en cuenta la viabilidad según el mercado y exención de patentes en el país que contravengan la fabricación, por consiguiente, se dejan fuera de la viabilidad al disco de fricción, el cigüeñal y barra de torsión, siendo las siguientes autopartes las que tienen más posibilidades para incursionar en el país:

A continuación, se detallan las características de cada una de los repuestos automotrices con viabilidad de producción:

CULATA



DESCRIPCION TECNICA:

La culata en pocas palabras es un bloque de metal, generalmente de hierro fundido o aleación de aluminio de un motor de combustión interna, ya sea un motor de explosión o un motor diésel, de dos o de cuatro tiempos, con la que sella la parte superior de los cilindros de un motor de combustión y así evitar fugas.

La culata de un motor es mucho más que una tapa para los cilindros o una pieza que cierra el bloque motor. es el elemento más importante y complejo del coche, ya que sirve de asentamiento de otros componentes del motor importantes que pueden afectar seriamente a la estructura principal del motor, en caso de desgaste.

MATERIAL: FUNDICION GRIS

Material metálico constituido por una aleación de hierro y carbono; se diferencia del acero por su mayor contenido de carbono, que puede oscilar entre el 1,7 y el 4,5 % de la masa total.

Debido a su composición, la fundición tiene una temperatura de fusión inferior a la del acero, ya que mientras la de aquélla está comprendida entre 1.130 y 1.300 °C, la de éste oscila entre 1.300 y 1.400 °C.

FUNCIONALIDAD.

Entre las principales funciones de una culata del motor, podemos señalar la de alojar el cigüeñal, bielas, pistones y conexiones de elementos que se accionan con el movimiento del cigüeñal, como la bomba del agua, aceite y combustible. Así mismo, la válvula de admisión y escape, el árbol de levas, en el caso de motores tipo OHV, donde el eje de levas está montado fuera, y orificios para las bujías, en el caso de ser un motor de gasolina, y para los inyectores y pre cámara de combustión, si es un motor diésel.

PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de producción referente a la culata puede encontrarse en:

Pág. 206

MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO

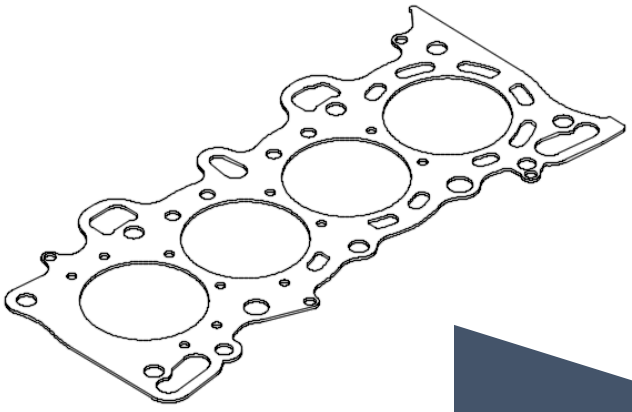
FRESADORA CNC

este equipo con cabezal basculante con giro de ±120° y mesa giratoria orientable por el operador de forma vertical u horizontal, con plato de 320 mm de diámetro y giro de ±360°. Esta combinación de cabezal y mesa giratoria, junto con amplias carreras de 40” x 22” x 23.6” (1,016 x 560 x 600mm), le brindan la posibilidad de hacer maquinados de cinco caras en piezas voluminosas en 3+2, 4+1 o 5 ejes simultáneos.

HORNO DE FUNDICION

Nombre: horno de fundición de cobre por inducción
Solicitud: para fundir aluminio, oro, cobre, acero
Material de fusión: Metal industrial
Color: Soporte personalizado
Capacidad: 3kg de acero, aluminio -10 kg cobre, oro, plata

JUNTAS



DESCRIPCION TECNICA:

La junta de motor es básicamente una lámina indeformable encargada de mantener la hermeticidad de la compresión, cuenta con una serie de huecos para la cámara de combustión, espárragos y el paso del circuito de refrigeración, ayudando así a prevenir fugas de anticongelante y lubricante de sus circuitos de engrase.

MATERIAL: ACERO AISI 201

El acero inoxidable Tipo 201 es un acero inoxidable de cromo-níquel-manganeso asténico desarrollado para conservar el níquel. El níquel se sustituye por adiciones de manganeso y nitrógeno. No puede endurecerse mediante tratamiento térmico, pero puede trabajarse en frío a altas fuerzas de tensión.

FUNCIONALIDAD.

El funcionamiento de la junta del Motor, es asegurar la hermeticidad de la compresión que experimenta al ocurrir las explosiones generadas mediante la combinación de una chispa y el combustible, es la responsable de realizar un sello en cual se encarga de evitar que las explosiones pierdan fuerzas y así aportando a la eficiencia del motor ya sea de gasolina o diésel.

PROCESO DE FABRICACIÓN

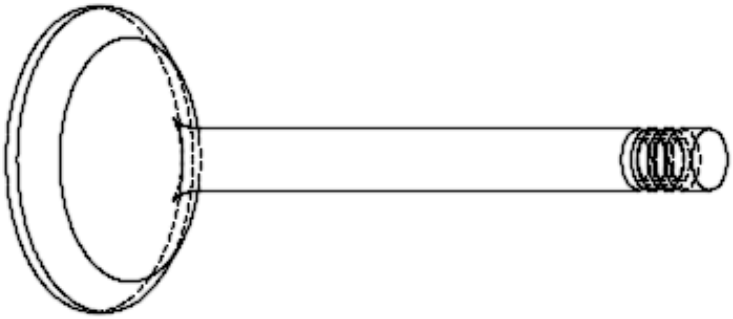
El proceso de producción referente a la junta puede encontrarse en:
Pág. 204

MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO

FRESADORA CNC

este equipo con cabezal basculante con giro de ±120° y mesa giratoria orientable por el operador de forma vertical u horizontal, con plato de 320 mm de diámetro y giro de ±360°. Esta combinación de cabezal y mesa giratoria, junto con amplias carreras de 40” x 22” x 23.6” (1,016 x 560 x 600mm), le brindan la posibilidad de hacer maquinados de cinco caras en piezas voluminosas en 3+2, 4+1 o 5 ejes simultáneos.

VALVULAS



DESCRIPCION TECNICA:

Las válvulas de un motor son los elementos metálicos que permiten la entrada al cilindro de la mezcla combustible-aire y la salida de ésta de los gases producidos por su explosión. Sin estos elementos mecánicos el funcionamiento del motor sería inviable pues su movimiento es vital para que se produzca la energía necesaria para mover las ruedas.

MATERIAL: CROMO

El cromo es un metal de transición duro, frágil, color blanco agrisado y brillante. Es muy resistente frente a la corrosión.

Su estado de oxidación más alto es el +6, aunque estos compuestos son muy oxidantes. Los estados de oxidación +4 y +5 son poco frecuentes, mientras que los estados más estables son +2 y +3. También es posible obtener compuestos en los que el cromo está presente en estados de oxidación más bajos, pero son bastante raros.

FUNCIONALIDAD.

Son las encargadas de administrar la entrada del combustible y el aire (mezcla combustible-aire) al cilindro. Tras la explosión de la mezcla por la compresión del pistón, es decir, son las que permiten la salida de los gases resultantes de cada explosión.

PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de producción referente a la válvula puede encontrarse en:

Pág. 208

MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO

CORTADORA CNC

Las cortadoras CNC de plasma se valen de un ordenador que les indica la precisión de los cortes que deben realizar, de acuerdo a un boceto digital (imagen en vectores), que se realiza previamente en un programa compatible como Corel, AutoCAD, Solid Works, Fusión, etc.

El plasma es el cuarto estado de agregación de la materia y es justamente en el que se encuentran las estrellas. Las cortadoras utilizan un chorro de alta velocidad de gas ionizado (plasma), que conduce la electricidad de la antorcha al material de trabajo y calienta la pieza, hasta fundir y expulsar el material.

TORNO CNC DE BANCADA PARALELA

El torno CNC (Torno de Control Numérico) es un torno dirigido por control numérico por computadora.

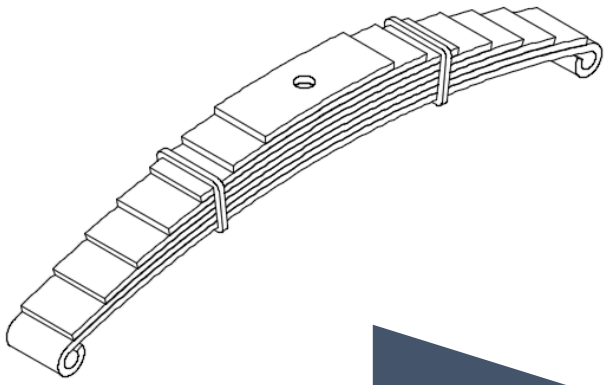
Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada por un ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno. Es una máquina que resulta rentable para el mecanizado de grandes series de piezas sencillas, sobre todo piezas de revolución, y permite mecanizar con precisión superficies curvas coordinando los movimientos axial y radial para el avance de la herramienta.

La velocidad de giro de cabezal porta piezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina.

FRESADORA CNC

este equipo con cabezal basculante con giro de ±120° y mesa giratoria orientable por el operador de forma vertical u horizontal, con plato de 320 mm de diámetro y giro de ±360°. Esta combinación de cabezal y mesa giratoria, junto con amplias carreras de 40” x 22” x 23.6” (1,016 x 560 x 600mm), le brindan la posibilidad de hacer maquinados de cinco caras en piezas voluminosas en 3+2, 4+1 o 5 ejes simultáneos.

BALLESTA DE SUSPENSION



DESCRIPCION TECNICA:

Las ballestas están constituidas por un conjunto de hojas o láminas de acero especial para muelles, unidas mediante unas abrazaderas, que permiten el deslizamiento entre las hojas cuando éstas se deforman por el peso que soportan.

La hoja superior, llamada hoja principal, va curvada en sus extremos, formando unos ojos en los que se montan unos mangos para su acoplamiento al soporte del bastidor, por medio de pernos o bulones. El número de hojas y su espesor está en función de la carga que han de soportar. Todas las hojas se unen en el centro mediante un tornillo pasante con tuerca, llamado perno o tornillo capuchino y dos tornillos en forma de “u”.

MATERIAL: ACERO AL SILICIO – MANGANESOS 55C2

El acero aleado es aquel constituido por acero con el agregado de varios elementos que sirven para mejorar sus propiedades físicas, mecánicas o químicas especiales. La aleación con silicio se emplea como desoxidante y actúa como endurecedor en el acero de aleación. Cuando se adiciona a aceros de muy baja cantidad de carbono, produce un material frágil con baja pérdida por histéresis y alta permeabilidad magnética.

FUNCIONALIDAD.

Uno de los propósitos de los resortes de lámina es para soportar el peso del vehículo. El diseño semi - elíptica ayuda a sostener el vehículo, manteniéndolo por encima del bastidor y el eje. Los vehículos más grandes, que no sólo deben soportar su peso, sino también sus cargas más pesadas pueden tener fuentes adicionales o de servicio pesado hoja.
Tire Contacto

Las ballestas ayudan a controlar el vehículo de modo que los neumáticos de mantener en contacto con la carretera. Cuando el vehículo pasa por un bache, los resortes ayudan a evitar que rebote sin control.

PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de producción referente a la Ballesta de Suspensión puede encontrarse en:
Pág. 216

MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO

CORTADORA CNC

Las cortadoras CNC de plasma se valen de un ordenador que les indica la precisión de los cortes que deben realizar, de acuerdo a un boceto digital (imagen en vectores), que se realiza previamente en un programa compatible como Corel, AutoCAD, Solid Works, Fusión, etc. El plasma es el cuarto estado de agregación de la materia y es justamente en el que se encuentran las estrellas. Las cortadoras utilizan un chorro de alta velocidad de gas ionizado (plasma), que conduce la electricidad de la antorcha al material de trabajo y calienta la pieza, hasta fundir y expulsar el material.

TORNO CNC DE BANCADA PARALELA

El torno CNC (Torno de Control Numérico) es un torno dirigido por control numérico por computadora.

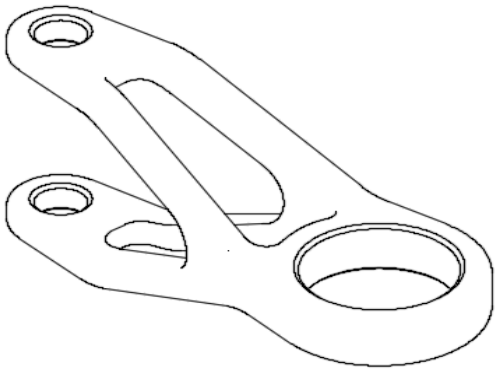
Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada por un ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno. Es una máquina que resulta rentable para el mecanizado de grandes series de piezas sencillas, sobre todo piezas de revolución, y permite mecanizar con precisión superficies curvas coordinando los movimientos axial y radial para el avance de la herramienta.

La velocidad de giro de cabezal porta piezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina.

FRESADORA CNC

este equipo con cabezal basculante con giro de ±120° y mesa giratoria orientable por el operador de forma vertical u horizontal, con plato de 320 mm de diámetro y giro de ±360°. Esta combinación de cabezal y mesa giratoria, junto con amplias carreras de 40” x 22” x 23.6” (1,016 x 560 x 600mm), le brindan la posibilidad de hacer maquinados de cinco caras en piezas voluminosas en 3+2, 4+1 o 5 ejes simultáneos.

BRAZO DE SUSPENSIÓN



DESCRIPCION TECNICA:

En la suspensión de un automóvil, un brazo de suspensión, es genéricamente, un elemento de la suspensión que conecta dos puntos. Uno de estos puntos es la carrocería o el chasis del vehículo, mientras que el otro es una mangueta, pivote de dirección, un eje u otro brazo, barra o mecanismo[25]. La fijación del extremo de un brazo puede ser sólida o bien articularse sobre un cojinete o sobre una rótula en función de los grados de libertad que deseen restringirse.

MATERIAL: ACERO 4130

El acero de aleación AISI 4130 contiene cromo y molibdeno como agentes de refuerzo. Tiene bajo contenido de carbono y, por lo tanto, puede soldarse fácilmente.

FUNCIONALIDAD.

Un brazo de suspensión es un eslabón de bisagra de la suspensión que conecta el chasis y la suspensión que sostiene la rueda. Fijado con un único pivote, que suele ser un casquillo de goma, el brazo de suspensión puede ajustar la posición del extremo externo y, al mismo tiempo, mantener la distancia radial del soporte interno. Un brazo de suspensión es una de las piezas mecánicamente más impresionantes del sistema de suspensión, lo que significa que es importante reemplazarlo cuando esté desgastado o roto.

PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de producción referente al Brazo de Suspensión puede encontrarse en:
Pág. 212

[25] *Diccionario.motorgiga.com. 2020. BRAZO DE UNA SUSPENSION - Definición - Significado. [online]t: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/brazo-de-una-suspension-definicion-significado/gmx-niv15-con193257.htm> [Accessed 12 July 2020].*

MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO

TORNO CNC DE BANCADA PARALELA

El torno CNC (Torno de Control Numérico) es un torno dirigido por control numérico por computadora.
Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada por un ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno. Es una máquina que resulta rentable para el mecanizado de grandes series de piezas sencillas, sobre todo piezas de revolución, y permite mecanizar con precisión superficies curvas coordinando los movimientos axial y radial para el avance de la herramienta.
La velocidad de giro de cabezal porta piezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina.

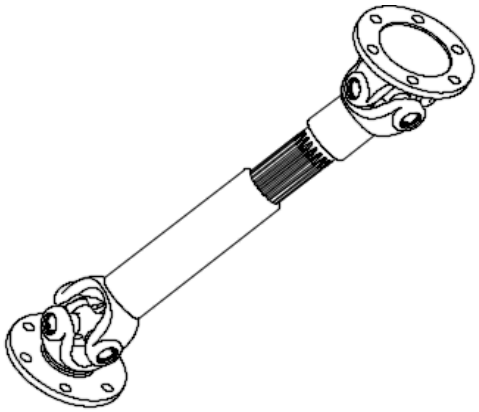
FRESADORA CNC

este equipo con cabezal basculante con giro de ±120° y mesa giratoria orientable por el operador de forma vertical u horizontal, con plato de 320 mm de diámetro y giro de ±360°. Esta combinación de cabezal y mesa giratoria, junto con amplias carreras de 40” x 22” x 23.6” (1,016 x 560 x 600mm), le brindan la posibilidad de hacer maquinados de cinco caras en piezas voluminosas en 3+2, 4+1 o 5 ejes simultáneos.

HORNO DE FUNDICION

Nombre: horno de fundición de cobre por inducción
Solicitud: para fundir aluminio, oro, cobre, acero
Material de fusión: Metal industrial
Color: Soporte personalizado
Capacidad: 3kg de acero, aluminio -10 kg cobre, oro, plata

ARBOL DE TRANSMISION



DESCRIPCION TECNICA:

El árbol de la transmisión es el encargado de llevar el giro del motor a las ruedas que están en un eje diferente. Es decir, se puede encontrar en un auto con motor delantero, pero con tracción trasera o total. Se trata por lo tanto de una barra o barras, que, junto con otros elementos, tienen que soportar el par motor sin deteriorarse ni causar vibraciones. Cuando el vehículo es de tracción delantera o total y motor trasero, en lugar de árbol de transmisión se suele llamar árbol secundario del cambio. Aunque su función es esencialmente la misma y sus elementos básicos también.

MATERIAL: CARBOCERAMICOS

Su composición, como bien su nombre indica está fabricado con un composite cerámico que se adhiere y se pega a las fibras de carbono para mejorar su resistencia. En este caso, el carburo de silicio se encarga de aportar la rigidez suficiente para evitar posibles fracturas futuras por el alto nivel de fricción que soporta y para incrementar su aguante respecto a las altas temperaturas.

FUNCIONALIDAD

El árbol de transmisión sea dentro de un vehículo de tracción delantera, total o motor trasero radica en comunicar la caja de cambios y la diferencia por medio del giro del motor creando así el movimiento de las ruedas que están en el eje.

Este giro comunica la fuerza que es requerida al eje principal del vehículo o si es tracción de total, lo comunica a ambos ejes logrando dar la movilidad exigida o requerida.

PROCESO DE FABRICACIÓN

El proceso de producción referente a la culata puede encontrarse en:
Pág. 202

MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO

TORNO CNC DE BANCADA PARALELA

El torno CNC (Torno de Control Numérico) es un torno dirigido por control numérico por computadora.

Ofrece una gran capacidad de producción y precisión en el mecanizado por su estructura funcional y porque la trayectoria de la herramienta de torneado es controlada por un ordenador que lleva incorporado, el cual procesa las órdenes de ejecución contenidas en un software que previamente ha confeccionado un programador conocedor de la tecnología de mecanizado en torno. Es una máquina que resulta rentable para el mecanizado de grandes series de piezas sencillas, sobre todo piezas de revolución, y permite mecanizar con precisión superficies curvas coordinando los movimientos axial y radial para el avance de la herramienta.

La velocidad de giro de cabezal porta piezas, el avance de los carros longitudinal y transversal y las cotas de ejecución de la pieza están programadas y, por tanto, exentas de fallos imputables al operario de la máquina.

FRESADORA CNC

este equipo con cabezal basculante con giro de ±120° y mesa giratoria orientable por el operador de forma vertical u horizontal, con plato de 320 mm de diámetro y giro de ±360°. Esta combinación de cabezal y mesa giratoria, junto con amplias carreras de 40” x 22” x 23.6” (1,016 x 560 x 600mm), le brindan la posibilidad de hacer maquinados de cinco caras en piezas voluminosas en 3+2, 4+1 o 5 ejes simultáneos.

3.13 Diseño de estrategias de implementación de la fabricación digital en el sector automotriz

Tras obtener la información de la situación actual de la implementación de la fabricación digital en el sector automotriz en el país además conociendo las partes viables de reproducción, que servirá para poder proponer estrategias para mejorar la situación actual de dicha implementación.

Para el correcto diseño de estrategias es necesario identificar y analizar los problemas que actualmente obstaculizan o entorpecen para evaluar las posibles soluciones y la elaboración de posibles líneas de acción para mejorar la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz.

3.13.1 Causas de nivel inmaduro de incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz

Por ello, procederemos a esquematizar las situaciones que obstaculizan la incorporación de esta nueva tecnología por medio de las técnicas del diagrama de Ishikawa, en la cual se podrá observar las causas que han entorpecido la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz.

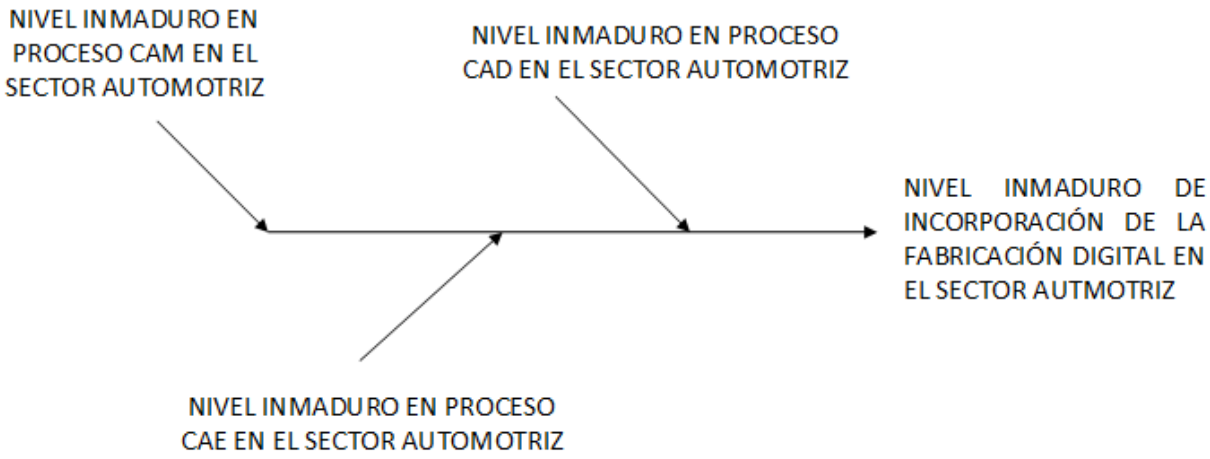


Diagrama 12: Diagrama Causa y Efecto del nivel de incorporación de la fabricación digital

Dado que el nivel de inmadurez de la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz, se presenta en los diferentes procesos (CAD, CAE y CAM) como se puede observar en la anterior imagen, se esquematizarán por cada uno de ellos para obtener una visión más amplia de este nivel.

Las causas se establecen de una forma generalizada dado que cada entidad tendrá diferentes niveles en las diferentes categorías.

3.13.1.1 Causas del bajo nivel del proceso de CAD en el sector automotriz.

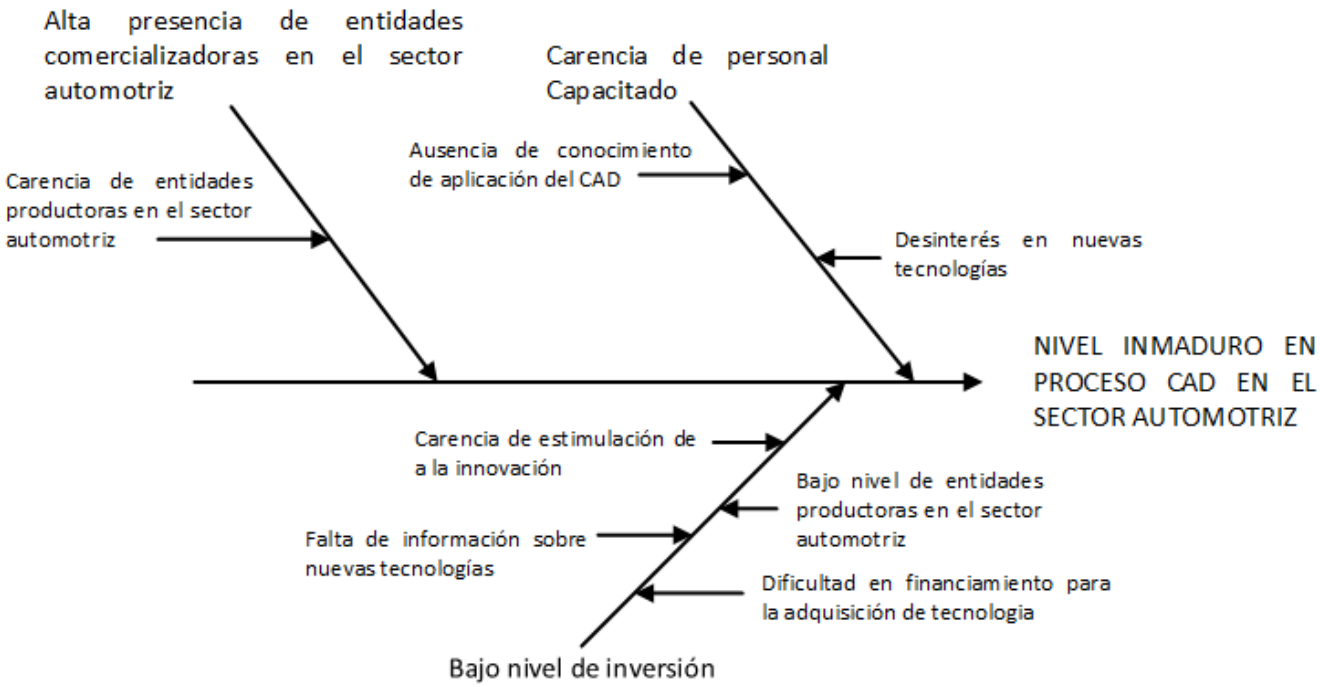


Diagrama 13: Diagrama Causa y Efecto de nivel de incorporación de CAD en el sector automotriz

Las principales de causas de un nivel inmaduro en la utilización o incorporación del diseño asistido por computadora, parten de las 3 reflejadas en el diagrama anterior que se desglosarán a continuación:

- **Carencia de personal capacitado:** este es una de las mayores causas de que el sector este en una clasificación de inmadurez en el uso de la fabricación digital en el sector automotriz, dado que un porcentaje del 80% de las entidades con posibilidades de manufacturar partes y repuestos de vehículos no conocen en que consiste el proceso CAD y por ende la utilización de este en el sector automotriz además este desconocimiento se encuentra un gran desinterés de estas entidad en incorporar este proceso en su manufactura provocada por el mismo desconocimiento de la utilización de este proceso.

- **Bajo nivel de Inversión:** las entidades del sector automotriz, no tiene una motivación de innovar en sus procesos productivos por la falta de información sobre los beneficios de la incorporación de la fabricación digital en sus procesos.

  El bajo nivel de inversión posee una causa principal en la dificultad en financiamiento para la adquisición de tecnología acompañado por el número reducido de entidades con capacidad de manufactura de partes y repuestos de automóviles.

- **Alta presencia de entidades comercializadoras en el sector automotriz:** esta es la mayor causa de que el sector automotriz tenga un nivel de inmadurez en esta tecnología, dado que estas entidades comercializadoras merman las entidades que se motivan a producir las partes y repuestos de automóviles, dado que acaparan este mercado de partes y repuestos.

3.13.2 Causas del bajo nivel del proceso de CAE en el sector automotriz.

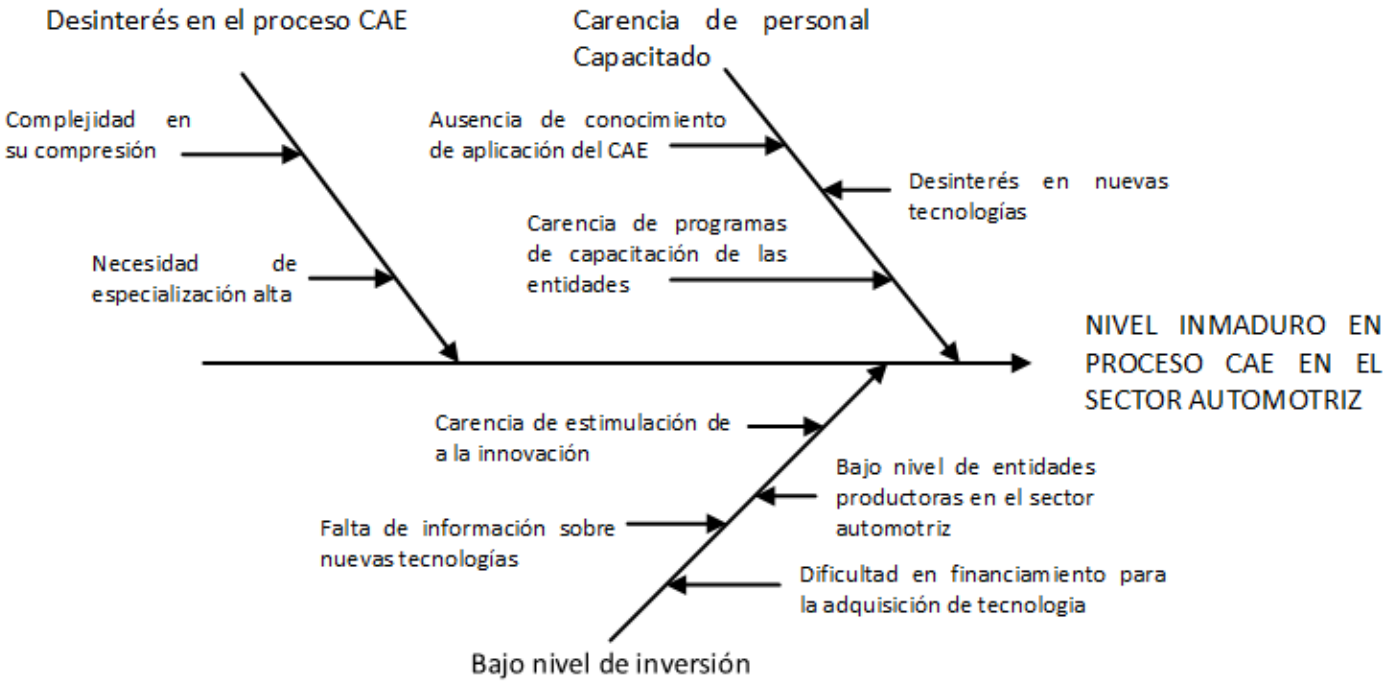


Diagrama 14: Diagrama Causa y efecto de nivel de incorporación de proceso CAE en el sector automotriz

Las principales de causas de un nivel inmaduro en la utilización o incorporación de la ingeniería asistida por computadora, parten de las 3, que como se puede observar en el diagrama dos son compartidas con el proceso CAD, pero existen leves diferencias de las causas secundarias de estas, las cuales se desglosara a continuación:

- **Carencia de personal Capacitado:** esta causa es ocasionada por los mismos factores que el proceso CAD, pero posee un diferente factor que disminuyen el número de personal con conocimientos en CAE, y este factor es la carencia de programas como entidades que ofrezcan una la capacitación en este proceso.
- **Bajo nivel de inversión:** posee los mismos factores que el proceso CAD, dado que en materia de inversión poseen similitudes en ambos procesos.
- **Desinterés en el proceso CAE:** una de las mayores causas que producen este nivel de inmadurez, está dado que el personal que posee conocimientos de fabricación digital ven tedioso y en ocasiones innecesaria la inmersión del proceso CAE en esta, por su nivel de complejidad de compresión que posee y la necesidad de un nivel alto de especialización lo cual resulta de una inversión alta y un grado de capacitación superior.

3.13.3 Causas del bajo nivel del proceso de CAM en el sector automotriz.

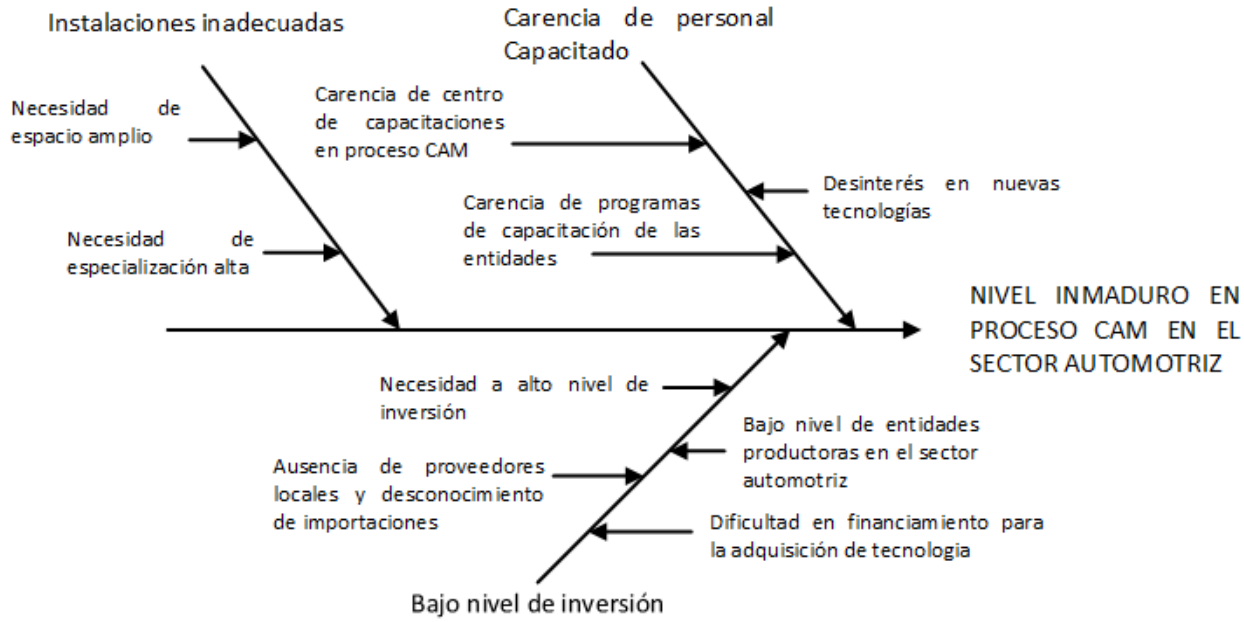


Diagrama 15: Diagrama causa y efecto de nivel de incorporación del proceso CAM en el sector automotriz

Las principales de causas de un nivel inmaduro en la utilización o incorporación de la manufactura asistida por computadora, parten de las 3, que como se puede observar en el diagrama dos son compartidas con los dos procesos anteriores, pero existen leves diferencias de las causas secundarias de estas, las cuales se desglosara a continuación.

- **Carencia de personal Capacitado:** la diferencia de esta causa en relación a los dos procesos que complementan la fabricación digital, es la ausencia de entidades con especialidad en este proceso de fabricación digital, lo cual minimiza el número de personal capacitado en este proceso.
- **Bajo nivel de inversión:** las entidades del sector automotriz, consideran que se necesita un alto nivel de inversión en tecnología dura en este proceso de fabricación digital, esto sustentado a la necesidad de importación debido a la ausencia de proveedores locales. Adicional alrededor del 70% del sector automotriz desconoce el proceso para realizar una importación de tecnología dura para dicho proceso.
- **Instalaciones Inadecuadas:** las entidades del sector automotriz, poseen la convicción de que es necesario un establecimiento de grandes dimensiones para poder poseer la cantidad necesaria de equipos para poder obtener una un nivel de flexibilidad amplia en sus procesos.

3.13.4 Causas de reducción de nivel de reducción de nivel de incorporación tecnológico

En el sector automotriz a pesar de presentar un nivel de inmadurez en la incorporación de la fabricación digital en la manufactura de piezas y partes de automóviles, existen empresas que poseen en diferentes niveles de dicha incorporación tecnológica por lo cual, se deben observar que puede causar que existe una reducción o disminución de mencionado nivel, las cuales se representan en el siguiente diagrama causa y efecto.

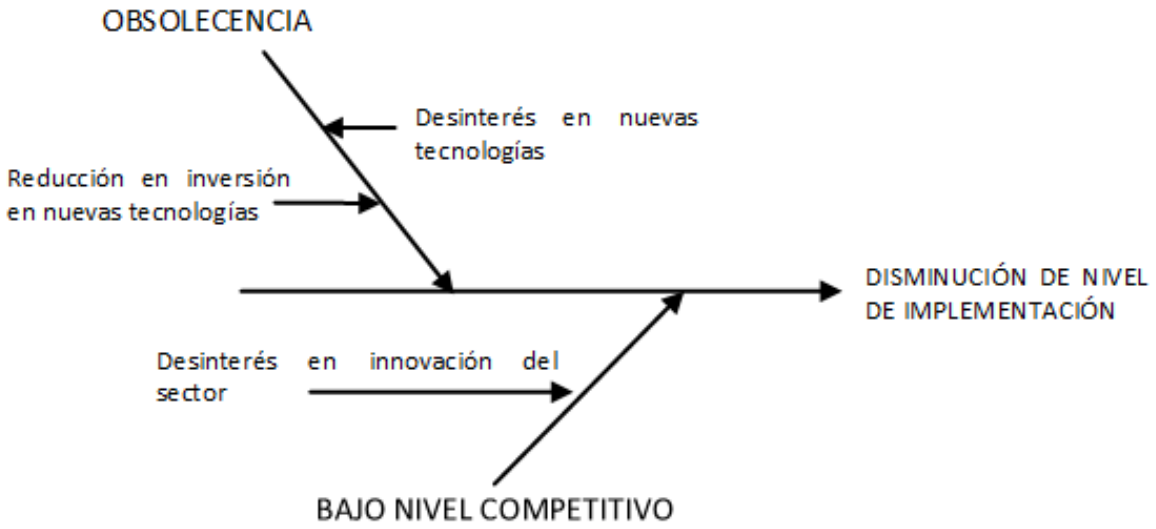


Diagrama 16: Diagrama Causa y Efecto de Reducción de Nivel de Incorporación Tecnológico.

Como se observa, existen dos causales importantes que pueden ocasionar una disminución o reducción en un nivel de implementación o incorporación de la fabricación digital en la manufactura de repuestos y partes de automóviles, las cuales se explican de la siguiente manera:

- **Obsolescencia:** esta causa hace referencia, a que las entidades con un nivel de madurez ya sea alto o moderado, deben de seguir las innovaciones que se realizan en la fabricación digital y que pueden ser aplicables al sector automotriz para evitar que el equipo y métodos que poseen vayan quedando obsoletos y sean superados por otro.
- **Bajo nivel competitivo:** el punto principal de una posible disminución de un nivel de madurez alto o moderado, nace en que el sector automotriz en materia de fabricación digital en el país es bajo, lo cual provoca que exista un desinterés o desmotivación en la constante innovación en la incorporación de esta tecnología, dado que no ven la obligación

3.13.5 Línea de acción de mejora esencial

Conociendo las causas que han ocasionado un nivel de inmadurez del sector automotriz y observando que dentro de los procesos se contemplan similares causas se diseñaran estrategias en líneas de acción que busquen una solución a las causas mencionadas.

A pesar de que las causales se han establecido de una forma generalizada, se diseñaran las líneas de acción de manera que cubran las diferentes deficiencias que presenta una entidad en particular dentro del sector automotriz, dado que cada entidad puede presentar diferentes niveles de incorporación de la fabricación digital en sus procesos de manufactura de partes y repuestos de automóviles.

Por lo cual primero se establecerá una línea de acción generalizada por categoría y nivel.

3.13.5.1 Línea de acción por Categoría.

Las diferentes categorías (blanda, dura y flexible), poseen una ponderación entre sí, diferente por lo cual las categorías poseerán diferentes diseños de estrategias.

3.13.5.1.1 Línea de acción por Categoría Blanda.

La categoría blanda, posee la mayor ponderación de las tres categorías en estudio, dado que no importara la cantidad de equipo o las diferentes clases que se posea de este si no se cuenta con un nivel apropiado en la categoría blanda, dada que esta hace referencia al conocimiento y habilidades que se poseen para la manipulación de estos equipos.

3.13.5.1.1.1 *Línea de acción por Categoría Blanda con nivel de inmadurez*

Poseer un nivel de inmadurez en la categoría blanda es el mayor obstáculo para la adecuada incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz, dado como se mencionó con anterioridad, la categoría de tecnología blanda es la de mayor importancia de las 3 categorías consideradas en este estudio.

Por ello esta línea de acción será donde se necesite mayor esfuerzo para obtener una mejora considerable para lograr alcanzar el nivel mínimo donde no se obstaculice el uso de la fabricación digital en este sector.

3.13.5.1.1.2 *Línea de acción por Categoría Blanda con nivel de madurez*

Un nivel de madurez es el mínimo recomendado para la incorporación básica de esta tecnología dada a su importancia, sin embargo, sigue siendo necesario establecer estrategias para el mantenimiento de este nivel y hasta llegar al nivel deseado dentro de esta categoría.

3.13.5.1.1.3 *Línea de acción por Categoría Blanda con nivel de madurez alto*

El nivel de madurez alto, es el adecuado para una correcta incorporación de la tecnología de fabricación digital en el sector automotriz, la línea de acción en este nivel se establecerá

para que las entidades del sector sean capaces de mantener este nivel y no perderlo en lo largo del tiempo.

3.13.5.1.2 Línea de acción por Categoría Dura

La categoría dura a pesar de ser la que cuenta con menor ponderación, no significa se degrade su importancia en la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz, dado que por medio de esta categoría se obtendrán los productos tangibles de mencionada incorporación

Dicho lo anterior, se deben establecer líneas igualmente por sus tres niveles existentes establecidos en este estudio.

3.13.5.1.2.1 *Línea de acción por Categoría Dura con nivel de inmadurez*

A pesar de poseer una menor ponderación comparada con las otras dos categorías, el tener una categoría dura con inmadurez entorpece en gran manera el intento de utilizar la fabricación digital en el sector automotriz, dado que esta categoría es la que nos define qué tipo de producto tangible se obtendrá.

Por lo que esta línea de acción tiene que ir acorde con el nivel que la entidad posea con respecto a la categoría blanda, dado que ambas categorías son complementarias entre sí. Dado esto según las estrategias que se planteen para esta línea de acción deben llevar correlación con las que se establezcan en un nivel de inmadurez en la categoría blanda correspondiente.

3.13.5.1.2.2 *Línea de acción por Categoría Dura con nivel de Madurez.*

Retomando lo anterior, el nivel de madurez en esta categoría es el que permitirá incorporar esta tecnología en los procesos productivos del sector automotriz sin obstaculización severa, y de igual manera esta línea de acción debe tener correlación con la línea de acción correspondiente a la categoría blanda.

3.13.5.1.2.3 *Línea de acción por Categoría Dura con nivel de Madurez alto*

En esta línea de acción dentro del nivel de madurez alto, se deberá enfocar en evitar la obsolescencia de lo que corresponde a esta categoría, dado que, si no se establecen las estrategias para esto, es fácil disminuir el nivel sin previo aviso.

3.13.5.1.3 Línea de acción por Categoría Flexible

Esta categoría nos permite establecer una amplia gama de posibilidades de manufactura dentro del sector automotriz dado que el termine flexible hace referencia al nivel de adaptabilidad que se posee en los procesos de manufactura para las diferentes piezas y repuestos de automóviles.

Esta categoría no es diferente a las dos anteriores, de igual manera se presenta en los 3 niveles establecidos dentro de este estudio.

3.13.5.1.3.1 *Línea de acción por Categoría Flexible con nivel de inmadurez*

El nivel de inmadurez en esta categoría limita las posibilidades de incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz. Dado esto las estrategias que se diseñen para este nivel deberán ser destinadas para disminuir la limitación de esta incorporación de esta tecnología.

3.13.5.1.3.2 *Línea de acción por Categoría Flexible con nivel de madurez*

No debemos considerar que por poseer un nivel de madurez no siguen limitando las posibilidades de implementación de la fabricación digital en el sector automotriz, dado que las partes y repuestos para automóviles tienen una variedad muy amplia por lo cual requiere establecer estrategias que muestren la línea que deberá seguir una entidad para disminuir lo mayor posible las limitantes que este nivel provoca en dicha implementación.

3.13.5.1.3.3 *Línea de acción por Categoría Flexible con nivel de madurez alto*

Una madurez alta no asegura que este nivel llegue a disminuir, y la mayor causante de que un nivel de madurez alta se reduzca está dada por la constante innovación que existen en la fabricación digital, por lo que se están añadiendo constantemente nuevos métodos y tecnologías a este tipo de fabricación, por lo cual las estrategias debe ser orientadas a la constante innovación de esta categoría, para mantener un nivel de madurez alto y no llegar a poseer limitantes que provoca un nivel inferior a este.

3.13.6 Líneas estratégicas

Además de las líneas de mejora establecidas, es necesario establecer las líneas estrategias para el crecimiento de la entidad como del sector automotriz en la fabricación de partes y repuestos automotriz.

Para ello, se utilizará la técnica de las cinco fuerzas competitivas o también conocido como diamante de Porter.

3.13.7 Cinco fuerzas competitivas

Las cinco fuerzas que modelan la competencia de un sector son, las amenazas de nuevos competidores, el poder de negociación de los proveedores, el poder de la negociación con los clientes y la amenaza de productos sustitutos.

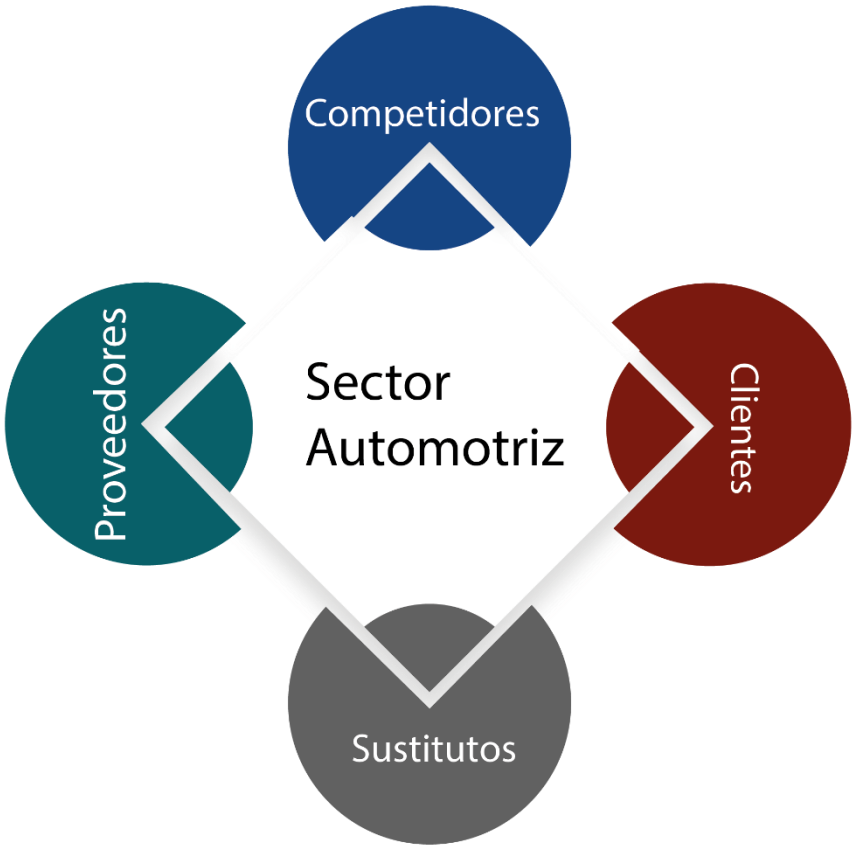


Diagrama 17: Cinco Fuerzas Competitivas

Proveedores: dentro del sector automotriz hace referencia a los que abastecen en de insumos necesarios para la manufactura de las diferentes partes y repuestos de automóviles, estos pueden comprender la materia prima y la herramienta o equipo necesario para esto, que en este caso son aquellos que están dentro de la fabricación digital.

Dada a la novedad de la fabricación digital, en el país existen proveedores de materia prima para trabajos básicos dentro de las piezas y partes de automóviles, dado que en El Salvador, contamos con empresas como Alumicentro, Ternium y AICA que son proveedores de diferentes metales necesarios para la elaboración de algunas piezas, pero en cambio, solamente se cuenta con proveedores de impresoras 3D de forma local, lo cual obliga a importar la demás maquinaria para llevar a cabo trabajos específicos por ello, estos proveedores pueden ejercer una fuerza como las siguientes:

- Abuso de la posición dominante en la fijación de precios
- Integración vertical

Las estrategias deben establecerse a no crear una dependencia de unos proveedores, y establecer relaciones más simétricas entre ellos y la entidad, también recordar que en la integración vertical puede convertirse en un nuevo competidor, estas dos fuerzas son las que pueden ejercer principalmente los proveedores del insumo de fabricación digital para el sector automotriz.

Competidores[26]: en este caso, los competidores de esta rama, son las entidades que distribuyen y comercializan partes y repuestos de importación para vehículos, que como se demostró en el estudio del mercado de autopartes, estos ejercen una fuerza principal que es en la fijación de precios del producto final, dado que estas entidades comercializadoras son las que se han apropiado del mercado de las autopartes en El Salvador, por lo cual se deberán establecer estrategias donde se observe una ventaja competitiva sobre estas entidades, estas entidades pueden ejercer de una fuerza en materia mayoritariamente en precios, dado que en cuanto a lo relacionado a la calidad, la fabricación digital puede igualar la calidad de las piezas de automotrices.

Clientes: Los clientes del sector automotriz, tienen una actitud de alta exigencia, dado que las partes y repuestos de automóviles, en muchos de los casos involucra la seguridad de ellos.

Estas exigencias según los datos recolectados en el análisis del mercado, están enfocados en la durabilidad y del correcto funcionamiento de estas partes o repuestos, dado a esto se posee una amenaza permanente de terminar la relación, ocasionado por el cumplimiento de estas exigencias por parte del competidor del sector.

Sustitutos: dado a que, en el país, son casi inexistentes las entidades que se encarguen de la manufactura de partes y repuestos automóviles fundamentado en el estudio del mercado de la comercialización de partes y repuestos automotrices, el producto sustituto, son tanto las partes y repuestos importados y las reparaciones de estos, dado por esto, es necesario establecer estrategias para poder hacer frente a esta fuerza externa.

Fuerzas internas: esta fuerza dentro del sector, son la ventajas que posee el sector automotriz al momento de incorporar la fabricación digital en su líneas de procesos, y estas se pueden mencionar como la flexibilidad que la entidad y el sector adquirirá al momento de incorporar esta tecnología abriendo los límites de fabricación de los diversas piezas y repuestos de automóviles y se observa una diferencia importante en el tiempo de fabricación contra el tiempo de importación de estos productos, las estrategias deben ir por estas líneas de acción.

3.14 Estrategias de incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz

Las diferentes estrategias se establecerán, partiendo de las líneas de acción establecidas en el anterior apartado siendo los principales categorías y niveles de cada una de estas, adicional a esto se utilizarán como base el comportamiento de las entidades involucradas en el estudio del mercado de partes y piezas de automóviles que se desarrolló con anterioridad a esta etapa.

[26] Gestion.org. 2020. [online] : https://www.gestion.org/diamante-de-porter/.

3.14.1 Estrategias pertenecientes al proceso de diseño asistido por computadora (CAD)

Tabla 120: Estrategias pertenecientes al proceso de diseño asistido por computadora (CAD).

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAD-BL01	BLANDA	INMADURO	FUERZAS INTERNAS	Generar el talento humano dentro de la entidad para realizar el proceso CAD en la fabricación digital	Capacitaciones en diseño asistido por computadora a empleados que se encargaran exclusivamente de este proceso de fabricación digital. Las entidades que representan al sector automotriz, para combatir la resistencia al cambio, debe explorar las posibilidades para exponer a las diferentes entidades que comprenden el sector la importancia de la innovación y de la incorporación de la fabricación digital en sus procesos productivos y de rectificación. Exponiendo de igual forma las ventajas que esto generaría enfrente a su competencia y los beneficios que obtendrían al emplearla.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAD-BL02	BLANDA	MADURO	FUERZA INTERNA Y CLIENTE	Categorizar los softwares y el nivel de manejo que se posee dentro de la entidad o del sector automotriz para identificar las líneas de mejora.	Explorar el alcance los de softwares en manejo dentro de la identidad y comparar con el alcance deseado por parte de la entidad, para visualizar que a que softwares nuevos adquirir o en que software invertir para alcanzar un nivel mayor en materia de utilización. Si se posee un nivel básico en diferente software y se desea mantener, se limitará a el establecimiento de líneas de producción de partes y/o repuestos que obedezcan a este nivel, que serán: • Juntas de Motor • Discos de Fricción de embrague Si se posee un nivel intermedio en mínimo en dos softwares o un nivel avanzado en los primeros 3 softwares categorizados en el estudio las posibles de líneas de producción siguen con muchas variantes y adicional a las dos piezas que se mencionan anteriormente se agregaría lo que son: • Cigüeñal • Válvulas Recordar que esto debe de ir en correlación al nivel de esta misma categoría y en la categoría dura del proceso CAM

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAD-BL03	BLANDA	MUY MADURO	PROVEEDORES Y FUERZA INTERNA	Orientar a la constante innovación que es necesaria para mantener un alto nivel de competitividad en el sector.	Contactar con los proveedores de software CAD, para establecer líneas de comunicación directos para poder obtener las innovaciones que se realicen dentro del sector CAD directamente desde el proveedor. Y buscar la obtención de certificaciones de los softwares, que la compañía ya utiliza en el proceso CAD, para poder ofrecer un trabajo profesional con soporte en certificaciones.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAD-BL04	BLANDA	MUY MADURO	COMPETIRDOR Y P. SUSTITUTOS	Compilar las posibles líneas de producción de las partes y/o repuestos, para la incorporación de la fabricación digital en dichas partes y/o repuestos.	Dentro de este nivel que es el nivel que el sector o la entidad particular debe se buscar obtener dado que, en este nivel, se pueden establecer las líneas de producción de repuestos y/o partes de automóviles son todas aquellas piezas que en este estudio se han visualizado con viabilidad de reproducción con la fabricación digital. Para lo cual debe certificarse en los diferentes softwares dedicados al proceso CAD para ofrecer un servicio profesionalizado.
CAD-DR01	DURA	INMADURO	FUERZAS INTERNAS	Enumerar las deficiencias que han provocado un nivel de inmadurez en la categoría blanda para visualizar las posibles líneas de mejora.	Dado que esta categoría deberá llevar correlación con la categoría blanda, se debe explorar los softwares y en que nivel de conocimiento se poseen dentro de la entidad, determinando así la clase de equipo necesario para el uso de este. Si la entidad en un nivel de inmadurez en la categoría blanda y no posee intenciones de alcanzar un nivel superior, los equipos adecuados para esto son los de clase media, estos son los que cumplen con los mínimos requerimientos del proveedor para el uso de este proceso de fabricación digital. Sin embargo, para las entidades que buscan una mejora de ambas categorías, los equipos adecuados son aquellos que superen los mínimos requisitos establecidos por los proveedores de estos softwares, y que tengan un rango de mejora considerable para aumentar el tiempo de vida útil de los equipos y así ralentizar el efecto de obsolescencia de dichos equipos.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAD-DR02	DURA	MADURO	FUERZAS INTERNAS Y PROVEEDORES	Contrastar los equipos que se poseen para identificar las carencias de estos y buscar las líneas de mejora.	Primeramente, es necesario conocer las deficiencias que se poseen, conociéndolas se procede a visualizar la línea de mejora, lo cual dentro de esta categoría, son equipos que tengan posibilidad de actualización de hardware por un periodo considerable, dado a la constante innovación de los programas de CAE, estos requerirían mejores prestaciones de los equipos. Se aconseja contactar con un proveedor de hardware especializado, y establecer canales de comunicación para cuando se presente la necesidad de aumentar el rendimiento de los equipos
CAD-DR03	DURA	MUY MADURO	PROVEEDORES	Motivar a la innovación tecnológica en los procesos de tanto de elaboración como de reparación de partes y piezas de automóviles para incentivar el financiamiento para la adquisición de los equipos necesarios para dichos procesos.	Realizar estudios técnicos donde se busque justificar la necesidad de la incorporación de nueva tecnológica, así como especificando la aplicabilidad y beneficios por medio de dicha incorporación, esto sustentara una petición de financiamiento a entidades bancaras, las podrán observar dicha necesidad y considerara un financiamiento acorde a esto. Adicional, considerar en la actualización de equipo informático que se posee actualmente destinado para el proceso CAD.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAD-FL01	FLEXIBLE	INMADURA	CLIENTES	Orientar a la necesidad e importancia de un nivel de flexibilidad dentro del proceso CAE para la reproducción de partes y repuestos de automóviles.	Expandir el manejo de diferentes softwares destinados al proceso CAE para reducir las limitantes para la reproducción de partes y/o repuestos, dado capacitaciones al personal en mínimo los 4 softwares lideres en este proceso. Las piezas de reproducción dentro de esta categoría y nivel están completamente arraigados a las piezas viables de reproducción del nivel correspondiente a la categoría flexible del proceso CAM y Categoría blanda del proceso CAD
CAD-FL02	FLEXIBLE	MADURA	SUSTITUTOS, COMPETIDORES Y FUERZAS INTERNAS	Analizar las limitantes que se posee por una flexibilidad limitada dentro del proceso CAE.	Demostrar que a pesar de un nivel maduro en flexibilidad dentro de este proceso, causas limitantes en partes y/o piezas de mayor rentabilidad del sector. Crear programas de capacitaciones mas del 30% de softwares enlistados en este estudio para minimizar dichas limitantes y establecer alianzas con entidades gubernamentales o del sector automotriz, para el financiamiento de dichos programas para obtener certificaciones directamente de los proveedores de los diferentes softwares. Las piezas de reproducción dentro de esta categoría y nivel están completamente arraigados a las piezas viables de reproducción del nivel correspondiente a la categoría flexible del proceso CAM.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZAS DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAD-FL03	FLEXIBLE	MUY MADURO	SUSTITUTOS, COMPETIDORES	Estimar una insistente innovación para disminuir el efecto de obsolescencia de equipos y reducción en el nivel de flexibilidad.	Establecimiento de canales de comunicación directos con proveedores, dado que es un sector con una innovación constante lo cual puede llegar a incluir nuevas herramientas para el proceso CAE que de no ser consideradas ocasionan una disminución en la flexibilidad de dicho proceso.

3.14.2 Estrategias pertenecientes a la ingeniería asistida por ordenador (CAE)

Tabla 121: Estrategias pertenecientes a la ingeniería asistida por ordenador (CAE)

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-BL01	BLANDA	INMDURO	FUERZA INTERNA	Generar el talento humano dentro de la entidad para realizar el proceso CAE en la fabricación digital	Para comprender la importancia de este proceso, se deben proveer de capacitaciones en ingeniería asistido por computadora a empleados que se encargaran exclusivamente de este proceso de fabricación digital, dado que este restringirá las partes y repuestos de automóviles dado que sin conocer la ingeniería que rodea a estas, la entidad no estará capacitada para realizar su reproducción. Las limitantes son grandes en este nivel, dado eso la única pieza con la cual se puede empezar con la incorporación de la fabricación digital es la Junta del motor dado que estas no poseen una ingeniería compleja para su reproducción.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-BL02	BLANDA	MADUR	FUERZAS INTERNAS Y CLIENTES	Categorizar los softwares y el nivel de manejo que se posee dentro de la entidad o del sector automotriz para identificar las líneas de mejora.	Explorar el alcance los de softwares en manejo dentro de la identidad y comparar con el alcance deseado por parte de la entidad, para visualizar que a que softwares nuevos adquirir o en que software invertir para alcanzar un nivel mayor en materia de utilización. Si se posee un nivel intermedio en diferente software, se limitará a el establecimiento de líneas de producción de partes y/o repuestos que obedezcan a este nivel y adecuadas para incorporar la fabricación digital en la reproducción, son las siguientes: • Juntas de Motor • Discos de Fricción de embrague Dado a la implicación de una ingeniería intermedia para su reproducción, pero esto dependerá de la capacidad de la tecnología dura en el proceso CAM en la entidad.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-BL03	BLANDA	MUY MADURO	CLIENTES	Orientar a la constante innovación que es necesaria para mantener un alto nivel de competitividad en el sector.	Adicional de contactar con proveedores sobre las constante innovaciones dentro de los softwares destinados a la rama de CAE, es necesario establecer canales de comunicación con distribuidores vehiculares para estar informado sobre las novedades de materiales como de diseños de los vehículos nuevos que surjan con el tiempo.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-DR01	DURA	INMADURO	FUERZAS INTERNAS	Definir la necesidad de mejorar las deficiencias dentro de este proceso para alcanzar un nivel optimo para reproducción de piezas.	Indagar en la falta de recursos destinados para este proceso, adquirir equipo con el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos por los proveedores de los sistemas de CAE y para los objetivos de la entidad. Con este nivel de este proceso, es muy limitante el numero de partes y/o repuestos con los que se puede iniciar con la incorporación de la fabricación digital, solamente se puede tomar como línea de producción inicial, la realización de los moldes para la inyección de las distintas piezas de carrocería establecidas en este estudio.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-DR02	DURA	MADURO	FUERZAS INTERNAS Y CLIENTES	Verificar la posibilidad de obsolescencia de los equipos actuales para identificar las necesidades de mejora.	Establecer el alcance deseado de la entidad, para identificar las características de los equipos que se necesitaran para evitar limitantes de fabricación de partes y/o repuestos de automóviles. Dentro de este nivel, se puede incursionar con la fabricación digital con las siguientes partes de vehículos: • Juntas de Motor • Disco de fricción de embrague • Válvulas de Motor

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-DR03	DURA	MUY MADURO	COMPETIDORES Y FUERZAS INTERNAS	Crear motivación de una contante innovación que evite la obsolescencia de los equipos	Identificar la vida útil de cada equipo y características del equipo actual para contrastar con las innovaciones dentro del sector y así identificar si existe una necesidad de modificar equipos. Dada la naturaleza del proceso, es necesario ir actualizando cada equipo con lo que en el mercado se esta utilizando así para evitar llegar a poseer un equipo obsoleto que establezca limitantes de producción. Las entidades que poseen el este nivel, poden incursionar en la fabricación digital, con todas las partes y repuestos viables de reproducción expuestas en este estudio.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-FL01	FLEXIBLE	INMADURA	CLIENTES	Orientar a la necesidad e importancia de un nivel de flexibilidad dentro del proceso CAE para la reproducción de partes y repuestos de automóviles.	Expandir el manejo de diferentes softwares destinados al proceso CAE para reducir las limitantes para la reproducción de partes y/o repuestos, dado capacitaciones al personal en mínimo los 4 softwares lideres en este proceso. Las piezas de reproducción dentro de esta categoría y nivel están completamente arraigados a las piezas viables de reproducción del nivel correspondiente a la categoría flexible del proceso CAM y Categoría blanda del proceso CAD

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-FL02	FLEXIBLE	MADURA	SUSTITUTOS, COMPETIDORES Y FUERZAS INTERNAS	Analizar las limitantes que se posee por una flexibilidad limitada dentro del proceso CAE.	Demostrar que, a pesar de un nivel maduro en flexibilidad dentro de este proceso, causas limitantes en partes y/o piezas de mayor rentabilidad del sector. Crear programas de capacitaciones mas del 30% de softwares enlistados en este estudio para minimizar dichas limitantes y establecer alianzas con entidades gubernamentales o del sector automotriz, para el financiamiento de dichos programas para obtener certificaciones directamente de los proveedores de los diferentes softwares. Las piezas de reproducción dentro de esta categoría y nivel están completamente arraigados a las piezas viables de reproducción del nivel correspondiente a la categoría flexible del proceso CAM.

CODIFICACIÓN	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAE-FL03	FLEXIBLE	MUY MADURO	SUSTITUTOS, COMPETIDORES	Evitar una inconstante innovación para disminuir el efecto de obsolescencia de equipos y reducción en el nivel de flexibilidad.	Establecimiento de canales de comunicación directos con proveedores, dado que es un sector con una innovación constante lo cual puede llegar a incluir nuevas herramientas para el proceso CAE que de no ser consideradas ocasionan una disminución en la flexibilidad de dicho proceso.

3.14.3 Estrategias pertenecientes al proceso de Manufactura Asistido por Computadora (CAM)

Debido a que el proceso de manufactura asistido por computadora requiere de estrategias que definan el potencial productivo y el entorno empresarial de competencia con los cuales cualquier empresa de fabricación digital en la rama de autopartes deba de afrontar como retos de incursión a la industria 4.0, es necesaria una herramienta que permita analizar de forma interna y externa a dichas empresas y generar estrategias con una visión integral de solución a deficiencias y de aprovechamiento de distintas oportunidades a través de la fabricación digital en la manufactura de autopartes. Es por ello, que se estima conveniente que en el proceso de manufactura asistida por computadora se definirán estrategias a tevés de herramienta del método FODA, ya que esta permite plantear de mejor manera estrategias que van más apegadas a la realidad de las empresas.

OBJETIVO:

Conocer la realidad situacional de la fabricación asistida por computadora en El Salvador y planteamiento de estrategias para su uso en los talleres del sector automotriz

A continuación, se realiza el planteamiento de estrategias basados en el análisis de la matriz FODA:

Tabla 122: Matriz de Estrategias FODA

MATRIZ FODA	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	1. Piezas a la medida. 2. Flexibilidad de diseño 3. Intervención mínima del operario (ahorro de personal operativo) 4. Mayor precisión en las piezas terminadas. 5. Menor desperdicio de material. 6. Mayor flexibilidad en los proyectos. 7. Mayor automatización. 8. Mayor rentabilidad 9. Control numérico computarizado y robots industriales. 10. Explotación de ingeniería inversa para crear piezas. 11. Calidad e inspección; por ejemplo, máquinas de medición por coordenadas programadas en una estación de trabajo CAD/CAM. 12. Reduce el material que hay que usar. 13. Simplicidad de la técnica 14. Elimina los errores del operador. 15. Procedimientos menos invasivos	1. Falta infraestructura tecnológica. 2. Falta de conocimiento del sistema y equipo. 3. Equipos complejos de manejar. 4. Costo elevado de adquisición de los equipos. 5. Ausencia de líneas de financiamiento propias para el desarrollo de fábricas inteligentes. 6. Ausencia de proveedores locales y desconocimiento de importaciones 7. Subutilización de maquinaria debido a clases de producción que requieren baja cantidad de pedidos. 8. Bajo nivel de personal técnico capacitado para el mantenimiento y reparación de maquinaria y software propio de las maquinas. 9. Altos costos de inversión en infraestructura adecuada para la adaptación de maquinaria y equipo tecnológico. 10. Perdida de calibración de la maquinaria y equipo debido a vibraciones. 11. Piezas y repuestos para maquinaria y equipo con costes elevados. 12. Necesidad de mano de obra capacitada.

OPORTUNIDADES	ESTRATGIAS – FO	ESTRATEGIAS- DO
1. Capacidad de responder más rápidamente a cambios en los requerimientos de volumen o composición. 2. Incursión a la industria automotriz de El Salvador. 3. Creación de piezas automotrices difíciles de encontrar en nuestro país. 4. Ampliar el mercado de autopartes en el país. 5. Aprovechamiento de la importación de vehículos que requieren usualmente reparación y autopartes. 6. Mejora de la productividad y la calidad. 7. Explotar el parqueo vehicular de El Salvador con necesidades de reparación. 8. Reducción de tiempos de espera en el mercado local causada por autopartes importadas. 9. Posibilita el desarrollo de nuevos mercados para productos y servicios 10. involucramiento en proyectos de restauración de vehículos antiguos. 11. Abarcar el mercado de autopartes descontinuados. **12.** Creación de fuerza laboral técnica capacitada.	1. Aprovechar el mercado de modelos de automóviles descontinuados para desarrollar líneas de producción que estén dirigidas a la restauración de piezas que ya no pueden encontrar en nuestro país los propietarios de dichos automóviles. 2. apostar por la incursión en el mercado de la importación de partes y repuestos para automóviles que vayan enfocadas en la restauración o fabricación de piezas que sean difíciles de encontrar en el mercado de la venta de repuestos para automóviles. 3. Identificar los mejores programas de capacitación de mano de obra técnica que permita mejor desempeño. 4. La reducción de material que presenta el uso de la fabricación digital es un punto clave en la fabricación de partes difíciles de encontrar ya que permitirá presentar piezas que sean del gusto de los clientes y a un menor precio. 5. Cubrir necesidades del mercado de piezas automovilísticas descontinuadas por las fábricas. 6. Incursionar en proyectos de creación de piezas en proyectos de restauración y modificación de automóviles. 7. Aprovechamiento de maquinaria y equipo creando servicios de fabricación a la medida. 8. Competir en el mercado de autopartes con piezas de alta calidad que generen mayor confianza que los repuestos provenientes de la producción china.	1. Establecer alianzas con proveedores de maquinaria y equipo que ofrezcan, además de oportunidades de financiamiento, capacitación de uso de maquinarias al personal operativo. 2. Promocionar las capacidades tecnológicas para atraer inversiones. 3. Gestionar y facilitar los medios necesarios que permitan desarrollar capacidades técnicas de trabajadores. 4. El uso de esta tecnología conlleva a una inversión elevada, pero trae como ventaja la ampliación de la oferta de productos, permitiendo así la incursión en sectores del mercado a los cuales las distribuidoras no llegan. 5. Comunicar por los medios adecuados las propiedades, beneficios y bondades que brinda la fabricación asistida por computadora y dejando en manifiesto las capacidades y posibilidades de producción. 6. Crear alianzas estrategias con distribuidoras locales para penetrar en el mercado de autopartes, incrementando la rentabilidad a raíz de la inversión y creando líneas de productos establecidos. 7. Adaptar el negocio de fabricación a outsourcing con el fin eliminar maquinaria ociosa. 8. Generar oportunidades de desarrollo con la visión ganar - ganar con talleres mecánicos que necesiten realizar procesos que requieran alta precisión en corto tiempo.

AMENAZAS	ESTRATEGIAS- FA	ESTRATEGIAS- DA
1. Perdida de mano de obra capacitada. 2. Elevados costos de desarrollo e implementación de las tecnologías 3. Sector distribuidor de autopartes consolidado. 4. Daños severos en maquinaria debido a desperfectos eléctricos. 5. Sensibilidad de maquinaria y equipo a movimientos telúricos. 6. No poder competir con precios de autopartes existentes en el mercado distribuidor. 7. Dificultad de poder acceder a la materia prima con propiedades técnicas específicas. 8. Retrasos en aduanas por materias primas importadas.	1. Establecer que clases debe incorporar para ampliar las posibilidades de manufactura. 2. Desarrollar el Sistema de Análisis de Mercados que permita identificar oportunidades de exportación. 3. Aprovechar la reducción del uso de materiales para competir en calidad de precios con las distribuidoras de partes y repuestos para automóviles. 4. Gracias a que la fabricación asistida por computadora genera una reducción de material se deben plantear procesos de fabricación que ayuden a optimizar el uso de estos. 5. Debido a que se tiene mayor precisión y piezas a la medida con el uso de la fabricación asistida por computadora, se puede reducir el tiempo de fabricación de piezas para automóvil y así poder competir con los precios existentes en el mercado actual. 6. Gracias a la mínima intervención de mano de obra en los procesos y la reducción del uso de los materiales, se puede plantear líneas de producción definidas que permitan disminuir los costos elevados de desarrollo e implementación.	1. Gestionar la inversión en maquinaria meramente necesaria para suplir las necesidades de cada tipo de empresa para así mermar los elevados costos de desarrollo e implementación de tecnologías. 2. Facilitar los medios necesarios para mantener planes de capacitación constante para el personal operativo. 3. Establecer relaciones directas con proveedores que sean comprometidos con las entregas de materias primas necesarias para la producción. 4. Generar oportunidades de desarrollo con la visión ganar - ganar con talleres mecánicos que necesiten realizar procesos que requieran alta precisión en corto tiempo.

3.15 Estrategias pertenecientes al proceso de Manufactura Asistido por Computadora (CAM)

Tabla 123: Estrategias de Manufactura Asistida por Computadora (CAM).

CODIFICACION	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAM-DR01	DURA	INMDURO	FUERZA INTERNA Y CLIENTES	Identificar las necesidades de cada empresa para reducir costos innecesarios para la compra de maquinaria meramente necesaria.	Gestionar la inversión en maquinaria meramente necesaria para suplir las necesidades de cada tipo de empresa para así mermar los elevados costos de desarrollo e implementación de tecnologías.
CAM-DR02					Generar oportunidades de desarrollo con la visión ganar - ganar con talleres mecánicos que necesiten realizar procesos que requieran alta precisión en corto tiempo.

CODIFICACION	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAM-DR03	DURA	MADURO	COMPETDORES CLIENTES	Maximizar la utilidad de los equipos que se poseen para establecer líneas de manufactura de diferentes partes y/o repuestos -de automóviles	Establecer que clases de equipos debe incorporar para ampliar las posibilidades de manufactura.
CAM-DR04					Gracias a que la fabricación asistida por computadora genera una reducción de material, se deben plantear procesos de fabricación que ayuden a optimizar el uso de estos.
CAM-DR05					Debido a que se tiene mayor precisión y piezas a la medida con el uso de la fabricación asistida por computadora, se puede reducir el tiempo de fabricación de piezas para automóvil y así poder competir con los precios existentes en el mercado actual.
CAM-DR06					Gracias a la mínima intervención de mano de obra en los procesos y la reducción del uso de los materiales, se puede plantear líneas de producción definidas que permitan disminuir los costos elevados de desarrollo e implementación.

CODIFICACION	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAM-DR07	DURA	MUY MADURO	COMPETIDORES – CLIENTES – PRODUCTOS SUSTITUTOS	Definir las líneas de producción más viables según la clase de equipos que se poseen para aprovechar los beneficios que estos ofrecen.	Aprovechar el mercado de modelos de automóviles descontinuados para desarrollar líneas de producción que estén dirigidas a la restauración de piezas que ya no pueden encontrar en nuestro país los propietarios de dichos automóviles.
CAM-DR08					La reducción de material que presenta el uso de la fabricación digital es un punto clave en la fabricación de partes difíciles de encontrar ya que permitirá presentar piezas que sean del gusto de los clientes y a un menor precio.

CODIFICACION	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIAS
CAM-DR09	DURA	MUY MADURO	COMPETIDORES – CLIENTES – PRODUCTOS SUSTITUTOS	Definir las líneas de producción más viables según la clase de equipos que se poseen para aprovechar los beneficios que estos ofrecen.	Incursionar en proyectos de creación de piezas para proyectos de restauración y modificación de automóviles.
CAM-DR10					Aprovechamiento de maquinaria y equipo creando servicios de fabricación a la medida.
CAM-DR11					Competir en el mercado de autopartes con piezas de alta calidad que generen mayor confianza que los repuestos provenientes de la producción china.

CODIFICACION	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAM-FL01	FLEXIBLE	INMADURA	FUERZA INTERNAS Y PROVEEDOR	Conocer las limitantes de manufactura de las piezas y/o partes de automóviles para identificar posibles líneas para ampliar capacitaciones para el personal interno de la empresa.	Facilitar los medios necesarios para mantener planes de capacitación constante para el personal operativo.
CAM-FL02					Establecer relaciones directas con proveedores que sean comprometidos con las entregas de materias primas necesarias para la producción.

CODIFICACION	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAM-FL03	FLEXIBLE	MADURA	EXPORTADORES Y COMPETIDORES	Abrir canales de comercialización para concretar una penetración en el mercado de forma idónea.	Desarrollar el Sistema de Análisis de Mercados que permita identificar oportunidades de exportación.
C AM-FL04					Aprovechar la reducción del uso de materiales para competir en calidad de precios con las distribuidoras de partes y repuestos para automóviles.
CAM-FL05					Aprovechar la precisión obtenida a la maquinaria de la fabricación digital y de la reducción del tiempo que esta misma ocasiona, esto nos da una ventaja competitiva considerable enfrente a los importadores de partes y piezas vehiculares, dando énfasis en estas ventajas poder entrar en el mercado automotriz y ofreciendo el servicio a las diferentes entidades que se dedican a la reparación de vehículos. Además de esto establecer alianzas con los proveedores de maquinarias e insumos para poder mantener o aumentar el nivel en esta categoría y este proceso.

CODIFICACION	CATEGORIA	NIVEL	FUERZA DE PORTER	OBJETIVO	ESTRATEGIA
CAM-FL06	FLEXIBLE	MUY MADURA	COMPETIDORES Y CLIENTES	Generar alianzas en el mercado para a importación y comercialización de partes y repuestos identificando los mejores canales de capacitación para la eficiente manufactura de estas.	Apostar por la incursión en el mercado de la importación de partes y repuestos para automóviles que vayan enfocadas en la restauración o fabricación de piezas que sean difíciles de encontrar en el mercado de la venta de repuestos para automóviles.
CAM-FL07					Identificar los mejores programas de capacitación de mano de obra técnica que permita desarrollarse de mejor manera.
CAM-FL08					Cubrir necesidades del mercado de piezas automovilísticas descontinuadas por las fábricas.

3.16 Actividades De Desarrollo De Estrategias.

Después de analizar y plantear un instrumento que nos permite determinar el nivel tecnológico de las empresas manufactureras de nuestro país y de plantear estrategias que nos permitan presentar una opción a dichas empresas para que tengan líneas de acción a seguir, es por ello que, ante las estrategias planteadas anteriormente, se presenta una serie de actividades que permitirán poder gestionar de una mejor manera el curso de la aplicación de las estrategias e inversión.

A continuación, se muestran las actividades propuestas para desarrollar las estrategias:

Tabla 124: Guía Propuesta de Actividades de Desarrollo de Estrategias.

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA(CAD)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
INMADURO	BLANDA	CAD-BL01	Identificar y seleccionar a los colaboradores, que se encargará del proceso CAD	Identificar el software CAD que más se apega a los objetivos de la entidad.	Cotizar el valor de los diferentes softwares y capacitaciones.	Seleccionar software y programa de capacitación que se acople a los objetivos de la entidad, y supervisar que el personal cumpla con el programa de capacitación
MADURO		CAD-BL02	Categorizar los softwares que se están utilizando en la identidad.	Identificar si el software que se está utilizando cumple con los objetivos de la entidad.	Cotizar el valor del programa de capacitaciones que satisfaga los objetivos de la entidad	Supervisar la capacitación del personal
MUY MADURO		CAD-BL03	Identificar las líneas de producción que se pueden incluir`	Analizar las tecnologías necesarias para incluir dichas líneas de producción	Cotizar el programa de capacitación que cumpla con los objetivos de la entidad	Supervisar la capacitación del personal seleccionado

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA(CAD)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
INMADURO	DURA	CAD-CR01	Identificar las deficiencias de la entidad con respecto a la fabricación digital	Determinar el nivel que se posee en materia de categoría blanda en este proceso	En listar las soluciones a las deficiencias en respecto a tecnología	Cotizar y adquirir el equipo informático que cumpla con los objetivos establecidos de la entidad
MADURO		CAD-CR02	Identificar alternativas de mejora con respecto al equipo informático que se posee	Determinar las necesidades de mejora que se necesitan en materia de equipo informático	Cotizar los elementos necesarios para cumplir con los objetivos establecidos de la entidad	Adquirir los elementos para mejorar los equipos informáticos que se poseen.
MUY MADURO		CAD-CR03	Identificar posibles ventanas de innovación del sector automotriz	Realizar estudios para determinar que innovaciones se pueden incluir	Actualizar equipo informático para poder implementar las innovaciones	

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA(CAD)							
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**	**ACT. 5**
INMADURO	FLEXIBLE	CAD-FL01	Identificar el tanto los softwares como el nivel que posee la entidad de estos	Determinar líneas de mejora en el manejo de los softwares actuales dentro de la entidad	Verificar que softwares diferente a la entidad complementa a los que se posee actualmente	Cotizar los softwares y programas de capacitación para el personal	Supervisar la capacitación del personal
MADURO		CAD-FL02	Determinar que causa limitantes en el proceso CAD	Comprobar los niveles y la cantidad de programas que controla el personal	Verificar que softwares diferente a la entidad complementa a los que se posee actualmente	Cotizar los programas de capacitación de los diferentes softwares	Supervisar la capacitación del personal
FLEXIBLE		CAD-FL03	Identificar los proveedores de los softwares utilizados en la entidad	Cotizar el valor de las certificaciones en los programas que actualmente maneja la entidad	Realizar las certificaciones del personal encargada en el proceso CAD	Generar alianzas con entidades certificadores de softwares CAD	

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA INGENIERIA ASISTIDA POR COMPUTADORA(CAE)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
INMADURO	BLANDA	CAE-BL01	Seleccionar el personal a capacitar que se encargará del proceso CAE.	Cotizar los softwares en el mercado.	Invertir en equipos informáticos que cumplan requisitos de software	Seleccionar el software que es acorde a sus necesidades y capacidades.
MADURO		CAE-BL02	Obtener las características técnicas de los equipos informáticos y de los softwares.	Comparar los requisitos técnicos de cada uno de los softwares y equipo informático para seleccionar el que se adapta a sus necesidades.	Cotizar los softwares en base a las características que estos poseen y ofrecen.	Realizar la compra de licencia de software en base a necesidades internas y objetivos de la empresa.
MUY MADURO		CAD-BL03	Buscar entidades en las redes dedicadas al rubro de fabricación digital, automovilístico que permitan ampliar el conocimiento.	Establecer canal de comunicación (vía correo o redes sociales)	Conocer las innovaciones de ambos sectores	Establecer nexos con ambos a corto y largo plazo para estar en constante vanguardia.

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA INGENIERIA ASISTIDA POR COMPUTADORA(CAE)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
INMADURO	DURA	CAE-DR01	Definir las necesidades de equipos informáticos que poseen actualmente en base al tiempo de uso de estas.	Definir e implementar un plan de acción de mejora en sus procesos en base a los equipos que posee.		
MADURO		CAE-DR02	Investigar las limitantes que se poseen internamente referente a los equipos informáticos que se poseen.	Conocer las características técnicas de los equipos informáticos que poseen con el propósito de verificar cuales pueden ser reemplazados.	Cotizar nuevos equipos informáticos que cumplan las características y requisitos de los softwares.	Realizar compra de los equipos que cumplen con sus necesidades.
MUY MADURO		CAE-DR03	Conocer las características técnicas de los equipos, su vida útil.	Por medio de los sectores que están involucrados conocer y establecer las innovaciones que se han generado a la fecha.	Actualizar los equipos para evitar poseer equipos obsoletos en el sector.	Incursionar en la fabricación digital, con todas las partes y repuestos viables de reproducción.

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA INGENIERIA ASISTIDA POR COMPUTADORA(CAE)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
INMADURO	FLEXIBLE	CAE-FL01	Considerar el software en que inicialmente fue capacitado el personal.	Seleccionar 3 software adicionales según la necesidad.	Realizar la búsqueda del curso en la web teniendo en cuenta que cumpla sus expectativas como organización.	Realizar el plan de capacitación del personal que le permita cumplir con responsabilidades internas y su capacitación.
MADURO		CAE-FL02	Para reducir la limitante de producción en base a un reducido manejo de softwares, considerar el 30% de la lista de softwares en el mercado para ampliar su cartera de diseño y análisis de productos.	Teniendo en cuenta el nivel que se posee, en esta categoría considerar certificaciones por las instituciones propietarias de los softwares.	Contactarse y cotizar precios con las entidades propietarias a través de las diferentes plataformas (correo, redes sociales).	Analizar diferentes ofertas de cursos considerando con antelación las necesidades que poseen internamente y según la demanda del mercado.
MUY MADURO		CAE-FL03	Establecer contacto a través de las diferentes plataformas con entidades dedicadas al rubro de fabricación digital, considerando que estas sean extranjeras y que se desempeñen actualmente en rubros similares al de fabricación de piezas.	Plantear las necesidades de fabricación digital en base al sector que se trabaja y las piezas que actualmente se fabrican, con ello lograr ampliar los conocimientos.	Considerar reuniones online con el grupo de diseñadores y las entidades extranjeras para ampliar y clarificar las limitantes que se posean.	Realizar un plan de mejora continua en base a sugerencias de las entidades extranjeras.

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA(CAM)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
INMDURO	DURA	CAM-DR01	analizar capacidad productiva deseable y de financiamiento propio de la empresa	definir la maquinaria meramente necesaria para fabricación CAM tomando en cuenta la maquinaria propuesta	realizar un análisis financiero propio que equilibre la inversión con la rentabilidad del apalancamiento financiero	establecer una implementación adecuada y que disminuya los costos de instalación y puesta a punto de maquinaria adquirida
		CAM-DR02	realizar un estudio de mercado local con talleres y empresas cercanas que sean clientes potenciales, de servicios de manufactura CAM	desarrollar un catálogo de piezas de acuerdo a demanda de mercado y capacidad de producción	generar un sistema de comunicación y acercamiento que permita mostrar a las demás empresas conocer el catalogo	definir un portafolio de talleres y empresas cercanas que pueden hacerse de los servicios de las piezas producidas
MADURO		CAM-DR03	analizar las necesidades de equipo de acuerdo a las actividades productivas	definir los equipos necesarios a utilizar en la producción CAM	cotización y compra de equipos	
		CAM-DR04	Realizar un estudio de orientación hacia las necesidades y expectativas de los clientes, para así identificar el mapa de procesos	Derivado de los resultados de estudio, definir procesos que permitan disminuir los costó elevados de desarrollo e implementación.		
		CAM-DR05				
		CAM-DR06				

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA(CAM)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
MUY MADURO	DURA	CAM-DR07	Derivado de un estudio de mercado, determinar cuáles piezas son las de mayor demanda en nuestro país.	Crear un catálogo con piezas de automóviles descontinuados.	Desarrollar líneas de producción que vayan dirigidas a la restauración de piezas que son difíciles de encontrar en nuestro país.	
		CAM-DR08				
		CAM-DR09	Crear un portafolio de producción enfocado en servicios de fabricación a la medida	Plantear planes de desarrollo de proyectos enfocados en restauración, fabricación a la medida y modificación de automóviles.	Enfocarse en el lanzamiento de piezas a la medida que permitan competir en el mercado de autopartes.	
		CAM-DR10				
		CAM-DR11				

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA(CAM)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
INMADURO	FLEXIBLE	CAM-FL01	Identificar los mejores planes de capacitación para mejorar el nivel de conocimiento en industria 4.0 en los operarios.	Desarrollar programas de capacitación constante para el personal operario.		
		CAM-FL02	Realizar una búsqueda de proveedores de materiales idóneos para la fabricación de piezas que asegure el abastecimiento de materias primas.	Seleccionar materiales que permitan la manufactura de piezas que cumplan con los requerimientos necesarios de calidad.		
MADURO		CAM-FL03	Plantear procesos de producción que permitan aprovechar al máximo el uso de materiales y maquinarias.	Analizar el mercado exterior y las oportunidades de exportación.	Establecer alianzas con los proveedores de maquinarias e insumos para poder mantener o aumentar el nivel en esta categoría y este proceso.	
		CAM-FL04				
		CAM-FL05				

GUIA PROPUESTA ACTIVIDADES DE DESARROLLO DE ESTRATEGIAS PARA MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA(CAM)						
NIVEL	**CATEGORIA**	**CODIGO DE ESTRATEGIA**	**ACT. 1**	**ACT. 2**	**ACT. 3**	**ACT. 4**
MUY MADURO	FLEXIBLE	CAM-FL06	Crear un portafolio de producción enfocado en servicios de fabricación a la medida	Plantear planes de desarrollo de proyectos enfocados en restauración, fabricación a la medida y modificación de automóviles.	Enfocarse en el lanzamiento de piezas a la medida que permitan competir en el mercado de autopartes.	
		CAM-FL07	Identificar los mejores planes de capacitación para mejorar el nivel de conocimiento en industria 4.0 en los operarios.	Desarrollar programas de capacitación constante para el personal operario.		
		CAM-FL08	Crear un portafolio de producción enfocado en servicios de fabricación a la medida	Plantear planes de desarrollo de proyectos enfocados en restauración, fabricación a la medida y modificación de automóviles.	Enfocarse en el lanzamiento de piezas a la medida que permitan competir en el mercado de autopartes.	

CAPITULO IV: INVERSIÓN REQUERIDA PARA LA INCORPORACIÓN DE LA FABRICACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ

4 INVERSIÓN REQUERIDA PARA LA INCORPORACIÓN DE LA FABRICACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ

4.1 Estructura de Desglose de Trabajo (EDT/WBS).

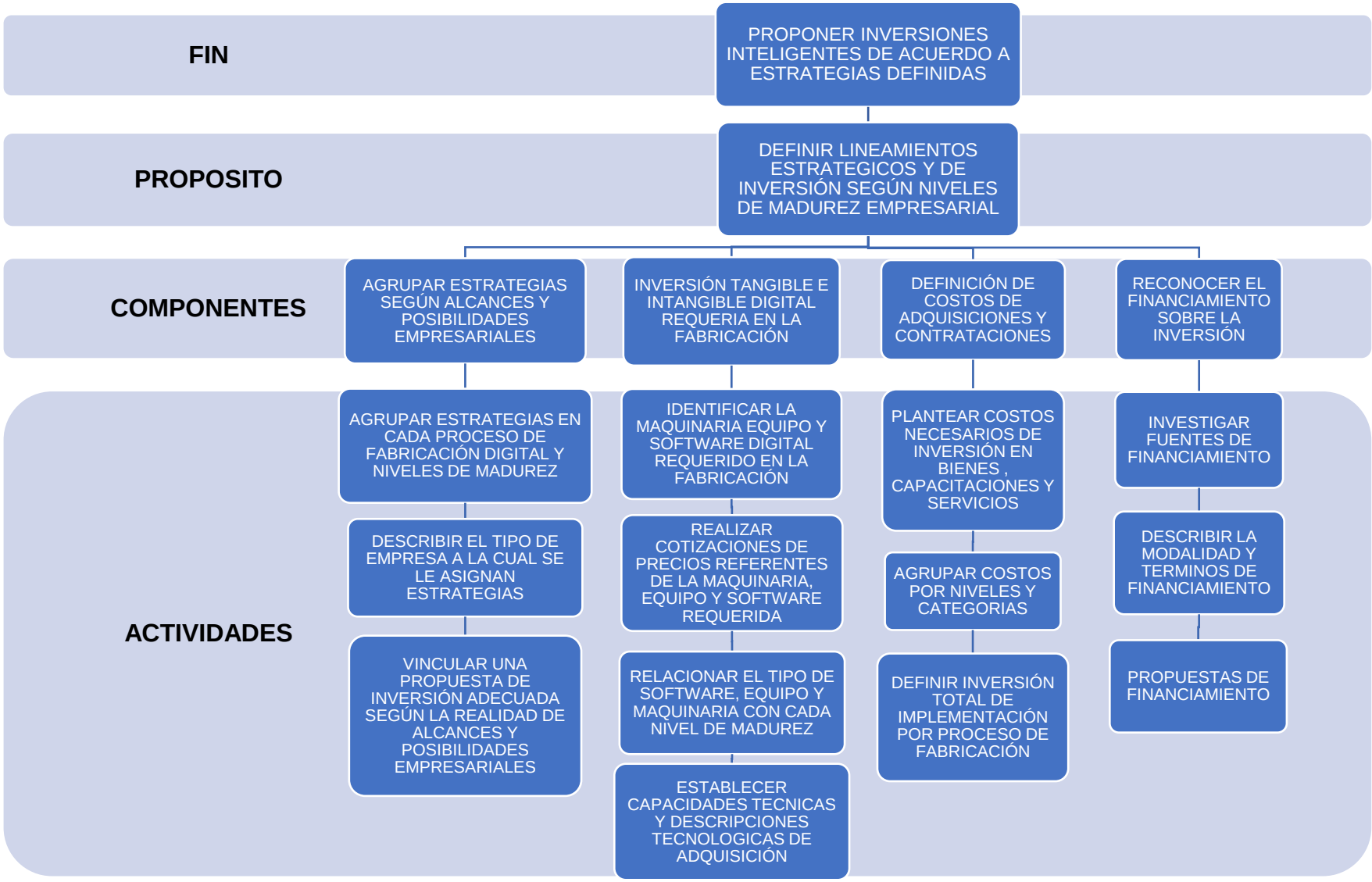


Diagrama 18: Metodología General

4.2 Propuesta de inversión requerida.

Retomando el termino de inversión, entenderemos por esta toda utilización de recursos económicos para la mejora, operativa de una entidad, en nuestro caso esta utilización de recursos económicos, se destinarán para la modernización o la innovación de los procesos de producción o rectificación, de piezas y repuestos automotrices mediante la metodología de la fabricación digital.

Para detallar la inversión necesaria para dicha modernización, la dividiremos en el marco proceso de la fabricación digital (CAD, CAE Y CAM), dado que en estos requieren un diferente nivel de inversión, determinada tanto por la categoría (blanda, dura o flexible) donde la entidad desea mejorar, y el nivel dentro de esta categoría posee (inmaduro, maduro o muy maduro), adicional la inversiones deberán basarse en las estrategias establecidas para cada uno de estas vertientes donde se encuentre la entidad del sector automotriz.

4.2.1 Inversión requerida para proceso de diseño asistido por computadora (CAD)

Cabe recordar que en el proceso CAD, la importancia de esta nace o radica principalmente en la categoría blanda (conocimiento, habilidades, etc.), por ello se observara una inversión mayor en esta categoría en comparación con las demás categorías, pero no por ello la entidad que busca estar al día con la fabricación digital en el sector automotriz no puede restarle importancia a los componentes que rigen las categorías dura y flexible dentro de este proceso.

4.2.1.1 Inversión para nivel Inmaduro del proceso CAD

4.2.1.1.1 Categoría Blanda.

Para este nivel dentro de la categoría blanda, se estableció la siguiente estrategia para la utilización correcta de la fabricación digital en el sector automotriz:

Estrategia CAD-BLA01: Capacitaciones en diseño asistido por computadora a empleados que se encargaran exclusivamente de este proceso de fabricación digital. Las entidades que representan al sector automotriz, para combatir la resistencia al cambio, debe explorar las posibilidades para exponer a las diferentes entidades que comprenden el sector la importancia de la innovación y de la incorporación de la fabricación digital en sus procesos productivos y de rectificación. Partiendo que, dentro de este nivel, se considera que la entidad tiene muy poco o nulo conocimiento en este proceso.

Como se visualizan en el planteamiento de la estrategia CAD-BL01, tiene mayor peso en la capacitación de personal que la entidad destinará a este proceso dentro de la empresa. Antes de llevar a cabo las capacitaciones necesarias, es necesario establecer cuál será el programa de elección de la entidad, considerando las calificaciones sobre la curva de aprendizaje de cada programa de estos a continuación:

Tabla 125: Curva de aprendizaje de programas CAD.

Nivel de tecnología blanda en el área CAD	
Softwares	Curva de aprendizaje
Inventor	5
Fusión 360 Autores	4
Sketchup	4
FreeCad	4
TinkerCAD	4
Solidwork	3
Rinho 3D	3
AutoCAD	3
Siemens NX	2
CATIA	2[27]

La entidad debe considerar esta curva de aprendizaje que permitirá la compresión del uso del programa con mayor rapidez.

Como se ha considerado que la entidad tiene nulo conocimiento dentro de este proceso y para que la entidad pueda incorporar la fabricación digital en el sector automotriz, se propone la inversión de los primeros modelos de conocimiento de cada programa, dado que en dichos modelos iniciales se establecen conocimiento sobre las herramientas básicas y fundamentales que componen estos programas y con esto la entidad podría elaborar el diseño de piezas de nivel básico de un automóvil como las juntas del motor.

Dichos modelos poseen la siguiente cantidad de inversión:

[27] Clasificación de 1 a 5, siendo el valor de 1 la mayor dificultad de aprendizaje del programa, clasificación realizada con colaboración de entidades de la Universidad de El Salvador, Instituto Nacional Técnico Industrial, ITCA FEPADE y clasificaciones de diferentes portales webs reconocidos en materia de CAD

Tabla 126: Costo de Capacitación de Software CAD.

Programa de capacitación de software	Valor de la Inversión
Fusión 360 AutoDesk	$70[28]
Solidwork	$50
Rinho 3D	$89
Inventor AutoDesk	$70
Siemens NX	$90
Sketchup	$50
CATIA	$30
FreeCad	$75
AutoCAD	$55
TinkerCAD	$45[29]

Exponemos los costos de todos los programas más reconocidos a nivel internacional y evaluados con anterioridad para que la entidad observe los costos del programa que esta seleccione para capacitar a sus trabajadores.

Adicional a la inversión de estas capacitaciones, para la utilización legal de los softwares anteriormente mencionados, estos en su mayoría son de pago, es de decir para su utilización se debe invertir en las licencias pertinentes para cada uno.

Tabla 127: Inversión en Licencia de Software CAD.

Software	Valor de Licencia de uso
Fusión 360 AutoDesk	$1,335 anual
Solidwork	$ 3,800 anual / $6,600 perpetua
Rinho 3D	$995 perpetua
Inventor AutoDesk	$2,085 anual / $5,630 por 3 años
Siemens NX	$9,000 anual
Sketchup	$119 anual (versión básica)
CATIA	$9,000 anual

[28] Costo de primer módulo, impartido por entidades acreditadas por la compañía Autodesk en El Salvador (Universidad de El Salvador, ITCA FEPADE, Universidad Francisco Gavidia).
[29] Sin contar los programas pertenecientes a la compañía Autodesk, los precios de las capacitaciones en estos fueron consultados en diferentes foros reconocidos, como Domestika y FormCad.

Software	Valor de Licencia de uso
FreeCad	$0[30]
AutoCAD	$1,690 anual / $4,565 por 3 años
TinkerCAD	$0[31]

Recordado que la elección final del programa, no debe sesgarse completamente por el precio de la licencia o de la inversión en capacitación que estos requieren, sino basarse en la necesidad que la entidad posee y las metas que esta posee en la incorporación de esta tecnología, mayormente detallado en el apartado de diagnóstico.

4.2.1.1.2 Categoría Dura

Dentro de este nivel esta categoría está íntimamente relacionada con la anterior, dado que no es sustentable la inversión solamente en la categoría blanda, si no se poseen los instrumentos necesarios para aprovechar los conocimientos que se poseen en este proceso de fabricación digital.

Por lo anterior la estrategia CAD-BL01 está ligada a la estrategia CAD-DR01 como lo establece a continuación:

Estrategia CAD-DR01: Dado que esta categoría deberá llevar correlación con la categoría blanda, se debe explorar los softwares y en qué nivel de conocimiento se poseen dentro de la entidad, determinando así la clase de equipo necesario para el uso de este.

Para poder seleccionar el equipo informático idóneo para este proceso se debe considerar los requerimientos de hardware que requieren los diferentes programas CAD.

4.2.1.1.2.1 *Requerimientos de Fusión 360 Autodesk*

Tabla 128: Requisitos del sistema de Autodesk Fusión 360.

Requisitos del sistema de Autodesk Fusión 360	
Sistema Operativo	Apple® macOS™ Catalina 10.15; Mojave v10.14; High Sierra v10.13. Microsoft® Windows® 8.1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits)
Tipo de CPU	Procesador de 64 bits (no compatible con 32 bits y ARM), 4 núcleos, Intel Core i3 A 1,7GHz, AMD Ryzen 3 o superior
Memoria	4gb de RAM (Los gráficos integrados recomiendan 6 GB o más)
Espacio en disco	3 GB de almacenamiento
Resolución de pantalla	68 (Se recomienda 1920 x 1080 o superior al 100% de escala)

[30] FreeCad y TinkerCad, son de uso completamente gratuitos.
[31] Precios obtenidos en sitios webs de distribuidores y propietarios de cada software

4.2.1.1.2.2 *Requerimientos de SolidWorks*

Tabla 129: Requerimientos de SolidWorks.

Requisitos del sistema de SolidWorks	
Sistema Operativo	Microsoft Windows 10 (64 bits)
Tipo de CPU	Procesador de 64 bits (no compatible con 32 bits y ARM), 4 núcleos, Intel Core i7 A 3.3GHz, AMD Ryzen 5 o superior
Memoria	32gb de RAM (Los gráficos integrados recomiendan 6 GB o más)
Espacio en disco	20 GB Unidad de estado sólido (SSD)

4.2.1.1.2.3 *Requerimientos de Riño 3D*

Tabla 130: Requerimientos de Rhino 3D

Requisitos del sistema de Rhino 3D	
Sistema Operativo	Apple® macOS™ Catalina 10.15; Mojave v10.14; High Sierra v10.13. Microsoft® Windows® 8.1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits)
Tipo de CPU	Procesador de 64 bits (no compatible con 32 bits y ARM), 4 núcleos, Intel Core i5 A 2,7GHz, AMD Ryzen 3 o superior
Memoria	8gb de RAM (Los gráficos integrados recomiendan 6 GB o más)
Espacio en disco	2 GB de almacenamiento
Resolución de pantalla	1366 x 768 (Se recomienda 1920 x 1080 o superior al 100% de escala)

4.2.1.1.2.4 *Requerimientos de Autodesk Inventor*

Tabla 131: Requisitos de Autodesk Inventor

Requisitos del sistema de Autodesk Inventor	
Sistema Operativo	Microsoft® Windows® 7 SP1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits)
Tipo de CPU	Recomendado: 3.0GHz o superior, 4 núcleos o más. Mínimo: 2,5 GHz o superior
Memoria	Recomendado: 20 GB de RAM o más. Mínimo: 8GB de RAM para ensamblajes de menos de 500 piezas
Espacio en disco	40 GB de almacenamiento
Gráficos	Recomendado: 4 GB de GPU con 106 GB/S de ancho de banda y compatibilidad con DirectX 11. Mínimo: 1 GB de GPU con 23 GB/s de ancho de banda y compatibilidad con DirectX 11

4.2.1.1.2.5 *Requerimientos de Siemens NX*

Tabla 132: Requerimientos de Siemens NX.

Requisitos del sistema de Siemens NX	
Sistema Operativo	Microsoft® Windows® 7 SP1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits)
Tipo de CPU	Intel Core i7 A 2.0GHz o AMD Ryzen 9 o superior
Memoria	16 GB de RAM
Espacio en disco	60 GB de almacenamiento
Gráficos	4 GB de GPU

4.2.1.1.2.6 *Requerimientos de Sketchup.*

Tabla 133: Requerimientos de Sketchup.

Requisitos del sistema de Sketchup	
Sistema Operativo	Apple® macOS™ Catalina 10.15; Mojave v10.14; High Sierra v10.13. Microsoft® Windows® 8.1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits)
Tipo de CPU	Al menos 2 GHz
Memoria	8gb de RAM
Espacio en disco	1 GB de almacenamiento
Gráficos	1 GB de GPU

4.2.1.1.2.7 *Requerimientos de CATIA*

Tabla 134: Requerimientos de CATIA.

Requisitos del sistema de CATIA	
Sistema Operativo	Microsoft® Windows® 7 SP1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits)
Tipo de CPU	Intel Core i7 A 2.0GHz o AMD Ryzen 9 o superior
Memoria	8 GB de RAM
Espacio en disco	60 GB de almacenamiento
Gráficos	4 GB de GPU

4.2.1.1.2.8 *Requerimientos de FreeCad*

Tabla 135: Requerimientos de FreeCad.

Requisitos del sistema de FreeCad	
Sistema Operativo	Microsoft® Windows® 7 SP1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits) Apple® macOS™ Catalina 10.15; Mojave v10.14; High Sierra v10.13 Linux
Tipo de CPU	Doble Núcleo a 2GHz con soporte para SSE2
Memoria	2 GB de RAM
Espacio en disco	2GB de almacenamiento
Gráficos	1 GB de GPU

4.2.1.1.2.9 *Requerimientos de AutoCAD*

Tabla 136: Requerimientos de Autodesk AutoCAD.

Requisitos del sistema de Autodesk AutoCAD	
Sistema Operativo	Microsoft® Windows® 8.1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits)
Tipo de CPU	Básico: procesador 2.5 – 2.9 GHz Recomendado: 3 GHz o más
Memoria	Básico: 8 GB Recomendado 16GB
Espacio en disco	6 GB de almacenamiento
Tarjeta Grafica	Básico: 1 GB de GPU con 29 GB/s Recomendado: 4 GB de GPU con 106 GB/s

4.2.1.1.2.10 *Requerimientos de TinkerCad*

Tabla 137: Requerimientos de TinkerCad.

Requisitos del sistema de TinkerCad	
Sistema Operativo	Microsoft® Windows® 8.1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits) Apple® macOS™ Catalina 10.15; Mojave v10.14; High Sierra v10.13 Linux
Tipo de CPU	1.5 GHz de velocidad
Memoria	1 GB
Espacio en disco	6 GB de almacenamiento

Partiendo de los requerimientos necesarios para cada uno de los programas, se recomienda un equipo informático que se adapte a las mayorías de requerimientos y que posea margen de mejora de sus componentes por posibles actualizaciones de estos programas y para poder aspirar a subir de nivel en la incorporación de la fabricación digital.

A forma de recomendación las características que debe poseer este equipo son las siguientes:

Tabla 138: Recomendación de características de equipo informático destinado para CAD en nivel inmaduro.

Requisitos básicos para el proceso CAD	
Sistema Operativo	Microsoft® Windows® 8.1 (64 bits) (hasta enero de 2023) Microsoft Windows 10 (64 bits) Apple® macOS™ Catalina 10.15; Mojave v10.14; High Sierra v10.13
Tipo de CPU	AMD Ryzen 7, Intel i7 o superior
Memoria	16 GB o superior
Espacio en disco	1 TB de almacenamiento o superior
Grafica	Nvidia RTX 2080 8GB o superior

En respecto al sistema operativo, tomar en cuenta las actualizaciones de estos y verificar constantemente si estas son compatibles con los programas CAD.

Algunas opciones dentro del mercado que cumplen con las recomendaciones mencionadas son las siguientes:

Tabla 139: Alternativas de equipo Informático.

Equipo	Valor
Lenovo Modelo 81FB00HKUS	$649.00
Macbook Pro 15” 2020	$1199.00
Lenovo Modelo 81N800H0US	$899.00
Asus X512FH-BQ060T	$1049.00
Acer Predator 17	$1999.00
OMEN HP 15-AX001LA	$1270.00
Ordenador de escritorio personalizado	$1350.17

4.2.1.1.3 Inversión total para CAD de Nivel Inmaduro

La inversión dentro de este proceso, posee varias vertientes partiendo del programa que se seleccione para capacitar a su personal, dado los diferentes valores de estas capacitaciones y las licencias pertinentes para su utilización.

Sin embargo, tomando en cuenta la curva de aprendizaje de los programas, el nivel que posee la entidad se realiza la siguiente recomendación de inversión:

Tabla 140: Inversión de proceso CAD nivel inmaduro.

Elemento	Inversión
Capacitación de software Autodesk Fusión 360	$140.00
Capacitación de software Inventor	$140.00
Licencia de software Autodesk Fusión 360	$1 335.00
Licencia de software Inventor	$1 335.00
Ordenador de escritorio personalizado	$1350.17
TOTAL, DE INVERSION POR TRABAJADOR	$ 4,300.17[32]

[32] Esta inversión es por cada uno de los trabajadores que se busca que estén laborando en este proceso de fabricación digital. Dependiendo de la cantidad de trabajadores que se encargaran de este proceso el total de inversión se tendrá que multiplicar por la cantidad de trabajadores que se destinaran a este proceso.

4.2.1.2 Inversión para nivel maduro del proceso CAD

4.2.1.2.1 Categoría Blanda

En este nivel se considera que la entidad ya posee conocimientos fundamentales en más de un programa dedicado al proceso CAD.

Retomando la estrategia establecida:

Estrategia CAD-BL02: Explorar el alcance los de softwares en manejo dentro de la identidad y comparar con el alcance deseado por parte de la entidad, para visualizar que a que softwares nuevos adquirir o en que software invertir para alcanzar un nivel mayor en materia de utilización. Si se posee un nivel básico en diferente software y se desea mantener, se limitará a el establecimiento de líneas de producción de partes y/o repuestos que obedezcan a este nivel, que serán:

- Juntas de Motor
- Discos de Fricción de embrague

Y para poder realizar la manufactura de partes y repuestos de automóviles, la entidad debe tener un nivel intermedio en mínimo dos de los softwares con mayor calificación, adicional a las dos piezas que se mencionan anteriormente se agregaría lo que son:

- Cigüeñal
- Válvulas

La inversión correspondiente para el nivel maduro de la categoría blanda del proceso CAD, se enfocará en aumentar los conocimientos, que la entidad ya posee y adquirir conocimientos intermedios en más de un programa adicional.

El valor de las capacitaciones en los diferentes programas especializados en CAD son los siguientes:

Tabla 141: Valor de inversiones en programas CAD de nivel maduro.

Programa de capacitación de software	Valor de la Inversión
Fusión 360 AutoDesk	$140[33]
Solidwork	$180
Rinho 3D	$150
Inventor AutoDesk	$140
Siemens NX	$130
Sketchup	$120
CATIA	$130
FreeCad	$75
AutoCAD	$130
TinkerCAD	$45[34]

La elección del programa CAD, la entidad debe considerar tanto la curva de aprendizaje de cada uno como la clasificación general del programa, dado que los mejores clasificados poseen actualizaciones más frecuentemente y un servicio de soporte más eficaz.

Para ilustrar la inversión que se requerirán, se tomarán los tres programas CAD con mejor calificación, los cuales son:

- SolidWorks
- Inventor Autodesk
- Fusión 360 Autodesk

Con respecto a las licencias de los programas para su utilización legal en el diseño asistido por computadora de piezas o repuestos de automóviles, las entidades dentro de este nivel se considera que ya posee la adquisición de al menos una de estas licencias por lo cual, en la inversión se reflejaran las licencias de solamente de un programa.

[33] Costo de primer módulo, impartido por entidades acreditadas por la compañía Autodesk en El Salvador (Universidad de El Salvador, ITCA FEPADE, Universidad Francisco Gavidia).
[34] Sin contar los programas pertenecientes a la compañía Autodesk, los precios de las capacitaciones en estos fueron consultados en diferentes foros reconocidos, como Domestika y FormCad.

Tabla 142: Inversión de CAD Nivel Maduro, Categoría Blanda.

Elemento	Inversión
Capacitaciones en Inventor Autodesk	$ 140
Licencia en Inventor Autodesk	$ 2,085 anual
Total	$2225.00

4.2.1.2.1.1 *Categoría Dura*

Dentro de esta categoría, se considera que la entidad ya posee equipo informático destinado al proceso CAD, por lo cual anteriormente se estableció la siguiente estrategia:

Estrategia CAD-DR02: Primeramente, es necesario conocer las deficiencias que se poseen, conociéndolas se procede a visualizar la línea de mejora, lo cual, dentro de esta categoría, son equipos que tengan posibilidad de actualización de hardware por un periodo considerable, dado a la constante innovación de los programas de CAE, estos requerirían mejores prestaciones de los equipos. Se aconseja contactar con un proveedor de hardware especializado, y establecer canales de comunicación para cuando se presente la necesidad de aumentar el rendimiento de los equipos.

Por lo cual, la inversión para seguir la línea de la estrategia planteada, se enfocará en la inversión necesaria para actualizar el equipo que ya posee la entidad.

Para poder ilustrar la inversión, se tomará como punto de partida, el equipo informático que se recomendó en la inversión del proceso CAD de nivel inmaduro, siendo estas las características que este equipo posee:

Tabla 143: Características de equipo informático básico para CAD.

ELEMENTOS	CAPACIDADES
Procesador	Ryzen 5 3600
Tarjeta gráfica	Gigabyte GTX 1050 Ti
Memoria RAM	8 GB
Almacenamiento	250 SSD

Tomando esto en cuenta, la inversión comprenderá la actualización de estos elementos, de la siguiente manera:

Tabla 144: Inversión de CAD Nivel Maduro, Categoría Dura.

ELEMENTOS	CAPACIDADES	VALOR
Procesador	AMD Ryzen 7 73700X	$ 310.00
Tarjeta gráfica	Nvidia GeForce GTX 1660	$ 280.00
Memoria RAM	16 GB	$90.00
Almacenamiento	500 SSD	$170.00
TOTAL		$850.00[35]

4.2.1.3 Inversión total de nivel maduro de proceso CAD

Observando el detalle de las inversiones en cada categoría de este proceso la inversión de este sería la siguientes:

Tabla 145: Inversión de nivel maduro en CAD.

ELEMENTOS	INVERSIÓN
BLANDA	$2225.00
DURA	$850.00
TOTAL, DE INVERSION POR TRABAJADOR	$3075.00

[35] Esta inversión se recomienda replica por cada trabajador que la entidad destinara para el proceso CAD

4.2.1.4 Inversión para nivel muy maduro del proceso CAD

4.2.1.4.1 Categoría Blanda

Para la categoría Blanda dentro de esto nivel, se estableció la siguiente estrategia:

Estrategia CAD-BL03: Buscar la obtención de certificaciones de los softwares, que la entidad ya utiliza en el proceso CAD, para poder ofrecer un trabajo profesional con soporte en certificaciones.

Se considera que la entidad posee un amplio conocimiento en el proceso CAD por lo cual las inversiones, no se basará en capacitaciones como en las anteriores, sino en la obtención de certificaciones para que la entidad posea un soporte que frente al mercado los certifique como profesionales en el proceso CAD.

Cada programa dedicado a CAD, posee un diferente valor en lo que respecta a las certificaciones que se pueden obtener, las cuales se presentan a continuación:

Tabla 146: Capacitación CAD Categoría Blanda Nivel Muy Maduro.

Programa de capacitación de software	Valor de la Inversión
Fusión 360 AutoDesk	$500
Solidwork	$350
Rinho 3D	$600
Inventor AutoDesk	$500
Siemens NX	$475
Sketchup	$120
CATIA	$130
FreeCad	$-
AutoCAD	$200
TinkerCAD	$-[36]

La entidad debe seleccionar las certificaciones, en los programas que ya posee conocimientos avanzados.

Estos valores, expuestos son solamente el valor de los exámenes de certificación, que entidades autorizadas por la distribuidora del programa, alguno de estos exámenes de certificación los ofrece la misma compañía encargada de distribuir estos programas como son los casos de Autodesk (Fusión 360, Inventor y AutoCAD), y Dassault Systèmes (SolidWorks y CATIA).

Por motivos de ilustrar la inversión necesaria, se tomará en cuenta los programas que continuamente se viene recomendado en cada nivel, como lo son:

- Inventor

[36] TinklerCAD y FreeCAD, no poseen certificaciones validadas a nivel internacional.9

- Fusión 360
- SolidWorks

Y en este caso, se consideran los 3 programas, dado que se supone que, dentro de este nivel, se considera que la entidad posee la flexibilidad de manejar al menos 3 programas destinados al proceso CAD.

Por lo anterior, la inversión requerida dentro de la categoría en un nivel de madurez alto, se desglosa de la siguiente forma:

Tabla 147: Inversión de Categoría Blanda del Nivel Muy Maduro en CAD.

Elementos	Inversión
Certificación en FUSION 360	$500
Certificación en Inventor	$500
Certificación en SolidWorks	$350
TOTAL	$1350

4.2.1.4.2 Categoría Dura

Dentro de esta categoría en nivel de madurez alto, en la incorporación de la fabricación digital en el sector automotriz, se estableció la siguiente estrategia:

Estrategia CAD-DR03: Realizar estudios técnicos donde se busque justificar la necesidad de la incorporación de nueva tecnológica, así como especificando la aplicabilidad y beneficios por medio de dicha incorporación, esto sustentara una petición de financiamiento a entidades bancaras, las podrán observar dicha necesidad y considerara un financiamiento acorde a esto. Adicional, considerar en la actualización de equipo informático que se posee actualmente destinado para el proceso CAD.

La estrategia se enfoca en mantener actualizado el equipo que la entidad ya posee, dado que esto beneficiará a la entidad de forma que siempre estará preparada para una actualización grande de los programas dedicados al proceso CAD, o al surgimiento de nuevos programas. Para ilustrar una inversión dentro de esta categoría, se tomará en cuenta, que la entidad ya posee un equipo informático dedicada al proceso CAD, con las especificaciones recomendadas en el nivel maduro de este mismo proceso, las cuales son las siguientes:

Tabla 148: Especificaciones de Equipo Informático, proceso CAD Categoría Dura, nivel muy maduro.

ELEMENTOS	CAPACIDADES
Procesador	AMD Ryzen 7 73700X
Tarjeta gráfica	Nvidia GeForce GTX 1660
Memoria RAM	16 GB
Almacenamiento	500 SSD

Dado lo anterior, la inversión en actualización del equipo informático, se detalla de la siguiente forma:

Tabla 149: Inversión en actualizaciones de equipo Informatico, Categoría Dura del Nivel Muy Maduro.

ELEMENTOS	CAPACIDADES	VALOR
Procesador	Intel Core i9-9900k	$ 530.90
Tarjeta gráfica	Nvidia RTX 2070 Super	$ 700.00
Memoria RAM	32 GB	$75.00
Almacenamiento	500 SSD principal	$170
TOTAL		$1475.00[37]

4.2.1.4.3 Inversión de nivel muy Maduro del proceso CAD

Como se ya se estableció la inversión de las diferentes categorías (Blanda y Dura), con respecto a la categoría Flexible dentro de este proceso, como se estableció en apartados anteriores, esta hace referencia a la utilización de diversos programas destinados a CAD, por lo cual va implícito en las inversiones de los programas CAD, dado que se ha considerado la inversión en diferentes programas para que este aspecto este cubierto.

Tomando en cuenta lo anterior, la inversión por categoría se detalla a continuación:

Tabla 150: Inversión del Nivel Muy Maduro del Proceso CAD.

ELEMENTOS	INVERSIÓN
BLANDA	$1350.00
DURA	$1475.00
TOTAL, DE INVERSION POR TRABAJADOR	$2825.00

[37] Esta inversión se recomienda replica por cada trabajador que la entidad destinara para el proceso CAD

4.2.2 Inversión en la implementación de estrategias del proceso de fabricación CAE

A continuación, se presentarán los montos de inversión requeridos, basados en los softwares que recibieron una mejor calificación y que además son usados con mayor frecuencia, también se presentará un resumen de la estrategia para entrar en contexto con la etapa de diseño.

4.2.2.1 Inversión por categoría blanda

ESTRATEGIA: CAE-BL1 (resumen): Proveer de capacitaciones de programas de ingeniería asistido por computadora (CAE) a empleados que se encargaran exclusivamente de este proceso de fabricación digital, dado que este restringirá las partes y repuestos de automóviles dado que sin conocer la ingeniería que rodea a estas, la entidad no estará capacitada para realizar su reproducción.

Tabla 151: Costo de inversión por capacitación de personal CAE, Categoría Blanda.

Costo de inversión por capacitación de personal nivel básico	
Software	**Costo**
SolidWorks	$ 100.83[38]
fusión 360	$ 99.73[39]
Rinho 3D	$ 199.99[40]
HyperWorks	$ 623.12[41]
Ansys	$ 56.23[42]
Costo de capacitación individual	$ 1,079.90

[38] *Ingresa al sito https://www.emagister.com/solidworks-nivel-cursos-3407667.htm*

[39] *Ingresa al sito https://www.emagister.com/fusion-360-nivel-basico-cad-cursos-3566436.htm*
[40] *Ingresa sito https://www.udemy.com/course/rhinoceros-maxwell-en-espanol-desde-nivel-0/?LSNPUBID=LyIczoLCtDU&ranEAID=LyIczoLCtDU&ranMID=39197&ranSiteID=LyIczoLCtDU-OxNrbEpGKm92rBZHjpq15g&utm_medium=udemyads&utm_source=aff-campaign*

[41] *Precios obtenidos del sito emagister: https://www.emagister.com/curso-elementos-finitos-hyperworks-cursos-3390099.htm*
[42] *Precios obtenidos del sito emagister: https://www.emagister.com/express/introduccion-ansys-workbench-cursos-3320042.htm*

Tabla 152: Costo de inversión por software CAE, Categoría Blanda

Costo de inversión por software	
Software	**Costo**
SolidWorks (startups)[43]	$ -
fusión 360[44]	$ 495.00
Rinho 3D[45]	$ 1,107.15
Ansys (Workbench 1-2 sistemas)[46]	$ 2,500.00
Costo total	$ 4,102.15

Tabla 153: Costo de inversión por equipos informáticos CAE, Categoría Blanda

Costo de inversión en equipos informáticos	
Procesador CPU[47]	$ 1,755.00
monitor[48]	$ 285.00
Internet (anual)	$ 336.00
Costo total	$ 2,376.00

Tabla 154: Inversión total CAE nivel inmaduro, categoría blanda

Costo de inversión por capacitación de personal nivel básico	$ 1,079.90
Costo de inversión por software	$ 4,102.15
Costo de inversión en equipos informáticos	$ 2,376.00
Total, de inversión	*$ 7,468.05*

Los enlaces hacen referencia a los precios en diferentes sitios web

[43] *https://www.solidworks.com/es/solution/organization-type/entrepreneurs-startups*

[44] *https://www.autodesk.com/products/fusion-360/subscribe?plc=F360&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1*

[45] *https://store.2acad.es/producto/rhino/*

[46] *https://www.itqlick.com/ansys-workbench platform/pricing#:~:text=ANSYS%20Workbench%20are%20offering%20few,maintnance%2C%20updgrades%2C%20and%20more.*

[47] *https://www.computertradingsv.com/products/desktop-hp-fr-290-p0035xt/996*

[48] *https://www.computertradingsv.com/products/monitor-hp-fr-22er/990*

ESTRATEGIA: CAE-BL2 (resumen): Explorar el alcance los de softwares en manejo dentro de la identidad y comparar con el alcance deseado por parte de la entidad, para visualizar softwares nuevos adquirir o en que software invertir para alcanzar un nivel mayor en materia de utilización.

Aspectos relevantes en la estrategia:

- Aplicaciones de los softwares
- Tipo de suscripción que requieren internamente en base a presupuesto

Tabla 155: Inversión de software de simulación CAE.

Software	Costo
SOLIDWORKS Simulation Professional Aplicaciones: • Análisis estático lineal • Análisis estático no lineal • Análisis de frecuencias • Análisis térmico • Estudios de topología • Análisis modal de gráficos de historia-tiempo • Análisis armónico • Análisis de vibración aleatoria • Análisis de espectros de respuesta • Análisis dinámico no lineal: impacto, choque, tiempo • Cargas variables • Estudio de diseño (optimización paramétrica) • Análisis de fatiga • Análisis de pandeo lineal • Análisis de submodelado • Análisis de caída • Simulación de diseño de recipientes a presión • Análisis de movimiento basado en el tiempo. • Análisis de movimiento basado en eventos	$2,375 Suscripción anual

Software	Costo
Fusión 360[49] Aplicaciones • Una herramienta integral de desarrollo de productos • Unión de diseño e ingeniería • Entorno de modelado flexible • Traducción, importación y exportación de archivos • Diseño generativo y simulación avanzada • Gestión integrada de datos • Fabricación • Funciona con el hardware existente • Renderizado y visualización 3d	$2,965 Suscripción anual
Rinho 3D Aplicaciones • Rhino puede crear, editar, analizar, documentar, renderizar y animar proyectos de diseño, usa curvas NURBS, superficies y sólidos sin límite de complejidad, grado o tamaño. Rhino también tiene comandos de captura 3D y es compatible con mallas poligonales y nubes de puntos. • El software maneja modelos adicionales de rendering o visualización foto realista como Flamingo o Brazil y una app de animación llamada Bongo, el software tiene una comunidad que ha desarrollado múltiples plug-ins que aumentan sus capacidades. Es un programa muy económico y muy recomendable para agencias de diseño industrial, corre en windows y Mac.	$ 1.695 (Paquetes – Mono puesto por: Paquete Rhino 6/Flamingo/Penguin/Bongo)

[49] *Características obtenidas de sitio Autodesk y 2ACAD: https://www.2acad.es/10-razones-para-utilizar-fusion-360/ y https://www.autodesk.com/collections/architecture-engineering-construction/overview?plc=AECCOL&term=1-YEAR&support=ADVANCED&quantity=1*

Tabla 156: Inversión total CAE nivel maduro, categoría blanda

SOLIDWORKS Simulation Professional	$2,375
Fusión 360	$2,965
Rinho 3D	$ 1,695
Total, de inversión	*$ 7, 035. 00*

ESTRATEGIA EN NIVEL MUY MADURO, CATEGORIA BLANDA: CAE-BL3 (resumen):

contactar con proveedores sobre las constante innovaciones dentro de los softwares destinados a la rama de CAE, es necesario establecer canales de comunicación con distribuidores vehiculares.

Para implementar dicha estrategia solo requiere poder contactarse con instituciones en El Salvador que han incursionado en fabricación digital ya que poseen mayor experiencia en el campo de la fabricación digital, aunque de momento solo se conoce de instituciones que están más enfocadas en softwares CAD, pero se puede considerar como punto de partida.

Tabla 157: Instituciones que han incursionado en Fabricación Digital.

• FIALAB (El Salvador) • Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad Centroamérica "José Simeón Cañas" • Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad Don Bosco	• FactoryLab (El Salvador)[50] • "Fab lab" SV[51] • Print3D Bot (El Salvador)[52] • Hackerspace (El Salvador)[53] • FABCT (El Salvador)

Sitios web de entidades que están empleando tecnologías de fabricación digital
[50] *http://3dfactorylab.com*
[51] *https://www."Fab lab"s.io/labs/"Fab lab"SV*
[52] *http://print3dbot.com/*
[53] *https://www.hackerspace.sv/*

4.2.2.2 Inversión por categoría flexible

ESTRATEGIA EN NIVEL MUY INMADURO, CATEGORIA FLEXIBLE: CAE-FL7 (resumen): Expandir el manejo de diferentes softwares destinados al proceso CAE para reducir las limitantes para la reproducción de partes y/o repuestos, dando capacitaciones al personal en mínimo los 4 softwares líderes en este proceso.

Para poder implementar dicha estrategia, se debe tener a consideración que las piezas viables a reproducir están relacionadas con la categoría flexible del proceso CAM y categoría blanda CAD por lo que se puede llegar a considerar como sugerencias los siguientes softwares: SolidWorks, fusión 360, Rinho 3D y Ansys.

Dependiendo del software en que se haya capacitado la persona para iniciar en el proceso CAE (estrategias blandas), será base para considerar que softwares escoger para capacitar en la categoría flexible.

ESTRATEGIA EN NIVEL MADURO, CATEGORIA FLEXIBLE: CAE-FL8 (resumen): Crear programas de capacitaciones más del 30% de softwares enlistados en este estudio para minimizar dichas limitantes y establecer alianzas con entidades gubernamentales o del sector automotriz, para el financiamiento de dichos programas para obtener certificaciones directamente de los proveedores de los diferentes softwares.

Al crear los programas enlistados en este estudio de tesis, el propósito de ello será crear la habilidad técnica- blanda para poder manejar más de 1 software en el mercado y con ello crear relaciones con clientes y entidades gubernamentales fuertes, para asé tener exclusividad como proveedor.

Se pueden tener programas de capacitación de 1 o dos veces al año, todo dependerá de los recursos financieros que se quieran destinar a ello.

Hay sitios web que ofrecen una gama de cursos para esta nueva habilidad, tales como: coursera, y udemy; ambos a precios accesibles e incluso gratuitos con la opción de obtener certificado (coursera)

Tabla 158: Cursos de Capacitación en Software CAE Nivel Maduro, Categoría Flexible.

Software	Costo
SolidWorks nivel II[54]	$ 100.08
Soldiword nivel III	$ 100.08
Fusión 360 intermedio (precio aprox)	$ 393.57
Diseñador producto. Industrial: SolidWorks, Catia, Rhinoceros[55]	$ 1,000.80
Total	$ 1,594.53

ESTRATEGIA EN NIVEL MUY MADURO, CATEGORIA FLEXIBLE: CAE-FL9 (resumen): Establecimiento de canales de comunicación directos con proveedores, dado que es un sector con una innovación constante lo cual puede llegar a incluir nuevas herramientas para el proceso CAE que de no ser consideradas ocasionan una disminución en la flexibilidad de dicho proceso.

Para dicha estrategia se puede considerar los laboratorios locales como internacionales.

Tabla 159: Laboratorios de Fabricación Digital Locales e Internacionales.

• FIALAB (El Salvador) • Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad Centroamérica "José Simeón Cañas" • Laboratorio de Fabricación Digital de la Universidad Don Bosco • Fab Lab EcoStudio (Panamá) • Mecamaker (Panamá) • Lafabricadigital.co (Colombia)	• FactoryLab (El Salvador)[56] • "Fab lab" SV[57] • Print3D Bot (El Salvador)[58] • Hackerspace (El Salvador)[59] • FABCT (El Salvador) • DGTalic (Costa Rica)[60] • FABHUB (Colombia)

Sitios web de instituciones que emplean tecnologías de fabricación digital

[54] *Fuente: emagister.com*

[55] *Fuente: https://www.emagister.com/disenador-producto-industrial-solidworks-catia-rhinoceros-cursos-3562533.htm*

[56] *http://3dfactorylab.com/#*

[57] *https://www."Fab lab"s.io/labs/"Fab lab"SV*

[58] *http://print3dbot.com/*

[59] *https://www.hackerspace.sv/*

[60] *https://dgtalic.com/*

4.2.2.3 Inversión Total por Nivel y Categoría

A continuación, se presenta la inversión que puede requerirse en las diferentes categoría y niveles del proceso CAE, todo acorde a las estrategias.

Tabla 160: Inversión Total por Nivel y Categoría

Nivel	Categoría	Estrategia	Inversión Total
Inmaduro	Blanda	*CAE-BL1*	*$ 7,468.05*
Maduro		CAE-BL2	*$ 7,035.00*
Muy Maduro		CAE-BL3	*$ 0.00*
Inmaduro	Flexible	CAE-FL7	*$ 0.00*
Maduro		CAE-FL8	*$ 1,594.53*
Muy Maduro		CAE-FL9	*$ 0.00*
Total, de Inversión			*$ 16, 097.58*

4.2.3 Inversión en Manufactura Asistida por Computadora (CAM).

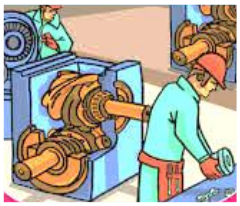
Para poder establecer el tipo de inversión adecuada a las necesidades empresariales es necesario reconocer la realidad y capacidad de inversión de éstas y por lo tanto las estrategias propuestas según sus niveles definen las directrices para la adquisición de maquinaria y equipo técnico computarizado que facilite la manufactura y mejore la productividad.

Para la definición de los costos de inversión de una empresa de manufactura asistida por computadora (CAM) son indispensables las consideraciones a continuación propuestas:

CONSIDERACIÓN DE ESTRATEGIAS

DESARROLLO FORMATIVO DE CAD Y CAE

ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO



INSTALACIÓN Y ADECUACIÓN DE MAQUINARIA

SELECCIÓN Y CONTRATACIÓN DE PERSONAL

ADQUISICIÓN DE MP Y PUESTA EN MARCHA

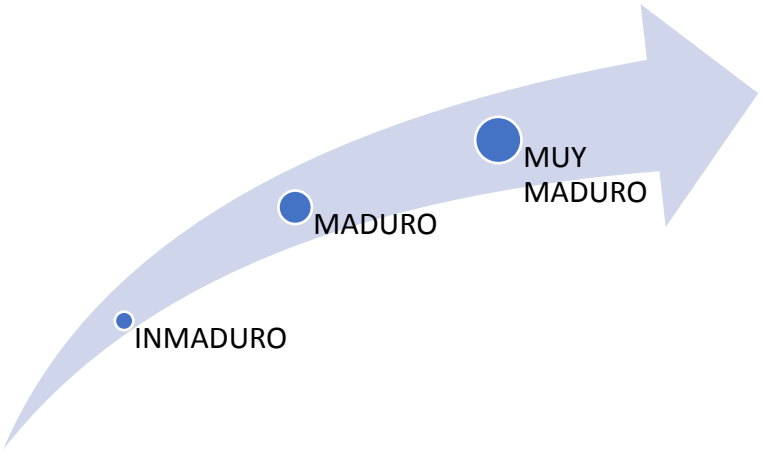
1. Las consideraciones realizadas en las estrategias determinadas por categoría y niveles de madurez para la Manufactura Asistida por Computadora (CAM)
2. Desarrollo formativo de habilidades y conocimiento en Diseño Asistido por computadora (CAD) y Adquisición del software adecuado la categoría de Manufactura Asistida por Computadora (CAM).
3. Desarrollo formativo en Ingeniería Asistida por ordenador (CAE) para el personal técnico o profesional capaz de realizar análisis de los diseños elaborados.
4. Maquinaria y equipo de tipo convencional y/o de tipo computarizado, necesario para la elaboración de las autopartes consideradas para la fabricación.
5. Costo de instalación, prueba y adecuación de la maquinaria a la disposición del espacio físico del taller donde ha de ser situado.
6. Definir los costos de selección y contratación de personal de acuerdo a los perfiles y tipos de operarios a contratar.

4.2.3.1 Inversión para nivel inmaduro del proceso CAM

Se entiende como nivel inmaduro a aquellos talleres que cuentan con limitada o nula tecnología digital auxiliar para manufactura y poseen carencias en conocimientos de diseño y poca o ninguna experiencia de fabricación por medio de maquinarias computarizadas y su medio de producción se basa en el uso de máquinas-herramientas convencionales en su mayor parte.

Estas empresas son principiantes en diseño y manufactura asistida por computadora, por lo que necesitan ganar conocimiento y experiencia y al no poder darse el lujo de invertir demasiado en nueva maquinaria, deben de optar por una maquinaria CNC versátil.

Este tipo de inversión pretende ir del nivel inmaduro a poder gestionar madurez de un taller, dotando de procesos y maquinaria de fabricación digital y de esta manera aportando capacidad de producción con precisión, calidad y productividad en la manufactura.



Para detallar el tipo de inversión del nivel inmaduro es necesario identificar si su empresa se encuentra en este nivel, de ser así puede enfocarse en la realización del siguiente grupo de estrategias que se apegan al nivel:

Tabla 161: Estrategias CAM de Nivel Inmaduro recomendadas

NIVEL DE MADUREZ	ESTRATEGIAS RECOMENDADAS		
	CATEGORIA	**CODIGO ESTRATEGIA**	**REFERENCIA**
INMADURO	DURA	CAM-DR01 CAM-DR02	Tabla 123 Estrategias pertenecientes al proceso de Manufactura Asistido por Computadora (CAM)
	FLEXIBLE	CAM-FL01 CAM-FL02	

Estas estrategias están descritas y se pueden observar en el apartado anterior denominada: **Etapa de Diseño**. Para dichas empresas se propone la siguiente inversión en maquinaria para manufactura asistida por computadora:

4.2.3.1.1 Categoría dura.

Tabla 162: Inversión en maquinaria CAM nivel Inmaduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
FRESADORA CNC	 Lugar de origen: Shandong, China Nombre de la marca: Stepmores Voltaje: 220V Dimensión (L * W * H): 0.82 * 0.66 * 0.55m Certificación: CE ISO Garantía: 1 AÑO	Servicio postventa proporcionado: Video soporte técnico área de trabajo: 600x400mm altura de alimentación: 110mm Sistema de control: Mach3 (puerto USB) Conducir motor: Motor paso a paso, conductor independiente Potencia del husillo: 1.5kw Transmisión: Tornillo de bola Color: Azul Mando: Código G de HPGL Software: Artcam / Type3 Tensión de trabajo: 220V / 50Hz Potencia (W): 1.5KW Peso: 75kg **Fuente de información: www.alibaba.com**	$2,800.00
TOTAL			**$2,800.00**

Tabla 163: Inversión en Herramientas para CAM nivel Inmaduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
HERRAMIENTAS PARA FRESADORA	 Lugar de origen: Shandong, China Condición: Nuevo Industrias aplicables: Planta de fabricación, talleres de reparación de maquinaria, venta minorista, mecanizado CNC	Después del servicio de garantía: Soporte en línea Ubicación del servicio local: Ninguna Lugar de exposición: Ninguna Número de modelo: Kit de sujeción de acero M12 Garantía: 1 AÑO Servicio postventa proporcionado: Soporte en línea Nombre del producto: Juego de kit de sujeción de acero para fresadora CNC Material: Acero de alta calidad Mercado: Europa, américa Entrega: 3-5 días Cantidades por juego: Juego de kit de sujeción de 58 piezas Establecer detalles: Nueces, bultos, bloques y espárragos MOQ: 2 set Modelos: Kit de sujeción M12 * 14, tamaño métrico Pago: Garantía de comercio de Western Union Embalaje: Caja de embalaje de plástico **Fuente de información: www.alibaba.com**	$35.00
HERRAMIENTAS PARA TORNO		encaje de origen: Sichuan, China Nombre de la marca: ZY Número de modelo: WS02 Uso: Herramienta de torneado externo Revestimiento: Estaño Cantidad: 5 5 Llave inglesa: 2 Tipo: AR, AL, BR, BL, E Paquete: Caja de madera o caja de aluminio OEM: si Color: Negro Insertar: TCMT MOQ: 1 Tornillo: M2.2,2.5,4 Tipo de llave inglesa: T6, T8, T15 **Fuente de información: www.alibaba.com**	$14.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
HERRAMIENTAS VARIAS	JUEGO DE HERRAMIENTA PARA MECANICO STANLEY STMT80275 S/226 	Descripción: Juego De Herramientas Set 226 Piezas Material Acero Cromo Negro Medidas Gravadas A Láser Acoples Con Mando 1/4" - 3/8" Mango Antideslizante Mecanismo Reversible Sistema De Desconexión Rápida **Fuente de información: www.alibaba.com**	$99.95
	PULVERIZADOR DE LUBRICACIÓN POR EN NIEBLA 	Descripción: • Usado generalmente en el procesamiento de torno, fresado, taladrado, taladrado y roscado. • El sistema de enfriamiento puede resolver el problema de la gran cantidad de agua que se registra en las máquinas herramienta y aumentar la velocidad de corte. • Ahorre costos de procesamiento y desgaste de la herramienta, y extienda la vida útil de los cuchillos. • Diseño ajustable y flexible, fácil y seguro de usar. Especificación: Material: metal y plástico Tamaño: aprox. 350 x 54 x 18 mm / 13,78 x 2,13 x 0,71 pulgadas El paquete incluye: Boquilla de la máquina de grabado de 1 pieza **Fuente de información: www.alibaba.com**	$29.12
TOTAL			**$178.07**

Tabla 164: Inversión en Aditivos para CAM nivel Inmaduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
ADITIVOS	REFRIGERANTE LÍQUIDO ABRALUB KSV	Descripción Refrigerante líquido Abralub Ksv refrigerado para esmerilado. Es un líquido enfriador del tipo sintético diseñado para uso general en metales. *Disminuye el calor que se genera durante el esmerilado y protege del óxido las piezas trabajadas, da un acabado de gran precisión. *Aumenta la vida útil de las ruedas. *Previene la oxidación, evita el crecimiento de hongos y bacterias eliminando cambios frecuentes y malos olores. *No forma espuma en aguas duras o suaves bajo condiciones normales de operación. *Es transparente permitiendo que el operario vea la pieza de trabajo. **Fuente de información: www.alibaba.com**	$79.80
	LUBRICANTE DE BASE VEGETAL MICRODROP® MD-1	Característica del material Biodegradable Código UNSPSC 31200000 Material Lubricant Nombre de la marca Trico Número de artículos 1 Número de modelo 30648 Número de pieza 30648 **Fuente de información: www.alibaba.com**	$57.45

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
ADITIVOS	LUBRICANTE PENETRANTE MULTIPROPÓSITO 11 OZ	Descripción: Lubricante De Uso General Presentación De 11 Onzas Desplaza La Humedad, Lubrica Y Limpia Descripción Evita Rechinidos Y Afloja Las Piezas Oxidadas Protege El Metal De La Corrosión, Penetra Y Desbloquea Las Partes Atascadas **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$4.60
	ACEITE MULTIPROPÓSITO 3-EN-UNO 3 OZ	Descripción Aceite Multiusos 3 En 1 Presentación Gotero De 3 Onzas Adecuado Para Limpieza De Objetos Metálicos Lubrica Y Elimina Toda Clase De Ruido O Chirrido Protege Las Superficies Contra El Óxido Y Corrosión **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$1.95
TOTAL			**$143.80**

Tabla 165: Inversión en EPP para CAM nivel Inmaduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	GUANTES MULTIUSOS DE NITRIPO	Descripción: Certificado En388 (4111) Resistente A Químicos Y Aceites Puño De Seguridad Reforzado Guante Recubierto En Palma De Nitrilo Liso Y Forro De Algodón Tipo Jersey Recomendado Para Trabajo Pesado En Fundidoras, Núcleos Y Metales Fabricados, Minería, Petroquímica, Refinería, Manejo De Químicos. **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$5.80
	CARETA DE CASCO PARA ESMERILAR KBA150E/S360	Careta de protección facial para trabajos industriales. **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$6.90
	PROTECTOR DE OIDO 24DB 3M 1270	Descripción: Tapones Auditivos Reusables Con Cordón Color Naranja De Alta Visibilidad Material Elastómero Sintético Cordón De Nylon En Color Azul Hipoalergénicos Para Una Efectiva E Higiénica Protección Estructura De 3 Aletas Y Superficie Perfectamente Lisa Para Mayor Comodidad Fácil Limpieza Solamente Con Agua Y Jabón **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$0.75
TOTAL			**$13.45**

Tabla 166: Inversión en Instalación, Prueba y Adecuación Física para CAM nivel Inmaduro

COSTOS DE INSTALACIÓN, PRUEBA Y ADECUACIÓN DEL ESPACIO FÍSICO			
NOMBRE DE MAQUINA	**TIPO DE INVERSIÓN**	**DESCRIPCIÓN DE INVERSIÓN**	**COSTO**
Fresadora CNC	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material + mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material + mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba y de uso del equipo CNC	$40
TOTAL			**$130.00**

4.2.3.1.1.1 *Inversión total CAM, Categoría Dura del Nivel Inmaduro.*

Tabla 167 inversión total de inversión para categoría dura nivel inmadura CAM

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Formación CAD	$ 2,054.00
Máquina, Herramientas y Equipo	$2,800.00
Herramientas	$178.07
Aditivos	$143.80
Equipo de protección personal	$13.45
Instalación, Prueba y Adecuación del equipo	$130.00
TOTAL	**$5,319.32**[61]

[61] todos los costos van a cambiar de acuerdo al tipo y cantidad de maquinaria, herramientas, insumos, equipo de protección personal, aditivos, inversión en instalación y selección y contratación de personal en la que cada empresa decida invertir.

4.2.3.1.2 Categoría flexible.

Tabla 168: Inversión de selección de personal CAM nivel Inmaduro

Proceso	Descripción	Personal encargado / día	Tiempo presupuestado	Costo
Selección del personal Idóneo	Entrevista, selección y contratación de personal con perfil idóneo para puesto de trabajo.	$ 15.00	1 semana	$75.00
TOTAL				**$75.00**[62]

Tabla 169: Inversión de capacitación profesional.

MAQUINARIA	CURSO	TITULACION	DURACIÓN	COSTO
Fresadora CNC	Tornero Fresador[63]	Titulación profesional	4 meses	$608
TOTAL				**$608**[64]

Tabla 170: Inversión categoría flexible nivel inmaduro CAM.

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Costo de selección de personal	$75.00
Costo de capacitación de personal	$608.00
TOTAL	**$683.00**

4.2.3.1.3 Inversión Total Nivel Inmaduro

Tabla 171: Inversión total nivel inmaduro

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Inversión total categoría dura	$5,319.32
Inversión total categoría flexible	$683.00
TOTAL	**$6,002.32**[65]

[62] Los costos de selección de personal van a depender de los procesos internos de cada empresa, esta propuesta esta detallada como información auxiliar obtenida de la mano de personal de recursos humanos de la empresa Wendys El Salvador.
[63] https://www.euroinnova.edu.es/curso-tornero-fresador
[64] Los costos de capacitación de personal, dependerán de la cantidad de recurso humano que la empresa decida capacitar.
[65] todos los costos van a cambiar de acuerdo al tipo y cantidad de maquinaria, herramientas, insumos, equipo de protección personal, aditivos, inversión en instalación y selección y contratación de personal en la que cada empresa decida invertir.

4.2.3.2 Inversión para nivel maduro del proceso CAM

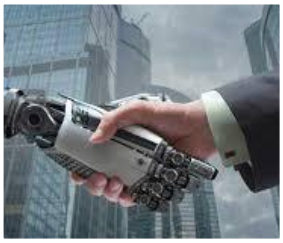
Se entiende como nivel maduro a aquellos talleres que cuentan con tecnología digital auxiliar para manufactura, poseen conocimientos de diseño digital y experiencia en fabricación por medio de alguna maquinaria computarizada y su medio de producción combina diferentes máquinas-herramientas convencionales y en cierta parte computarizadas ya que son empresas que están dando paso a incursionar en el uso de nuevas tecnologías de fabricación.

Se debe de tener en cuenta que, en este punto del nivel de madurez, las empresas desarrollan nuevas técnicas y habilidades en uso de tecnologías y la vez que pretenden mejorar la capacidad tecnología existente, permitiéndoles lograr mejores procesos en calidad y eficiencia además de lograr versatilidad en diseños.

Es por esto que las empresas de nivel maduro, deben identificar los mejores programas de capacitación de mano de obra técnica que permita desarrollarse de mejor manera.

AMPLIACIÓN DE CONOCIMIENTO

CAPACITACIONES CAD, CAE, CAM



BIENVENIDA TECNOLOGIA

MAQUINARIA CNC

MEJORA DE PROCESOS

MAYOR EFICIENCIA

La premisa es que con ampliación del conocimiento tecnológico por medio de capacitaciones CAD, CAE y CAM, junto a la apertura a nuevas tecnologías de fabricación digital con maquinaria CNC, son las bases de mejoras en los procesos productivos y por ende de la eficiencia de los talleres.

Para detallar el tipo de inversión del nivel maduro es necesario identificar si su empresa se encuentra en este nivel, de ser así puede enfocarse en la realización del siguiente grupo de estrategias que se apegan a su nivel de madurez:

Tabla 172: Estrategias CAM de Nivel Maduro Recomendadas.

NIVEL DE MADUREZ	ESTRATEGIAS RECOMENDADAS		
	CATEGORIA	**CODIGO ESTRATEGIA**	**REFERENCIA**
MADURO	DURA	CAM-DR03 CAM-DR04 CAM-DR05 CAM-DR06	Tabla 123: Estrategias pertenecientes al proceso de Manufactura Asistido por Computadora (CAM)
	FLEXIBLE	CAM-FL03 CAM-FL04	

Para las empresas del nivel maduro se propone la siguiente inversión en maquinaria para manufactura asistida por computadora

4.2.3.2.1 Categoría Dura.

Tabla 173: Inversión en Maquinaria CAM Nivel Maduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
CORTADORA CNC Lugar de origen: Shandong, China Nombre de la marca: Honesto Condición: Nuevo	 Potencia nominal: 1.5kw Velocidad de grabado: 3.00 mm / min Velocidad de rotación del eje principal: 0-24000 rpm Altura de alimentación: 0.5m Solicitud: Metal	Dimensiones: 950 * 1300 * 1150 mm Peso: 700kgs Certificación: CE ISO Garantía: 1 año Industrias aplicables: Empresa de publicidad, Tiendas de materiales de construcción, Trabajos de construcción, Granjas, Uso doméstico, Venta al por menor, Otros Nombre: Mini máquina de corte CNC de metal de corte de alta calidad para aluminio Estructura de la máquina: Todo de aluminio fundido Trabajo Holding: Por abrazaderas Precisión (mm): 0,05 Repetibilidad (mm): 0,02 Velocidad de Iding (mm / min): 5.000 Velocidad de trabajo (mm / min): 3.000 Sistema de manejo: Motores paso a paso Tensión de trabajo: AC220V / 50HZ Software compatible Ventana98 / XP / 7 Servicio postventa proporcionado: Instalación de campo, puesta en marcha y capacitación, mantenimiento de campo **Fuente de información: www.alibaba.com**	$1,700.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
TORNO CNC DE BANCADA PARALELA	 sip: Horizontal Condición: Nuevo Lugar de origen: Shandong, China Dimensión (L * W * H): 1550 * 920 * 1450 mm Nombre de la marca: Luyoung Número de modelo:CK0640 Voltaje:380V 3 fases Certificación: ISO9001 CE Garantía: 1 AÑO, un año	Servicio postventa proporcionado: Soporte en línea, ingenieros disponibles para dar servicio a maquinaria en el extranjero Nombre: CK0640 máquina de china torno de torneado CNC mini torno metal Tipo de máquina: mini máquina de torno CNC Husillo: 42mm Tipo de producto: Torno CNC económico Función: Mecanizado de metales Eje de velocidad: 50 ~ 2500rpm Sistema de control: GSK SIEMENS FANUC Longitud máxima de la pieza de trabajo: 240mm Grado automático: Automático Potencia (W): 3KW Peso: 850kg Max. Diámetro de oscilación: 300mm **Fuente de información: www.alibaba.com**	$3,850.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
FRESADORA CNC	 Lugar de origen: Shandong, China Nombre de la marca: Stepmores Voltaje: 220V Dimensión (L * W * H): 0.82 * 0.66 * 0.55m Certificación: CE ISO Garantía: 1 AÑO	Servicio postventa proporcionado: Video soporte técnico área de trabajo: 600x400mm altura de alimentación: 110mm Sistema de control: Mach3 (puerto USB) Conducir motor: Motor paso a paso, conductor independiente Potencia del husillo: 1.5kw Transmisión: Tornillo de bola Color: Azul Mando: Código G de HPGL Software: Artcam / Type3 Tensión de trabajo: 220V / 50Hz Potencia (W): 1.5KW Peso: 75kg **Fuente de información: www.alibaba.com**	$2,800.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
HORNO DE FUNDICIÓN	 Uso: Horno de fusión Tipo: Horno de inducción Nombre de la marca: Lanshuo Modelo: LSZ-15 Voltaje: 70-550V Dimensión (L * W * H): 460 * 270 * 450 mm Certificación: Certificado CE Garantía: 1 año	Nombre: horno de fundición de cobre por inducción Solicitud: para fundir aluminio, oro, cobre, acero Material de fusión: Metal industrial Color: Soporte personalizado Capacidad: 3kg de acero, aluminio -10 kg cobre, oro, plata Frecuencia: 1KHZ-20KHZ Tensión de salida: 70-550V Poder: 15kw Corriente de salida: 18A Servicio postventa proporcionado: Ingenieros disponibles para dar servicio a maquinaria en el extranjero Peso: 24 + 21 kg **Fuente de información: www.alibaba.com**	$2,000.00
TOTAL			**$10,350.00**

Tabla 174: Inversión en Herramientas CAM Nivel Maduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
HERRAMIENTAS PARA FRESADORA	 Lugar de origen: Shandong, China Condición: Nuevo Industrias aplicables: Planta de fabricación, talleres de reparación de maquinaria, venta minorista, mecanizado CNC	Después del servicio de garantía: Soporte en línea Número de modelo: Kit de sujeción de acero M12 Garantía: 1 AÑO Servicio postventa proporcionado: Soporte en línea Nombre del producto: Juego de kit de sujeción de acero para fresadora CNC Material: Acero de alta calidad Mercado: Europa, américa Entrega: 3-5 días Cantidades por juego: Juego de kit de sujeción de 58 piezas MOQ: 2 set Modelos: Kit de sujeción M12 * 14, tamaño métrico Pago: Garantía de comercio de Western Union Embalaje: Caja de embalaje de plástico **Fuente de información: www.alibaba.com**	$35.00
HERRAMIENTAS PARA TORNO		encaje de origen: Sichuan, China Nombre de la marca: ZY Número de modelo: WS02 Uso: Herramienta de torneado externo Revestimiento: Estaño Cantidad: 5 5 Llave inglesa: 2 Tipo: AR, AL, BR, BL, E Paquete: Caja de madera o caja de aluminio OEM: si Color: Negro Insertar: TCMT MOQ: 1 Tornillo: M2.2,2.5,4 Tipo de llave inglesa: T6, T8, T15 **Fuente de información: www.alibaba.com**	$14.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
HERRAMIENTAS VARIAS	JUEGO DE HERRAMIENTA PARA MECANICO STANLEY STMT80275 S/226 	Descripción: Juego De Herramientas Set 226 Piezas Material Acero Cromo Negro Medidas Gravadas A Láser Acoples Con Mando 1/4'' - 3/8'' Mango Antideslizante Mecanismo Reversible Sistema De Desconexión Rápida **Fuente de información: www.alibaba.com**	$99.95
	PULVERIZADOR DE LUBRICACIÓN POR EN NIEBLA 	Descripción: • Usado generalmente en el procesamiento de torno, fresado, taladrado, taladrado y roscado. • El sistema de enfriamiento puede resolver el problema de la gran cantidad de agua que se registra en las máquinas herramienta y aumentar la velocidad de corte. • Diseño ajustable y flexible, fácil y seguro de usar. Especificación: Material: metal y plástico Tamaño: aprox. 350 x 54 x 18 mm / 13,78 x 2,13 x 0,71 pulgadas El paquete incluye: Boquilla de la máquina de grabado de 1 pieza **Fuente de información: www.alibaba.com**	$29.12
TOTAL			**$178.07**

Tabla 175: Inversión en Aditivos CAM Nivel Maduro

NOMBRE DE ADITIVO	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
ADITIVOS	REFRIGERANTE LÍQUIDO ABRALUB KSV	Descripción Refrigerante líquido Abralub Ksv refrigerado para esmerilado. Es un líquido enfriador del tipo sintético diseñado para uso general en metales. *Disminuye el calor que se genera durante el esmerilado y protege del óxido las piezas trabajadas, da un acabado de gran precisión. *Aumenta la vida útil de las ruedas. *Previene la oxidación, evita el crecimiento de hongos y bacterias eliminando cambios frecuentes y malos olores. *No forma espuma en aguas duras o suaves bajo condiciones normales de operación. *Es transparente permitiendo que el operario vea la pieza de trabajo. **Fuente de información: www.alibaba.com**	$79.80
	LUBRICANTE DE BASE VEGETAL MICRODROP® MD-1	Característica del material Biodegradable Código UNSPSC 31200000 Material: Lubricante Nombre de la marca: Tricool Número de artículos: 1 Número de modelo: 30648 Número de pieza: 30648 **Fuente de información: www.alibaba.com**	$57.45

NOMBRE DE ADITIVO	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
ADITIVOS	ARCILLA ROJA 	Descripción: Arcilla para moldes de materiales de fundición Adecuada para piezas complejas de fabricar Tipo de compra: por metro cubico, en el país la referencia es conocida coloquialmente por “camionada”	$120
	LUBRICANTE PENETRANTE MULTIPROPÓSITO 11 OZ 	Descripción: Lubricante De Uso General Presentación De 11 Onzas Desplaza La Humedad, Lubrica Y Limpia Descripción Evita Rechinidos Y Afloja Las Piezas Oxidadas Protege El Metal De La Corrosión, Penetra Y Desbloquea Las Partes Atascadas **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$4.60

NOMBRE DE ADITIVO	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
	ACEITE MULTIPROPÓSITO 3-EN-UNO 3 OZ	Descripción Aceite Multiusos 3 En 1 Presentación Gotero De 3 Onzas Adecuado Para Limpieza De Objetos Metálicos Lubrica Y Elimina Toda Clase De Ruido O Chirrido Protege Las Superficies Contra El Óxido Y Corrosión **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$1.95
TOTAL			**$263.80**

Tabla 176: Inversión en EPP para CAM Nivel Maduro.

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	GUANTES MULTIUSOS DE NITRIPO	Descripción: Certificado En388 (4111) Resistente A Químicos Y Aceites Puño De Seguridad Reforzado Guante Recubierto En Palma De Nitrilo Liso Y Forro De Algodón Tipo Jersey Recomendado Para Trabajo Pesado En Fundidoras, Núcleos Y Metales Fabricados, Minería, Petroquímica, Refinería, Manejo De Químicos. **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$5.80
	CARETA DE CASCO PARA ESMERILAR KBA150E/S360	Careta de protección facial para trabajos industriales. **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$6.90
	PROTECTOR DE OIDO 24DB 3M 1270	Descripción: Tapones Auditivos Reusables Con Cordón Color Naranja De Alta Visibilidad Material Elastómero Sintético Cordón De Nylon En Color Azul Hipoalergénicos Para Una Efectiva E Higiénica Protección Estructura De 3 Aletas Y Superficie Perfectamente Lisa Para Mayor Comodidad Fácil Limpieza Solamente Con Agua Y Jabón **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$0.75
TOTAL			**$13.45**

Tabla 177: Inversión en Instalación, Prueba y adecuación física CAM Nivel Maduro

COSTOS DE INSTALACIÓN, PRUEBA Y ADECUACIÓN DEL ESPACIO FÍSICO			
NOMBRE DE MAQUINA	**TIPO DE INVERSIÓN**	**DESCRIPCIÓN DE INVERSIÓN**	**COSTO**
Fresadora CNC	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material + mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material + mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba y de uso del equipo CNC	$40
Torno CNC	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material + mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material + mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba de uso del equipo CNC	$40
Cortadora CNC	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material + mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material + mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba de uso del equipo CNC	$40
Horno de fundición	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material + mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material + mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba de uso del equipo CNC	$40
TOTAL			**$390.00**[66]

[66] Precios estimados con obreros salvadoreños

Tabla 178: Inversión total categoría dura, nivel inmaduro

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Máquina, Herramientas y Equipo	$10,350.00
Herramientas	$178.07
Aditivos	$263.80
Equipo de protección personal	$13.45
Instalación, Prueba y Adecuación del equipo	$390.00
TOTAL	**$11,195.32**[67]

4.2.3.2.2 Categoría Flexible

Tabla 179: Inversión en selección de personal CAM nivel maduro

PROCESO	DESCRIPCIÓN	PERSONAL ENCARGADO	TIEMPO PRESUPUESTADO	COSTO
Definición de perfiles	Planteamiento y definición de perfiles que cumplan con las necesidades de la empresa	$15/día	2 semanas	$150.00
Selección del personal Idóneo	Entrevista, selección y contratación de personal con perfil idóneo para puesto de trabajo.	$ 15.00/día	1 semana	$75.00
TOTAL				**$225.00**[68]

Tabla 180 inversión en capacitación profesional

MAQUINARIA	CURSO	TITULACION	DURACIÓN	COSTO
Fresadora CNC	Tornero Fresador[69]	Titulación profesional	4 meses	$608.00
Horno o forja	Diseño de moldes y modelos para fundición o forja[70]	Titulación profesional.	4 meses	$449.00
TOTAL				**$1057.00**[71]

[67] Ttodos los costos van a cambiar de acuerdo al tipo y cantidad de maquinaria, herramientas, insumos, equipo de protección personal, aditivos, inversión en instalación y selección y contratación de personal en la que cada empresa decida invertir.
[68] Los costos de selección de personal van a depender de los procesos internos de cada empresa, esta propuesta esta detallada como información auxiliar obtenida de la mano de personal de recursos humanos de la empresa Wendys El Salvador.
[69] https://www.euroinnova.edu.es/curso-tornero-fresador
[70] https://www.euroinnova.edu.es/fmem0409-diseno-de-moldes-y-modelos-para-fundicion-o-forja-online
[71] Los costos de capacitación de personal, dependerán de la cantidad de recurso humano que la empresa decida capacitar.

Tabla 181: Inversión total categoría flexible nivel maduro CAM

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Costo de selección de personal	$225.00
Costo de capacitación de personal	$1057.00
TOTAL	**$1,282.00**

4.2.3.2.3 inversión Total Nivel Maduro

Tabla 182: Inversión total nivel maduro

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Inversión categoría dura	$11,195.32
Inversión categoría flexible	$1,282.00
TOTAL	**$12,475.32**[72]

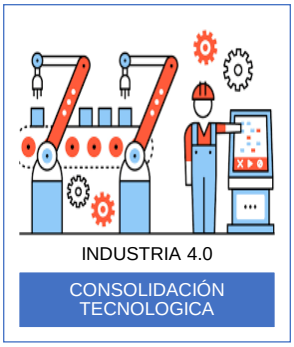
[72] Ttodos los costos van a cambiar de acuerdo al tipo y cantidad de maquinaria, herramientas, insumos, equipo de protección personal, aditivos, inversión en instalación y selección y contratación de personal en la que cada empresa decida invertir.

4.2.3.3 Inversión para nivel muy maduro del proceso CAM

Se entiende como nivel muy maduro a aquellos talleres que cuentan con experiencia en fabricación digital previa y han definido las bases de procesos de manufactura a través de adaptar las tecnologías de fabricación y de aplicar los conocimientos tecnológicos de diseño e ingeniería, pero en este nivel la empresa se percata de limitaciones en la fabricación debido a capacidad propia de las maquinarias existentes y a su vez buscan la manera de consolidarse en el mercado al poder diversificar y abarcar más cartera de clientes, mejorando continuamente en calidad de procesos y productos.

En el nivel muy maduro la empresa se centra en sus fortalezas más grande, las tecnologías de fabricación y el "know how", y promueve la sinergia de ambas en todos los esfuerzos de empresariales y organizacionales.

Además, una empresa de nivel muy maduro, tiene una visión holística ya que sabe que la formación de su capital humano es valiosa, que la estructura organizativa necesita proveer un ambiente organizacional apropiado, debe reconocer que la mejora continua de sus procesos productivos y la flexibilidad de aplicar conocimientos son fundamentales para lograr el posicionamiento deseado de la empresa en la industria 4.0



Para detallar el tipo de inversión del nivel maduro es necesario identificar si su empresa se encuentra en este nivel, de ser así puede enfocarse en la realización del siguiente grupo de estrategias que se apegan a su nivel de madurez:

Tabla 183: Estrategias CAM de Nivel Maduro Recomendadas.

NIVEL DE MADUREZ	ESTRATEGIAS RECOMENDADAS		
	CATEGORIA	CODIGO ESTRATEGIA	REFERENCIA
MUY MADURO	DURA	CAM-DR07 CAM-DR08 CAM-DR09 CAM-DR10 CAM-DR11	Tabla 123 Estrategias pertenecientes al proceso de Manufactura Asistido por Computadora (CAM)
	FLEXIBLE	CAM-FL06 CAM-FL07 CAM-FL08	

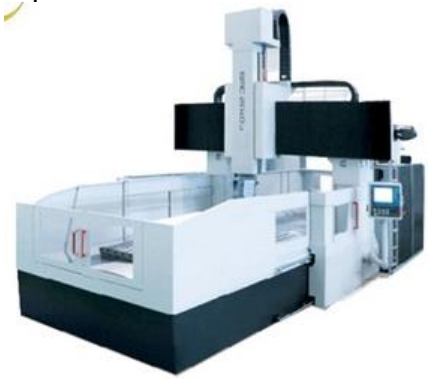
Para las empresas del nivel muy maduro se propone la siguiente inversión en maquinaria para manufactura asistida por computadora:

4.2.3.3.1 Categoría dura.

Tabla 184: Inversión en Maquinaria CAM Nivel Muy Maduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
CORTADORA CNC	 Lugar de origen: Shandong, China Nombre de la marca: Honesto Condición: Nuevo CNC o no: CNC Lugar de origen: Shandong, China Nombre de la marca: COMEID Voltaje: 220V Dimensión (L * W * H): 1020 * 1200 * 550 mm Certificación: YO ASI	Peso (KG):300 Garantía: 1 AÑO Servicio postventa proporcionado: Soporte técnico de video, ingenieros disponibles para dar servicio a maquinaria en el extranjero Industrias aplicables: Tiendas de materiales de construcción, Planta de fabricación, Uso en el hogar, Trabajos de construcción, Empresa de publicidad Sistema de control: Controlador de estudio nc / mango DSP Área de trabajo: 600 * 600 mm Solicitud: madera, metal, plástico y grabado Estructura: mesa entera mesa de fundición de hierro estable Transmisión: Riel lineal y husillo de bolas Huso: Husillo de refrigeración por agua Color: Blanco azul Palabra clave: corte de metal CNC **Fuente de información: www.alibaba.com**	$2,200.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
TORNO CNC	 Max. Diámetro de oscilación (mm):360 Max. Longitud de la pieza de trabajo (mm):1000 Rango de velocidad del husillo (r.p.m):42-1600 r.p.m Capacidad de mecanizado: Trabajos de tipo medio Diámetro interior del husillo (mm):52 Ancho de la cama (mm):360 Max. Longitud torneada (mm):750 mm Tipo: Horizontal Potencia del motor del husillo (kW):4.5KW Año:2020 Lugar de origen: Shandong, China Nombre de la marca: Yangtuo	Número de modelo:C6136 Voltaje: 220/380 Dimensión (L * W * H): 2470/1150/1590 Certificación: CE ISO Peso (KG): 1450 kilogramos Garantía: 1 AÑO Servicio postventa proporcionado: Soporte en línea, soporte técnico por video, instalación en campo, puesta en marcha y capacitación, servicio de mantenimiento y reparación Industrias aplicables: Hoteles, Tiendas de materiales de construcción, Planta de fabricación, Fábrica de alimentos y bebidas, Venta al por menor, Tienda de alimentos, Imprentas, Energía y minería, Tiendas de alimentos y bebidas, Empresa de publicidad Después del servicio de garantía: Soporte técnico de video, soporte en línea, repuestos, mantenimiento en el campo y servicio de reparación Garantía de los componentes principales: 1 AÑO Componentes principales: Cojinete, bomba, motor, caja de cambios, PLC, motor Precisión: Máquina de alta precisión Función: Torneado de metal Palabra clave: **Fuente de información: www.alibaba.com**	$5,750.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
FRESADORA CNC	VMC 3/4/5 Axis frezadora CNC Vertical Machine Center para autopartes  Tipo: Universal Rango de velocidad del husillo (r.p.m): 1 - 20000 Precisión de posicionamiento (mm):0,02 Repetibilidad (X / Y / Z) (mm): 0.008 Condición: Nuevo	Lugar de origen: China Nombre de la marca: DMTC Número de modelo: DGMC8VT Recorrido de la mesa (mm): 1220 Voltaje: 380V ± 10% 50Hz ± 1Hz Dimensión (L * W * H): 7300 3400 3400 Certificación: YO ASI Sistema de control CNC: Siemens Puntos de venta clave: Automático Peso (KG): 5000 Garantía: 1 año Industrias aplicables: Talleres de materiales de construcción, planta de fabricación, talleres de reparación de maquinaria, trabajos de construcción, energía y minería Servicio postventa proporcionado: Ingenieros disponibles para dar servicio a maquinaria en el extranjero, soporte en línea longitud: 1000mm anchura: 800mm ancho de pórtico: 1200mm X viajes: 1200mm Viaje Y: 1400mm Recorrido Z: 1000mm Potencia (W): 70KW **Fuente de información: www.alibaba.com**	$5,000.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
HORNO DE FUNDICIÓN	 Uso: Horno de fusión Tipo: Horno de inducción Nombre de la marca: Lanshuo Modelo: LZ35 Voltaje: 70-550V Dimensión (L * W * H): 650 * 350 * 550 mm / 550-300 * 500 mm Certificación: CE Potencia (kW): 35 Garantía: 1 AÑO	Servicio postventa proporcionado: Servicio de mantenimiento y reparación en campo. Industrias aplicables: industria del metal Nombre: Horno de fusión por inducción IGBT Solicitud: oro, bronce, cobre, plata, acero, fusión Característica: fusión de frecuencia media Capacidad de fusión: 10-30 kg de metal Voltaje de entrada: Trifásico 380v 50-60HZ presión de agua de enfriamiento: ≥0.2MPa Material de fusión: oro, hierro, acero, plata, aluminio, bronce, zinc Palabra clave: horno de fusión por inducción, horno de fusión, máquina de fusión Color: Requisito del cliente Otro nombre: horno de fundición Peso: 55kg **Fuente de información: www.alibaba.com**	$5,000.00
TOTAL			**$17,950.00**[73]

[73] La inversión en maquinaria dependerá directamente del inversionista, este es una propuesta para facilitar la información.

Tabla 185: Inversión en Herramientas para CAM Nivel Muy Maduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
HERRAMIENTAS PARA FRESADORA	 Lugar de origen: Shandong, China Condición: Nuevo Industrias aplicables: Planta de fabricación, talleres de reparación de maquinaria, venta minorista, mecanizado CNC	Después del servicio de garantía: Soporte en línea Ubicación del servicio local: Ninguna Lugar de exposición: Ninguna Número de modelo: Kit de sujeción de acero M12 Garantía: 1 AÑO Servicio postventa proporcionado: Soporte en línea Nombre del producto: Juego de kit de sujeción de acero para fresadora CNC Material: Acero de alta calidad Mercado: Europa, américa Entrega: 3-5 días Cantidades por juego: Juego de kit de sujeción de 58 piezas Establecer detalles: Nueces, bultos, bloques y espárragos MOQ: 2 set Modelos: Kit de sujeción M12 * 14, tamaño métrico Pago: Garantía de comercio de Western Union Embalaje: Caja de embalaje de plástico **Fuente de información: www.alibaba.com**	$35.00
HERRAMIENTAS PARA TORNO		encaje de origen: Sichuan, China Nombre de la marca: ZY Número de modelo: WS02 Uso: Herramienta de torneado externo Revestimiento: Estaño Cantidad: 5 5 Llave inglesa: 2 Tipo: AR, AL, BR, BL, E Paquete: Caja de madera o caja de aluminio OEM: si Color: Negro Insertar: TCMT MOQ: 1 Tornillo: M2.2,2.5,4 Tipo de llave inglesa: T6, T8, T15 **Fuente de información: www.alibaba.com**	$14.00

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
HERRAMIENTAS VARIAS	JUEGO DE HERRAMIENTA PARA MECANICO STANLEY STMT80275 S/226 	Descripción: Juego De Herramientas Set 226 Piezas Material Acero Cromo Negro Medidas Gravadas A Láser Acoples Con Mando 1/4" - 3/8" Mango Antideslizante Mecanismo Reversible Sistema De Desconexión Rápida **Fuente de información: www.alibaba.com**	$99.95
	PULVERIZADOR DE LUBRICACIÓN POR EN NIEBLA 	Descripción: • Usado generalmente en el procesamiento de torno, fresado, taladrado, taladrado y roscado. • El sistema de enfriamiento puede resolver el problema de la gran cantidad de agua que se registra en las máquinas herramienta y aumentar la velocidad de corte. • Ahorre costos de procesamiento y desgaste de la herramienta, y extienda la vida útil de los cuchillos. • Diseño ajustable y flexible, fácil y seguro de usar. Especificación: Material: metal y plástico Tamaño: aprox. 350 x 54 x 18 mm / 13,78 x 2,13 x 0,71 pulgadas El paquete incluye: Boquilla de la máquina de grabado de 1 pieza **Fuente de información: www.alibaba.com**	$29.12
TOTAL			**$178.07**

Tabla 186: Inversión de Aditivos para CAM Nivel Muy Maduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
ADITIVOS	REFRIGERANTE LÍQUIDO ABRALUB KSV	Descripción Refrigerante líquido Abralub Ksv refrigerado para esmerilado. Es un líquido enfriador del tipo sintético diseñado para uso general en metales. *Disminuye el calor que se genera durante el esmerilado y protege del óxido las piezas trabajadas, da un acabado de gran precisión. *Aumenta la vida útil de las ruedas. *Previene la oxidación, evita el crecimiento de hongos y bacterias eliminando cambios frecuentes y malos olores. *No forma espuma en aguas duras o suaves bajo condiciones normales de operación. *Es transparente permitiendo que el operario vea la pieza de trabajo. Fuente de información: www.alibaba.com	$79.80
	LUBRICANTE DE BASE VEGETAL MICRODROP® MD-1	Característica del material Biodegradable Código UNSPSC 31200000 Material Lubricant Nombre de la marca Trico Número de artículos 1 Número de modelo 30648 Número de pieza 30648 **Fuente de información: www.alibaba.com**	$57.45

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
ADITIVOS	ARCILLA ROJA	Descripción: Arcilla para moldes de materiales de fundición Adecuada para piezas complejas de fabricar Tipo de compra: por metro cubico, en el país la referencia es conocida coloquialmente por “camionada”	$120
	LUBRICANTE PENETRANTE MULTIPROPÓSITO 11 OZ	Descripción: Lubricante De Uso General Presentación De 11 Onzas Desplaza La Humedad, Lubrica Y Limpia Descripción Evita Rechinidos Y Afloja Las Piezas Oxidadas Protege El Metal De La Corrosión, Penetra Y Desbloquea Las Partes Atascadas **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$4.60

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
	ACEITE MULTIPROPÓSITO 3-EN-UNO 3 OZ	Descripción Aceite Multiusos 3 En 1 Presentación Gotero De 3 Onzas Adecuado Para Limpieza De Objetos Metálicos Lubrica Y Elimina Toda Clase De Ruido O Chirrido Protege Las Superficies Contra El Óxido Y Corrosión Fuente de información: www.vidri.com.sv	$1.95
TOTAL			**$263.80**

Tabla 187: Inversión de EPP para CAM Nivel Muy Maduro

NOMBRE DE MAQ, HERRA Y EQUIP.	IMAGEN ILUSTRATIVA	CAPACIDAD Y DESCRIPCIÓN TECNICA	COSTO
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	GUANTES MULTIUSOS DE NITRIPO	Descripción: Certificado En388 (4111) Resistente A Químicos Y Aceites Puño De Seguridad Reforzado Guante Recubierto En Palma De Nitrilo Liso Y Forro De Algodón Tipo Jersey Recomendado Para Trabajo Pesado En Fundidoras, Núcleos Y Metales Fabricados, Minería, Petroquímica, Refinería, Manejo De Químicos. **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$5.80
	CARETA DE CASCO PARA ESMERILAR KBA150E/S360	Careta de protección facial para trabajos industriales. **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$6.90
	PROTECTOR DE OIDO 24DB 3M 1270	Descripción: Tapones Auditivos Reusables Con Cordón Color Naranja De Alta Visibilidad Material Elastómero Sintético Cordón De Nylon En Color Azul Hipoalergénicos Para Una Efectiva E Higiénica Protección Estructura De 3 Aletas Y Superficie Perfectamente Lisa Para Mayor Comodidad Fácil Limpieza Solamente Con Agua Y Jabón **Fuente de información: www.vidri.com.sv**	$0.75
TOTAL			**$13.45**

Tabla 188: Inversión en Instalación, Prueba y Adecuación Física para CAM Nivel Muy Maduro

COSTOS DE INSTALACIÓN, PRUEBA Y ADECUACIÓN DEL ESPACIO FÍSICO			
NOMBRE DE MAQUINA	**TIPO DE INVERSIÓN**	**DESCRIPCIÓN DE INVERSIÓN**	**COSTO**
Fresadora CNC	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material+mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material+mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba y de uso del equipo CNC	$40
Torno CNC	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material+mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material+mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba y de uso del equipo CNC	$40
Cortadora CNC	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material+mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material+mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba de uso del equipo CNC	$40
Horno de fundición	Superficie de cemento	Construcción de plataforma de cemento para la ubicación de maquinaria CNC (material+mano de obra)	$40
	Instalación eléctrica adecuada	Colocación de instalación eléctrica adecuada para maquinaria CNC (material+mano de obra)	$50
	Instalación y prueba del equipo CNC	Instalación de prueba de uso del equipo CNC	$40
TOTAL			**$390**[74]

[74] Los costos en instalación dependerán del total y tipo de maquinaria que el inversionista decida comprar, esto es una propuesta para el tipo de maquinaria propuesto en nuestro diagnóstico.

Tabla 189: Inversión Total CAM Nivel Muy Maduro

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Formación CAD	$ 9,790.00
Máquina, Herramientas y Equipo	$17,950.00
Herramientas	$178.07
Aditivos	$263.80
Equipo de protección personal	$13.45
Instalación, Prueba y Adecuación del equipo	$390.00
TOTAL	**$28,585.32**[75]

4.2.3.3.2 Categoría flexible.

Tabla 190: Inversión en Selección de Personal CAM Nivel Muy Maduro

PROCESO	DESCRIPCIÓN	PERSONAL ENCARGADO	TIEMPO PRESUPUESTADO	COSTO
Definición de perfiles	Planteamiento y definición de perfiles que cumplan con las necesidades de la empresa	$15/día	2 semanas	$180.00
Selección del personal Idóneo	Entrevista, selección y contratación de personal con perfil idóneo para puesto de trabajo.	$ 15.00/día	2 semanas	$180.00
TOTAL				**$360.00**[76]

Tabla 191 inversión de capacitación profesional

MAQUINARIA	CURSO	TITULACION	DURACIÓN	COSTO
Fresadora y torno CNC	Tornero Fresador[77]	Titulación profesional	4 meses	$608.00
Horno o forja	Diseño de moldes y modelos para fundición o forja[78]	Titulación profesional.	4 meses	$449.00
Maquinaria CNC	Control numérico CNC	Titulación profesional	4 meses	$608.00
TOTAL				**$1,665.00**[79]

[75] Ttodos los costos van a cambiar de acuerdo al tipo y cantidad de maquinaria, herramientas, insumos, equipo de protección personal, aditivos, inversión en instalación y selección y contratación de personal en la que cada empresa decida invertir.
[76] Los costos de selección de personal van a depender de los procesos internos de cada empresa, esta propuesta esta detallada como información auxiliar obtenida de la mano de personal de recursos humanos de la empresa Wendys El Salvador.
[77] https://www.euroinnova.edu.es/curso-tornero-fresador
[78] https://www.euroinnova.edu.es/fmem0409-diseno-de-moldes-y-modelos-para-fundicion-o-forja-online
[79] Los costos de capacitación de personal, dependerán de la cantidad de recurso humano que la empresa decida capacitar.

Tabla 192: inversión total categoría flexible nivel inmaduro CAM

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Costo de selección de personal	$360.00
Costo de capacitación de personal	$1,665.00
TOTAL	**$2,225.00**

4.2.4 inversión Total Nivel Muy Maduro

Tabla 193 inversión total nivel muy maduro

COSTO CONSIDERADO	COSTO DE INVERSIÓN
Inversión total categoría dura	$28,585.32
Inversión total categoría flexible	$2,225.00
TOTAL	**$30,810.32**[80]

[80] todos los costos van a cambiar de acuerdo al tipo y cantidad de maquinaria, herramientas, insumos, equipo de protección personal, aditivos, inversión en instalación y selección y contratación de personal en la que cada empresa decida invertir.

4.2.5 Trámite aduanero para ingreso de maquinaria.

Sistema Aduanero De El Salvador

El Servicio de Aduanas en El Salvador, ha estado íntimamente ligado a la forma en que ha evolucionado la economía, así como la organización del servicio de aduanas, determinando en gran parte la función de los objetivos que se persiguen con los impuestos al Comercio Exterior, así como la forma que se aplican dichos impuestos, dependiendo en cierta medida de la tendencia económica predominante. En efecto, la organización del servicio de aduanas está determinada hasta cierto punto por la clase de actividades que está llamado a realizar; y éstas a su vez se determinan, en gran parte, en función de los objetivos que se persiguen con los impuestos al comercio exterior y en función también de la forma en que se aplican.

Funciones Del Sistema Aduanero

Para el tratadista aduanero Méndez Ladrón define, el Sistema Aduanero como el conjunto de mecanismos, actividades, procedimientos e instancias que determinan la forma en que las mercancías son introducidas o extraídas de un país. Dicho sistema no solamente regula su entrada y salida, también incluye los medios en los cuales son transportados dichos productos, así como todos los actos en que se incurre para qué estos puedan alcanzar su destino. “Los sistemas aduaneros modernos se caracterizan por tratar de conseguir el objetivo de maximizar la recaudación y evitar distorsiones en el sistema de libre competencia estableciendo para ello las adecuadas medidas de vigilancia aduanera, para reducir el contrabando y, por otra parte, estimulando la presentación de mercancías en la aduana a través de medidas como la simplificación de trámites aduaneros, la eliminación de gastos innecesarios y acercamiento de prestación de los servicios a los usuarios”.

En economías pequeñas y abiertas como las centroamericanas, una de las formas de aumentar la riqueza es por medio de un sano y vigoroso comercio internacional, esto necesariamente implica el flujo de mercancías y medios de transporte cruzando fronteras. Por lo tanto, la logística asociada al transporte de bienes es clave para la eficiencia del comercio y, en esta medida, las aduanas juegan un papel preponderante ya que, por su naturaleza, ejercen control y restringen los bienes transportados internacionalmente.

Un Sistema Aduanero eficiente contribuye al aumento de los ingresos tanto en el proceso de exportación como en el de importación y al mismo tiempo, brinda información suficiente y actualizada sobre el tráfico, origen y destino de los productos, lo cual fomenta la sana competencia e incrementa el aprovechamiento de oportunidades y el uso de inteligencia de mercados para obtener mejores precios en los mercados internacionales. Un Sistema Aduanero que contribuya a la competitividad regional deberá replantear la forma en que ejecuta cuatro papeles fundamentales, que son los siguientes:

- Facilitador del Comercio
- Generador de Información
- Recaudador del Fisco
- Controlador del Tráfico Internacional de Mercancías

4.2.6 Procedimiento para trámite aduanero par ingreso de maquinaria

Si su maquinaria no es exenta de IVA, se debe seguir los siguientes pasos:

- contactar proveedores
- cotizar precios
- Generar orden de compra en base a cotización
- Negociar formas de pago
- Establecer tiempos de entrega
- Confirmar a proveedor
- Realizar transferencia monetaria en base a negociación hecha
- Recepción de facturas (puede ser contrato marítimo con o sin flete)

si el costo marítimo es FOB, implica que no incluye flete por lo que deberá gestionar por cuenta propia el demás proceso para poder liberar la carga están en aduanas.

- sí incluye flete que en este caso es costo CIF, al recibir la documentación, se envía al tramitador.
- El tramitador calcula el impuesto dependiendo de lo que se importa.
- Se pagan los impuestos (partidas arancelarias del sistema aromonico) (DAI + IVA)
- Se presenta a aduanas la siguiente documentación: BL, factura, certificados + pagos de impuestos

4.2.6.1 Importación definitiva de maquinaria exenta de IVA

Objetivo:
Proporcionar los requisitos necesarios para el ingreso de maquinaria para uso en el territorio aduanero, con la exención del pago de Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y a la Prestación de Servicios (IVA).

Base Legal:

Artículo 92 del Código Aduanero Uniforme Centroamericano (CAUCA)

Artículos del 317 al 321 y del 361 al 369 del Reglamento del Código Aduanero Uniforme Centroamericano (RECAUCA).

Artículos 45 literal h), 48 literal g) y 167-A de la Ley de Impuesto a la Transferencia de Bienes Muebles y la Prestación de Servicios (IVA).

Requisitos:

Que el importador, se encuentre debidamente inscrito en el Registro de Contribuyentes del Impuesto.

Formulario F16-22, sin tachaduras ni enmendaduras, debidamente autorizado por la Dirección General de Impuestos Internos.

Registrar los bienes específicos (maquinaria) que se importarán, en el registro correspondiente de la Dirección General de Impuestos Internos, por lo menos con 30 días de anticipación a la fecha de ingreso al país.

Comprobante de pago de la tasa de $18.00 por el pago del Servicio de Inspección No Intrusiva.

El pago de los derechos arancelarios de importación (DAI), efectuados en la Declaración de Mercancía, cuando aplique.

Formulario(s):

Formulario F16-22 [81] Registro de Importación de Maquinaria Exenta

Declaración de Mercancía o FAUCA

Procedimiento General:

El usuario se presenta a la aduana donde se transmitió la Declaración de Mercancías o FAUCA, con dos ejemplares de ésta y los documentos de soporte.

Funcionario aduanero, verifica la documentación correspondiente, conforme la legislación aduanera y que se adjunte el Formulario F16-22.

Si todo está correcto, valida la información de los documentos contra lo registrado en el sistema informático y procede a generar la selectividad respectiva.

Si el sistema indica Levante Automático (selectividad verde), se procede al despacho inmediato de las mercancías.

Si el sistema indica Revisión Documental (selectividad amarilla), el funcionario procede a verificar detalladamente la documentación presentada; de encontrar algún hallazgo, traslada al Administrador de Aduana para que designe a un funcionario aduanero que realice la inspección física de las mercancías.

Si el sistema indica Verificación Inmediata, (selectividad roja), el funcionario aduanero traslada la documentación al Contador Vista asignado por el sistema para que realice la inspección física.

Si el sistema determina realizar Inspección No Intrusiva, se le informa al motorista que proceda a disponer el medio de transporte en los lugares que se le indiquen, utilizando los procedimientos establecidos para ello (si la aduana cuenta con el equipo no intrusivo).

El despacho de las mercancías, se realizará una vez concluidas las revisiones respectivas (física o documental según corresponda) y verificado el cumplimiento de los requisitos pertinentes.

Costo por servicio: Gratuito.[82]

[81] Para llenar formulario, ingresar al siguiente link https://www.mh.gob.sv/downloads/pdf/PMHDC8224.pdf

[82] https://www.mh.gob.sv/pmh/es/Servicios/4441-Importacion-definitiva-de-maquinaria-exenta-de-IVA.html

4.3 Resumen Ejecutivo De Inversiones

Tabla 194: Resumen Ejecutivo De Inversiones.

NIVEL DE MADUREZ CAD											
INMADURO				MADURO				MUY MADURO			
DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL	DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL	DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL
$ 1,350.17	$ 2,950.00		**$ 4,300.17**	$ 850.00	$ 2,225.00		**$ 3,075.00**	**$ 1,475.00**	**$ 1,350.00**		**$ 2,825.00**
NIVEL DE MADUREZ CAE											
INMADURO				MADURO				MUY MADURO			
DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL	DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL	DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL
[83]	$ 7,468.05	**$ -**	**$ 7,468.05**		$ 7,035.00	$ 1,594.53					
NIVEL DE MADUREZ CAM											
INMADURO				MADURO				MUY MADURO			
DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL	DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL	DURA	BLANDA	FLEXIBLE	TOTAL
$ 5,319.20	[84]	$ 6,002.32	**$ 6,002.32**	$ 11,195.32		$1,282.00	**$ 12,477.32**	$ 28,585.32		$ 2,225.00	**$ 30,810.32**
INVERSION TOTAL POR CATEGORIA				INVERSION TOTAL POR CATEGORIA				INVERSION TOTAL POR CATEGORIA			
$ 6,669.37	$ 10,418.05	$ 6,002.32	**$ 17,770.54**	$ 12,045.32	$ 9,260.00	$ 2,876.53	**$ 15,552.32**	$ 30,060.32	$ 1,350.00	$ 2,225.00	**$ 33,635.32**

[83] Referirse a proceso CAD para inversión en categoría DURA para el proceso CAE
[84] Referirse a proceso CAD y CAE para inversión de categoría blanda del proceso CAM

4.4 Fuentes de Financiamiento

La fuente de financiación de la empresa es toda aquella vía que utiliza para obtener los recursos necesarios que sufraguen su actividad. Uno de los grandes objetivos de toda empresa es su supervivencia, y para garantizar su continuidad deberá proveerse de recursos financieros. Así, las fuentes de financiación serán los medios que utiliza la firma para conseguir fondos.

Para que la empresa pueda mantener una estructura económica, es decir, sus bienes y derechos, serán necesarios hacerse de recursos financieros. Este tipo de recursos se encontrarán en el patrimonio neto y el pasivo. Otra de las finalidades de las fuentes de financiación será conseguir los fondos necesarios para lograr las inversiones más rentables para la empresa.

- **Patrimonio neto:** Son los recursos propios de la empresa, las aportaciones de capital de los socios, las reservas y los beneficios no distribuidos.
- **Pasivo:** Recoge las obligaciones de la empresa como los préstamos bancarios, las deudas con proveedores o las deudas con Hacienda.

4.4.1 Clasificación de las fuentes de financiación según su vencimiento:

- **A corto plazo:** El plazo de devolución es inferior a un año. Como ejemplos se pueden citar el crédito bancario y la línea de descuento.
- **A largo plazo:** El vencimiento será superior a un año. Entre este tipo de fuentes destacan el préstamo bancario, las ampliaciones de capital o las emisiones de obligaciones.

Según su propiedad:

- **Financiación propia:** Son los recursos financieros que son propiedad de la empresa, como sucede con el capital social y las reservas.
- **Financiación ajena:** Son recursos externos que terminan por generar deudas para la empresa. Un claro ejemplo pueden constituirlo los préstamos bancarios.

4.4.2 ¿Financiación externa o autofinanciación?

A la hora de buscar recursos para sufragar la actividad de la empresa, surge una gran pregunta: ¿Acudir a fuentes de financiación ajenas o financiar por cuenta propia?, La decisión que se tome condicionará el futuro de la empresa y su independencia.

- **Autofinanciación:** Si optamos por la autofinanciación o financiación interna, se recurrirá a los recursos propios. La empresa gozará de mayor independencia al no depender de capitales ajenos. Sin embargo, sus inversiones serán mucho más limitadas. Por otra parte, la autofinanciación permitirá que la empresa evite pagar los onerosos intereses que generan las deudas con terceros.
- **Financiación Externa:** En el lado opuesto se encuentra la financiación externa. En ella se encuentran los créditos, préstamos, descuentos comerciales, la emisión de obligaciones, el “factoring” o el “leasing”. También se considera financiación externa

a las aportaciones de los socios. Sin embargo, éstas no suponen una deuda para la empresa porque no deben ser devueltas.

4.4.3 Tipos de fuentes de financiación.

A la hora de hablar de fuentes de financiación internas y externas encontraremos la siguiente clasificación según su procedencia:

4.4.3.1 Fuentes de financiación internas

- Beneficios no distribuidos de la empresa que pueden dedicarse a ampliaciones de capital.
- Provisiones para cubrir posibles pérdidas en el futuro.
- Amortizaciones, que son fondos que se emplean para evitar que la empresa quede descapitalizada debido al envejecimiento y pérdida de valor de sus activos.

4.4.3.2 Fuentes de financiación externas

- Aportaciones de capital de los socios.
- Préstamos, donde se firma un contrato con una persona física o jurídica (sociedad) para obtener un dinero que deberá ser devuelto en un plazo determinado de tiempo y a un tipo de interés. Se entiende como préstamos a corto plazo si la cantidad prestada debe devolverse en menos de un año.
- Línea de crédito.
- Leasing, que es el contrato por el cual una empresa cede a otra el uso de un bien a cambio del pago de unas cuotas de alquiler periódicas durante un determinado periodo de tiempo. Al término del contrato, el usuario del bien o arrendatario dispondrá de una opción de compra sobre el bien. Es una fuente de financiación a largo plazo.
- Factoring, que consiste en que una sociedad cede a otra el cobro de sus deudas.
- Confirming, que es un producto financiero en donde una empresa (cliente) entrega la administración integral de los pagos a sus proveedores (beneficiarios) a una entidad financiera o de crédito.
- Descuento comercial, donde ceden los derechos de cobro de las deudas a una entidad financiera, que anticipará su importe restando comisiones e intereses.
- Pagaré, que es un documento que supone la promesa de pago a alguien. Este compromiso incluye la suma fijada de dinero como pago y el plazo de tiempo para realizar el mismo.
- Crowdfounding, también llamado micro mecenazgo, que consiste en financiar un proyecto a través de donaciones colectivas. Una gran plataforma es Internet.
- Crowdlending, que es un mecanismo de financiación colectiva por el que pequeños inversores prestan su dinero a una empresa con el objetivo de recuperar la inversión en un futuro sumada al pago de unos intereses. Es una alternativa a los préstamos bancarios.
- Venture Capital, que son inversiones a través de acciones que sirven para financiar compañías de pequeño o mediano tamaño.

- Sociedad de Garantía Recíproca.
- Sociedad de Capital Riesgo.
- Créditos estatales.
- Capitalizar pagos públicos.

4.4.4 Acceso al crédito y principales fuentes de financiamiento en El Salvador

El acceso al crédito como fuente de financiamiento para iniciar un negocio por parte de las personas empresarias es un componente vital para el inicio, desarrollo y éxito de una empresa donde juegan un papel importante las instituciones financieras públicas y privadas, como proveedoras del mismo. A continuación, se presenta un estudio relacionado con las principales fuentes de financiamiento realizado por DIGESTYC-CONAMYPE con título "Encuesta Dinámica de las Micro y Pequeñas Empresas 2017":

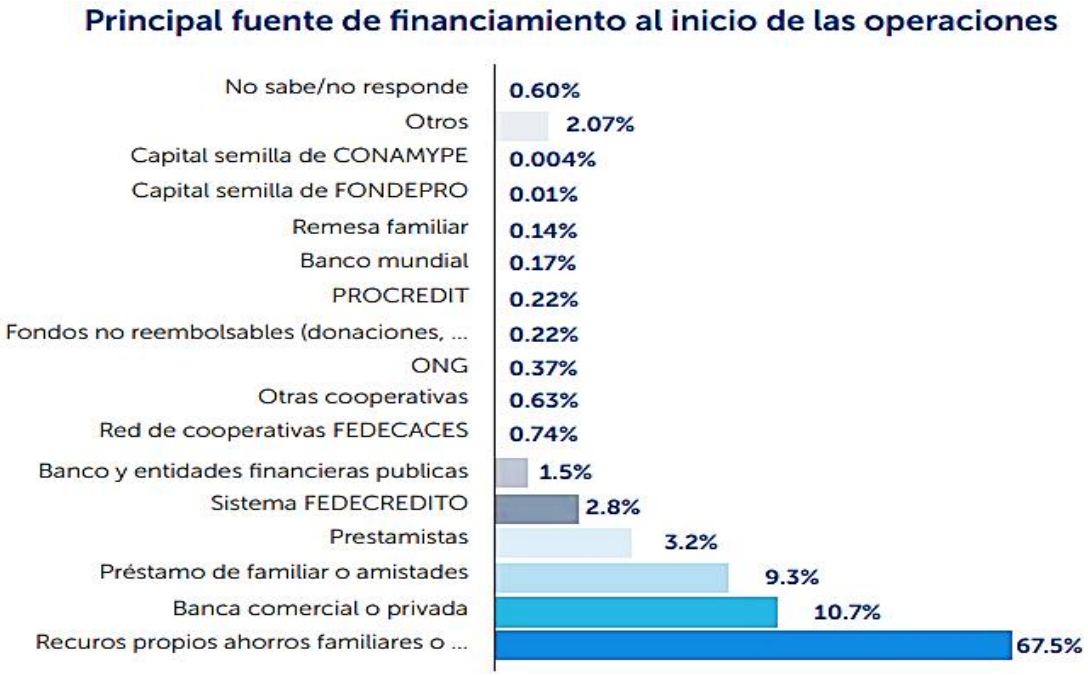


Gráfico 49: Principal Fuente de Financiamiento al Inicio de Operaciones.

Analizando la investigación cuál es la principal fuente de financiamiento utilizada para el inicio de operaciones de la empresa o negocio, se observó:

- Que el **67.5%** de las empresas o negocios respondieron que su financiamiento provino de recursos propios desde el inicio de sus operaciones.
- Por otra parte, el **10.7%** provinieron a través de la banca privada
- El **9.3%** tuvieron como fuente de sus fondos a familiares y amistades
- Un **3.2%** lo hizo a través de un prestamista

- A través del sistema FEDECRÉDITO **2.8%**
- y el restante **6.7%** indicó que se financia mediante otros mecanismos tales como bancos y entidades financieras públicas, sistema cooperativo y bancos comunales, ONG y donaciones.
- Al preguntarles a las personas encuestadas sobre si recibían remesas como fuente de financiamiento para abrir un negocio, se destaca que actualmente las remesas familiares solamente han financiado **0.1%** del inicio del negocio.

4.4.5 Principales Fuentes de Financiamiento según tamaño de la empresa.

Tabla 195: Principales Fuentes de Financiamiento Según Tamaño de la Empresa.

Principal fuente de financiamiento al inicio de las operaciones según el tamaño de la empresa.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO	EMPRENDIMIENTOS		MICROEMPRESA		PEQUEÑA EMPRESA		TOTAL GENERAL	
	TOTAL	PORCENTAJE	TOTAL	PORCENTAJE	TOTAL	PORCENTAJE	TOTAL	PORCENTAJE
Total país	**107,795**	**100%**	**193,084**	**100%**	**16,916**	**100%**	**317,795**	**100%**
Recursos propios ahorros familiares o personales	77,073	71.50	126,006	65.26	11,273	66.64	214,342	67.45
Banca comercial o privada	7,565	7.02	23,202	12.02	3,118	18.40	33,885	10.66
Préstamo de familiar o amistades	10,068	9.34	19,017	9.85	542	3.20	29,627	9.32
Prestamistas	3,266	3.03	6,685	3.46	136	0.80	10,087	3.17
Sistema Fedecrédito	3,078	2.86	5,546	2.87	131	0.77	8,755	2.75
Otros	2,087	1.94	3,771	1.95	719	4.25	6,577	2.07
Banco y entidades financieras públicas	1,622	1.50	2,890	1.50	184	1.09	4,696	1.48
Red de cooperativas FEDECACES	650	0.60	1,659	0.86	43	0.25	2,352	0.74
Otras cooperativas	599	0.56	1,352	0.70	54	0.32	2,005	0.63
No sabe/no responde	131	0.12	1,122	0.58	651	3.85	1,904	0.60
ONG	681	0.63	488	0.25	0	0.00	1,169	0.37
Fondos no reembolsables (donaciones, premios, etc...)	130	0.12	503	0.26	65	0.38	698	0.22
ProCredit	432	0.40	258	0.13	0	0.00	690	0.22
Banco Mundial	326	0.30	205	0.11	0	0.00	531	0.17
Remesa familiar	85	0.08	362	0.19	0	0.00	447	0.14
Capital semilla de Fondepro	0	0.00	18	0.01	0	0.00	18	0.01
Capital semilla de Conamype	12	0.01	0	0.00	0	0.00	12	0.004

Fuente: Encuesta Dinámica de las Micro y Pequeñas Empresas 2017.
DIGESTYC-CONAMYPE.

Con base en lo anterior, se puede observar una tendencia que está relacionada al tamaño de las empresas, en el sector de las MYPE. Así el financiamiento para iniciar los negocios mediante ahorros familiares o personales es proporcionalmente mayor en las empresas más pequeñas como lo son las de los emprendimientos. Este viene siendo menor en la medida en que la empresa es más grande tal es el caso de las pequeñas empresas. Por su parte, el acceso a fuentes de financiamiento de entidades del sistema financiero o cooperativo es mayor en la medida en que las empresas van creciendo, observándose que las empresas más pequeñas, calificados como emprendimientos, acuden en un 12.9% a dicho financiamiento, mientras que las empresas tipificadas como microempresa acuden en 18.1% a dicho financiamiento y finalmente, la pequeña empresa obtuvo financiamiento de dicha fuente en 20.9%

4.4.6 Accesibilidad a Financiamiento según tamaño.

El estudio revela que continúa vigente el hecho de que las empresas tienen diferentes niveles de accesibilidad a financiamiento de acuerdo con su tamaño, es decir, “existe la hipótesis de que, en El Salvador, el acceso al financiamiento mejora sustancialmente en MYPE de mayor tamaño y de mayor nivel de desarrollo” (CONAMYPE, 2004). Dicha hipótesis se sigue confirmando en la actual investigación sobre la situación de crédito para este tipo de empresas.

En cuanto al nivel de accesibilidad a financiamiento por parte de una entidad financiera, se continúa observando que las empresas o negocios más pequeños calificados como emprendimiento, dado el poco nivel de flexibilidad que exhiben las políticas crediticias, tienen escaso acceso a instituciones financieras que proveen financiamiento tales como bancos comerciales y el sistema FEDECRÉDITO (9.88%), de bancos, entidades financieras públicas y del sistema cooperativo, estando impulsados en casi tres cuartas partes de su financiamiento por sus recursos propios.

Por otro lado, se observó que las empresas clasificadas como microempresa tienen un mejor acceso a instituciones financieras que proveen financiamiento tales como bancos comerciales y el sistema FEDECRÉDITO (14.89%) y de bancos, entidades financieras públicas y sistema cooperativo; teniendo así mayor impulso en su financiamiento mediante crédito por dichas entidades financieras.

Finalmente, se observó que las pequeñas empresas es el sector con mayor financiamiento proveniente de la banca comercial o privada y el sistema FEDECRÉDITO (19.2%), lo cual podría estar explicado por la mayor capacidad que poseen de proveer las garantías exigidas al momento de realizar un crédito ante una entidad financiera y por su mayor grado de formalización, requisito muchas veces indispensable para acceder al crédito bancario

4.4.6.1 Comportamiento en Solicitudes de Crédito.

A continuación, se presenta el comportamiento de las solicitudes de crédito financiero por parte de empresas productivas:

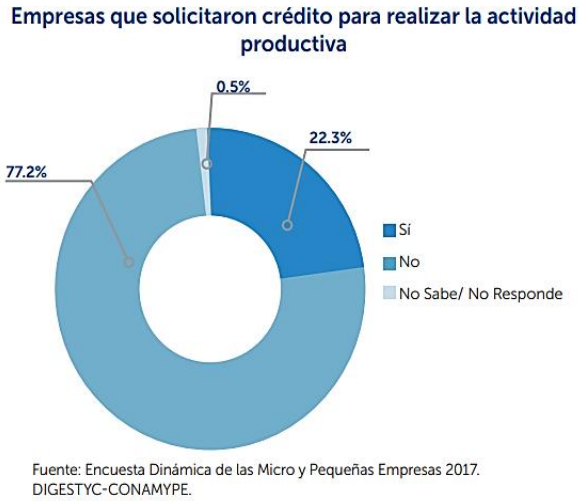


Gráfico 50: Empresas que solicitaron crédito para realizar la actividad productiva.

Respecto de las empresas que solicitaron crédito para su actividad productiva, se concluyó que el 77.2% dijo no haberlo solicitado, 22.3% dijo que sí lo solicitó y el 0.5% no respondió. Lo anterior, comprueba que las empresas del segmento MYPE no acuden al financiamiento bancario, tal como se comprobó en la investigación, debido también a que no llevan procesos contables y su negocio se encuentra en la informalidad lo cual es requisito indispensable de las entidades financieras para todo solicitante de crédito en el país.

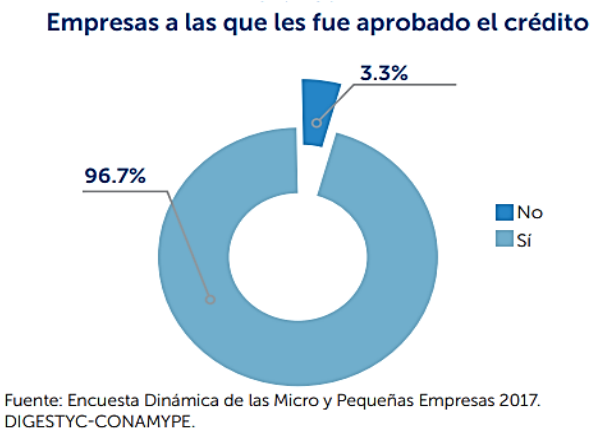


Gráfico 51: Empresas a las que les fue aprobado el crédito.

Por otra parte, con base en la investigación se obtuvo que del 22.3% de empresas que solicitaron un crédito, equivalente a 70,982 empresas, al 96.7% les fue aprobada dicha solicitud de crédito, mientras que al 3.3% (2,365) le fue denegado. Dado que el crédito se constituye en uno de los elementos dinamizadores de la actividad productiva de las MYPE es importante conocer por qué al 3.3% de las empresas no les fue posible conseguir un crédito.

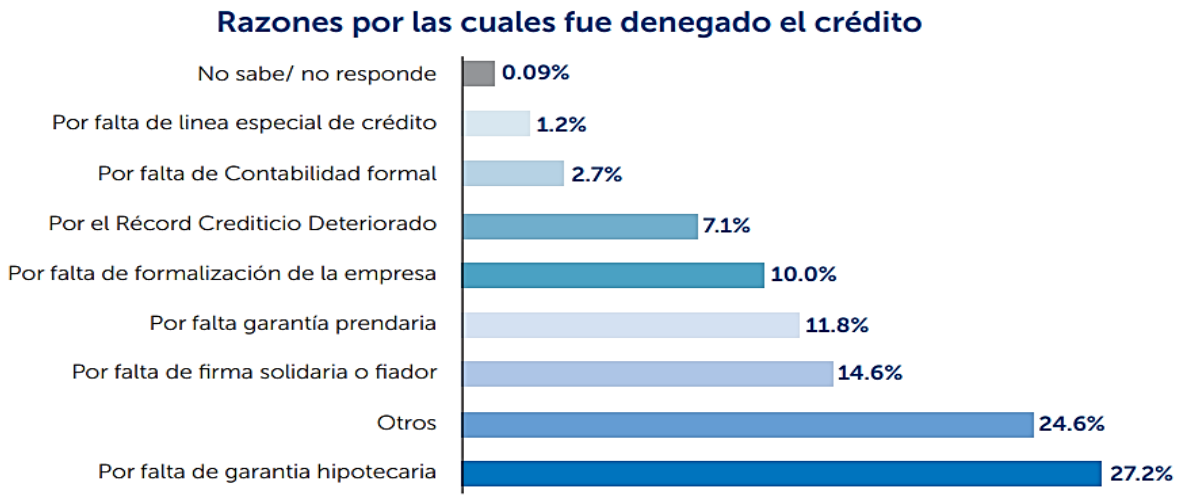


Gráfico 52: Razones por las cuales fue denegado el crédito.

Nuevamente se confirma que entre los principales obstáculos que las MYPE enfrentan para fortalecer sus empresas se pueden identificar varios motivos; como la falta de garantías hipotecarias, firma solidaria o fiador y prendaria, esto significa que casi el 54% (53.6%) es porque adolecen de alguna de esas garantías.

4.4.6.2 ¿Dónde obtienen créditos las MYPES de El Salvador?

Para poder establecer propuestas de financiamiento, es importante analizar el comportamiento de las MYPES de El Salvador y sus principales fuentes crediticias, como se muestra a continuación:

Tabla 196: Tipo de Institución Financiera o persona que le otorgó el crédito.

Tipo de institución financiera o persona que le otorgó el crédito

INSTITUCIÓN O PERSONA	EMPRENDIMIENTO		MICROEMPRESA		PEQUEÑA EMPRESA		TOTAL GENERAL	
	TOTAL	PORCENTAJE	TOTAL	PORCENTAJE	TOTAL	PORCENTAJE	TOTAL	PORCENTAJE
Total país	18,195	100.00%	46,696	100%	3,717	100%	68,608	100.00%
Banca comercial	4,757	26.14%	18,005	39%	2,728	73%	25,490	37.15%
Bancos y entidades financieras públicas (BFA, BH, BANDESAL, otros)	1,515	8.33%	3,874	8%	437	12%	5,826	8.49%
Cooperativas del sistema FEDECACES	3,171	17.43%	8,137	17%	99	3%	11,407	16.63%
Otras cooperativas	2,659	14.61%	4,188	9%	188	5%	7,035	10.25%
ONG o fundaciones	577	3.17%	1,723	4%	0	0%	2,300	3.35%
Banco comunal	155	0.85%	830	2%	0	0%	985	1.44%
Prestamistas	2,208	12.14%	4,184	9%	70	2%	6,462	9.42%
Préstamo de familiar o amigo residente en el país	887	4.87%	1,247	3%	44	1%	2,178	3.17%
Préstamo de familiar o amigo residente en el exterior	215	1.18%	299	1%	0	0%	514	0.75%
Otros	2,024	11.12%	4,048	9%	151	4%	6,223	9.07%
No sabe/ no responde	27	0.15%	161	0%	0	0%	188	0.27%

4.4.6.2.1 Fuentes de Financiamiento más recurrentes por las MYPES.

Para impulsar la creación de una MIPYME o su expansión es fundamental elegir el préstamo más conveniente con el fin de evitar que a la larga se convierta en una pesadilla.

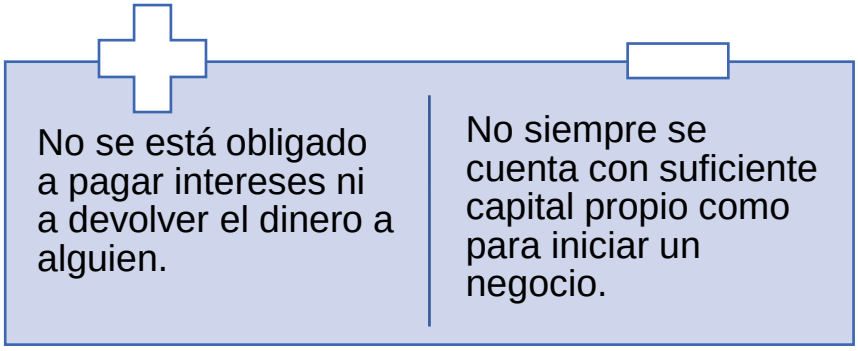
Una correcta elección no sólo tiene que ver con los intereses y las tasas, sino también es necesario tomar en cuenta el nivel en que está el proyecto. Es por esto que es necesario identificar opciones de financiamiento, para tener en cuenta la más adecuado, según tu proyecto o tipo de negocio.

A continuación, se presentan las fuentes de financiamiento más utilizadas por las MYPES de El Salvador según los estudios y a la vez las más recomendadas para negocios son:

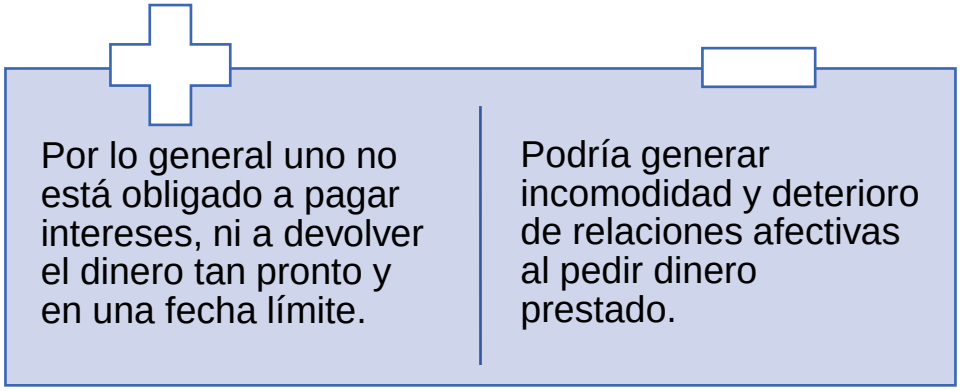
- **Capital propio:** La principal fuente de financiamiento para un negocio suele ser el capital propio; es decir, el dinero que tenemos en casa o en una cuenta en el banco como producto de ahorros propios, liquidación como empleados o la venta de alguno de los activos personales.

  En caso de que se necesite financiamiento para iniciar un negocio lo recomendable es que use utilice capital propio, y ya más adelante cuando el negocio empiece a crecer, a buscar fuentes de financiamiento externas, ya que así no se está obligado a pagar intereses ni a devolver el dinero a alguien.

  Sin embargo, por lo general, en el caso de pequeños emprendedores o empresarios, el capital propio disponible no es suficiente para iniciar un negocio, por lo que se nos hace necesario recurrir a fuentes de financiamiento externas.



- **Familiares y amigos:** Conocido también como Como Friends, Family and Fools (FFF), Si no se cuenta con suficiente capital propio como para un negocio, la primera alternativa que podríamos considerar son nuestros familiares, los cuales probablemente acepten prestarnos el dinero que necesitamos si son conscientes de nuestra capacidad y responsabilidad.

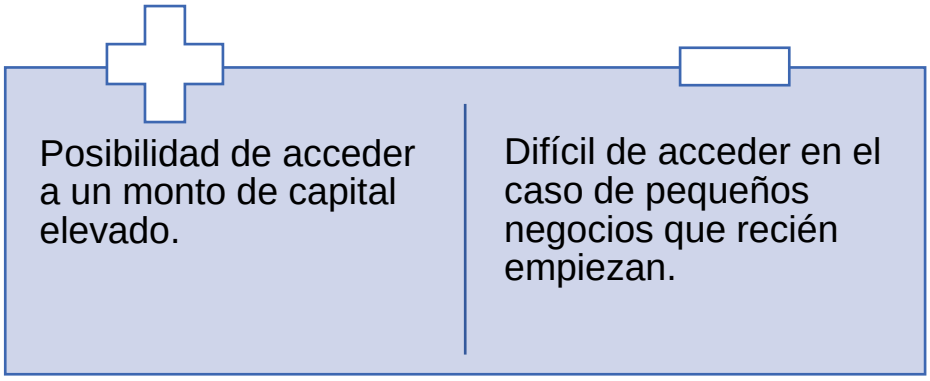


- **Los bancos**: son una fuente de financiamiento comúnmente utilizada, aunque un poco difícil de acceder para pequeños negocios que recién empiezan, ya que los bancos solo suelen otorgar préstamos a negocios en marcha y con cierta experiencia en el mercado.

  Sin embargo, acceder a un crédito bancario para iniciar un negocio no es imposible si se cuenta con buena reputación crediticia, buenas referencias comerciales y, sobre todo, una atractiva idea de negocio con un sólido plan de negocios que la respalde.

  Además de estar constituido legalmente, algunos de los requisitos que los bancos suelen pedir para poder otorgar un préstamo para un negocio son:

- **plan de negocios** (generalmente para el caso de nuevos negocios).
- **estados financieros**, tanto históricos como proyectados (especialmente el flujo de caja).
- **experiencia** en el mercado de 6 meses a 1 año (para el caso de nuevos negocios 1 año de experiencia en el tipo de negocio que se va a emprender; es decir, 1 año de experiencia previa en una empresa igual o parecida a la que se quiere crear).
- **garantías** (las cuales podrían estar conformadas por activos de la empresa o bienes personales, normalmente de un valor equivalente o mayor que la suma solicitada en el préstamo).



Entidades financieras no bancarias: Una alternativa a solicitar un préstamo a los bancos es solicitar un préstamo a entidades financieras no bancarias que de preferencia estén orientadas a la pequeña y mediana empresa. Estas entidades financieras suelen ser más accesibles que los bancos, pero, así como en el caso de estos, para poder acceder a un préstamo para un nuevo

negocio, la idea de negocio debe ser atractiva y estar respaldada por un sólido plan de negocios (ONG y otros).

Las Cooperativa de crédito, o también conocida como Cooperativa financiera, de ahorro y crédito, son entidades que se dedican a actividades financieras, pero con una misión común: satisfacer y servir las necesidades financieras de sus socios, las cooperativas de crédito funcionan básicamente tomando el dinero de sus socios, invirtiéndolo y prestándoselo entre ellos mismos.

1. Se prestan a una tasa de interés más baja y se desembolsan de acuerdo a la capacidad de pago del deudor, lo que le impide que algunos de endeuden por encima de sus posibilidades.
2. Menos requisitos que un banco para poder acceder a un préstamo.
3. Posibilidad de obtener asesoría a un bajo costo o de manera gratuita.

1. Cuando se requiere de más dinero para crecer e invertir que la cantidad maxima del prestamo que la institución de credito le ofrecerá por la capacidad empresarial de endeudamiento.
2. Algunos creditos necesitan de asociación
3. Costo del préstamo mayor que el que se puede obtener en un banco.

4.5 Especificaciones crediticias de las principales fuentes financieras de El Salvador

Es importante conocer la referencia actual de especificaciones crediticias por parte de las principales fuentes financieras para las MYPES en El Salvador, se consulta en las diferentes paginas oficiales de las entidades financieras, y se resumen de la siguiente manera:

Tabla 197: Características de Financiamiento del Capital Propio.

Tipo de Financiamiento	Capacidad de Crédito	Especificaciones Financieras	Limitaciones
Capital Propio	Variable según fondo acumulado	No se está obligado a pagar interés (0%) ni a devolver el dinero en caso que el proyecto deje de ser rentable.	El monto ahorrado y el riesgo del costo de oportunidad

Tabla 198: Características de Financiamiento de los Fondos Familiares y Amigos.

Tipo de Financiamiento	Capacidad de Crédito	Especificaciones Financieras	Limitaciones
Fondos Familiares y Amigos	Variable según fondo acumulado	Normalmente no se está obligado a pagar interés (0%) pero si a devolver el dinero aun cuando el proyecto deje de ser rentable.	El monto ahorrado y posible debilitamiento de relaciones personales

Tabla 199: Características de Financiamiento de los bancos comerciales.

Tipo de Financiamiento	Capacidad de Crédito	Especificaciones Financieras[85]	Limitaciones
Bancos Comerciales BancoAgrícola	Hasta $300,000.00 (limitado a capacidad de endeudamiento)	Crédito a actividad Productiva: TRA[86] (**12.5%**) Tasa Efectiva a un Año (hasta **18.33%**) Tasa Efectiva a más de un año (hasta **18.52%**) Prima 10%	Exigencia de garantías crediticias rigurosas
BAC CREDOMATIC	Hasta $300,000.00 (limitado a capacidad de endeudamiento)	Crédito a actividad Productiva: TRA (**21%**) Tasa Efectiva a un Año (hasta **19.19%**) Tasa Efectiva a más de un año (hasta **20.20%**) Prima 10%	Exigencia de garantías crediticias rigurosas

[85] https://www.ssf.gob.sv/ (Super intendencia del Sistema Financiero)
[86] Tasa de referencia actual

Tabla 200: Características de Financiamiento de Bancos Públicos.

Tipo de Financiamiento	Capacidad de Crédito	Especificaciones Financieras[87]	Limitaciones
Bancos Públicos	Hasta $300,000.00 (limitado a capacidad de endeudamiento)	Crédito para actividades Productivas: TRA[88] (**15%**) Tasa Efectiva a un Año (hasta **15.38%**) Tasa Efectiva a más de un año (hasta **16.41%**)	Exigencia de garantías
	Hasta $300,000.00 (limitado a capacidad de endeudamiento)	Crédito actividad Productivas: TRA (**16%**) Tasa Efectiva a un Año (hasta **12.63%**) Tasa Efectiva a más de un año (hasta **12.63%**)	Exigencia de garantías

Tabla 201: Características de financiamiento Cooperativas.

Tipo de Financiamiento	Capacidad de Crédito	Especificaciones Financieras[89]	Limitaciones
Cooperativas	Hasta $30,000.00 (limitado a capacidad de endeudamiento)	Crédito a actividad Productiva: TRA[90] (18**%**) Tasa Efectiva a un Año (hasta **18.62%)** Tasa Efectiva a más de un año (hasta **19.20%)**	Exigencia de garantías mínimas
	Hasta $30,000.00 (limitado a capacidad de endeudamiento)	Crédito actividad Productivas: TRA (**22%**) Tasa Efectiva a un Año (hasta **24.20%)** Tasa Efectiva a más de un año (hasta **25%)**	Exigencia de garantías mínimas

[87] https://www.ssf.gob.sv/ (Super intendencia del Sistema Financiero)
[88] Tasa de referencia actual
[89] https://www.ssf.gob.sv/ (Super intendencia del Sistema Financiero)
[90] Tasa de referencia actual

4.6 Propuesta de financiamiento por procesos de fabricación.

4.6.1 Propuesta de financiamiento proceso CAD.

Tabla 202: Propuesta de financiamiento proceso CAD.

PROCESO	NIVEL	CATEGORIA	FUENTES DE FINANCIAMIENTO PROPUESTA	MOTIVOS
FINANCIAMIENTO PARA PROCESO CAD	**INMADURO**	**DURA**	1. capital propio 2. fondo familiar y amigos. 3. Fondo cooperativo	1. El costo de inversión es bajo y de contar con los recursos económicos de capital propio o fondo familiar, se ahorraría el pago de intereses y recargos. 2. De no contar con la cantidad necesaria el fondo cooperativo puede ofrecer el monto sin exigir garantías formales y procesos rigurosos.
		BLANDA	1. Fondo cooperativo. 2. Bancos públicos.	1. Debido a que el costo de inversión se eleva a $2,000 probablemente se necesario recurrir al financiamiento cooperativo 2. Si se tiene formalidad para cumplir exigencias crediticias aplicar a financiamiento bancario público ya que su tasa efectiva es más baja que la de bancos comerciales.
		FLEXIBLE	N/A	N/A

PROCESO	NIVEL	CATEGORIA	FUENTES DE FINANCIAMIENTO PROPUESTA	MOTIVOS
FINANCIAMIENTO PARA PROCESO CAD	**MADURO**	**DURA**	1. capital propio 2. fondo familiar y amigos. 3. Fondo cooperativo	1. El costo de inversión es bajo y de contar con los recursos económicos de capital propio o fondo familiar, se ahorraría el pago de intereses y recargos. 2. De no contar con la cantidad necesaria el fondo cooperativo puede ofrecer el monto sin exigir garantías formales y procesos rigurosos.
		BLANDA	1. Fondo cooperativo. 2. Bancos públicos.	1. Debido a que el costo de inversión se eleva a 2,000 probablemente se necesario recurrir al financiamiento cooperativo 2. Si se tiene formalidad para cumplir exigencias crediticias aplicar a financiamiento bancario público ya que su tasa efectiva es más baja que la de bancos comerciales.
		FLEXIBLE	N/A	N/A
FINANCIAMIENTO PARA PROCESO CAD	**MUY MADURO**	**DURA**	1. Fondo cooperativo. 2. Bancos públicos.	1. Debido a que el costo de inversión se eleva a $1,000 probablemente se necesario recurrir al financiamiento cooperativo 2. Si se tiene formalidad para cumplir exigencias crediticias aplicar a financiamiento bancario público ya que su tasa efectiva es más baja que la de bancos comerciales.
		BLANDA	1. Fondo cooperativo. 2. Bancos públicos.	1. Debido a que el costo de inversión se eleva a $1,000 probablemente se necesario recurrir al financiamiento cooperativo 2. Si se tiene formalidad para cumplir exigencias crediticias aplicar a financiamiento bancario público ya que su tasa efectiva es más baja que la de bancos comerciales.
		FLEXIBLE	N/A	N/A

4.6.2 Propuesta de financiamiento proceso CAE.

Tabla 203: Propuesta de financiamiento proceso CAE.

PROCESO	NIVEL	CATEGORIA	FUENTES DE FINANCIAMIENTO PROPUESTA	MOTIVOS
FINANCIAMIENTO PARA PROCESO CAE	**INMADURO**	**DURA**	N/A	Véase proceso CAD
		BLANDA	1. Fondo cooperativo. 2. Bancos públicos.	Debido a que el costo de inversión se eleva a $7,000 probablemente se necesario recurrir al financiamiento cooperativo Si se tiene formalidad para cumplir exigencias crediticias aplicar a financiamiento bancario público ya que su tasa efectiva es más baja que la de bancos comerciales.
		FLEXIBLE	N/A	N/A
FINANCIAMIENTO PARA PROCESO CAE	**MADURO**	**DURA**	N/A	Véase proceso CAD
		BLANDA	Fondo cooperativo. Bancos públicos.	Debido a que el costo de inversión se eleva a $7,000 probablemente se necesario recurrir al financiamiento cooperativo Si se tiene formalidad para cumplir exigencias crediticias aplicar a financiamiento bancario público ya que su tasa efectiva es más baja que la de bancos comerciales.
		FLEXIBLE	capital propio fondo familiar y amigos.	2. El costo de inversión es bajo y se divide en pago de cuotas por mes, no siendo necesario recurrir a un financiamiento crediticio.

4.6.3 Propuesta de financiamiento proceso CAM.

Tabla 204: Propuesta de financiamiento proceso CAM.

PROCESO	NIVEL	CATEGORIA	FUENTES DE FINANCIAMIENTO PROPUESTA	MOTIVOS
FINANCIAMIENTO PARA PROCESO CAM	**INMADURO**	**DURA**	1. capital propio 2. fondo familiar y amigos. 3. Fondo cooperativo	El costo de inversión es bajo y de contar con los recursos económicos de capital propio o fondo familiar, se ahorraría el pago de intereses y recargos. De no contar con la cantidad necesaria el fondo cooperativo puede ofrecer el monto sin exigir garantías formales y procesos rigurosos.
		BLANDA	N/A	Véase proceso CAD y CAE
		FLEXIBLE	1. Capital propio	El costo de inversión es bajo y se divide en pago de cuotas por mes, no siendo necesario recurrir a un financiamiento crediticio.
FINANCIAMIENTO PARA PROCESO CAM	**MADURO**	**DURA**	1. Fondo cooperativo. 2. Bancos públicos.	Debido a que el costo de inversión se eleva a $11,000.00, probablemente se necesario recurrir al financiamiento cooperativo Si se tiene formalidad para cumplir exigencias crediticias aplicar a financiamiento bancario público ya que su tasa efectiva es más baja que la de bancos comerciales.
		BLANDA	N/A	Véase proceso CAD y CAE
		FLEXIBLE	1. capital propio 2. fondo familiar y amigos.	El costo de inversión es bajo y se divide en pago de cuotas por mes, no siendo necesario recurrir a un financiamiento crediticio.

PROCESO	NIVEL	CATEGORIA	FUENTES DE FINANCIAMIENTO PROPUESTA	MOTIVOS
FINANCIAMIENTO PARA PROCESO CAM	**MUY MADURO**	**DURA**	1. Bancos públicos 2. Bancos comerciales	Dado que la inversión se eleva a los 28,000.00, es más conveniente optar por financiamiento bancario puesto que tienen más capacidad de préstamo.
		BLANDA	N/A	Véase proceso CAD y CAE
		FLEXIBLE	1. capital propio 2. fondo familiar y amigos.	El costo de inversión es bajo y se divide en pago de cuotas por mes, no siendo necesario recurrir a un financiamiento crediticio.

4.7 ¿Por qué se debería de Invertir en Fabricación Digital?

Los avances tecnológicos han impulsado aumentos dramáticos en la productividad industrial desde la Revolución Industrial. Las fábricas con motor de vapor en el siglo XIX, la electrificación condujo a la producción en masa en la primera parte del siglo XX, y la industria se automatizó en la década de 1970. Sin embargo, en las décadas siguientes, los avances tecnológicos industriales fueron solo incrementales, especialmente en comparación con los avances que transformaron las TI, las comunicaciones móviles y el comercio electrónico.

Ahora, sin embargo, estamos en medio de una cuarta ola de avances tecnológicos: el surgimiento de la nueva tecnología industrial digital conocida como Industria 4.0, una transformación que está impulsada por avances tecnológicos fundamentales.

Transformación, los sensores, máquinas, piezas de trabajo, sistemas de TI se conectarán a lo largo de la cadena de valor más allá de una sola empresa. Estos sistemas conectados (también conocidos como sistemas ciber físicos) que pueden interactuar entre sí mediante protocolos estándar basados en Internet y analizar datos para predecir fallas, configurarse y adaptarse a los cambios.

La industria 4.0 permitirá recopilar y analizar datos entre máquinas, permitiendo procesos más rápidos, más flexibles y más eficientes para producir bienes de mayor calidad a costos reducidos. Esto a su vez aumentará la productividad de fabricación, cambiará la economía.

4.7.1 Tendencias tecnológicas de la Industria 4.0

Se pueden definir nueve tendencias tecnológicas que son los componentes básicos de la Industria 4.0 y explora sus posibles beneficios técnicos y económicos para los fabricantes y proveedores de equipos de producción. Para demostrar dichos hallazgos, se presentan estudios de casos de Alemania, que es reconocido como un líder mundial en automatización industrial.

1. **Big Data y Analytics**: El análisis basado en grandes conjuntos de datos ha surgido recientemente en el mundo de la fabricación, donde optimiza la calidad de la producción, ahorra energía y mejora el servicio del equipo. En un contexto de Industria 4.0, la recopilación y la evaluación integral de datos de muchas fuentes diferentes (equipos y sistemas de producción, así como sistemas de gestión de empresas y clientes) se convertirán en estándar para apoyar la toma de decisiones en tiempo real.

2. **Robots autónomos:** Los fabricantes en muchas industrias han usado robots durante mucho tiempo para abordar tareas complejas, pero los robots están evolucionando para una utilidad aún mayor. Se están volviendo más autónomos, flexibles y cooperativos. Eventualmente, interactuarán entre sí y trabajarán de manera segura al lado de los humanos y aprenderán de ellos. Estos robots costarán menos y tienen una mayor gama de capacidades que los utilizados en la fabricación actual.

3. **Simulación:** En la fase de ingeniería, ya se utilizan simulaciones tridimensionales de productos, materiales y procesos de producción, pero en el futuro, las simulaciones se utilizarán también más ampliamente en las operaciones de la planta. Estas simulaciones aprovecharán los datos en tiempo real para reflejar el mundo físico en un modelo virtual, que puede incluir máquinas, productos y humanos. Esto permite a los operadores probar

y optimizar la configuración de la máquina para el próximo producto en línea en el mundo virtual antes del cambio físico, reduciendo así los tiempos de configuración de la máquina y aumentando la calidad.

4. **Integración de sistema horizontal y vertical:** La mayoría de los sistemas informáticos actuales no están totalmente integrados. Las empresas, proveedores y clientes rara vez están estrechamente vinculados. Tampoco lo son departamentos como ingeniería, producción y servicio. Las funciones desde la empresa hasta el nivel del taller no están completamente integradas. Incluso la ingeniería en sí misma desde productos hasta plantas y automatización carece de integración completa.
   Pero con la Industria 4.0, las compañías, departamentos, funciones y capacidades se volverán mucho más coherentes, a medida que las redes universales de integración de datos entre compañías evolucionen y permitan cadenas de valor verdaderamente automatizadas.

5. **El internet industrial de las cosas:** Hoy en día, solo algunos de los sensores y máquinas de un fabricante están conectados en red y utilizan la informática integrada. Por lo general, se organizan en una pirámide de automatización vertical en la que los sensores y dispositivos de campo con inteligencia limitada y controladores de automatización alimentan un sistema de control de proceso de fabricación global. Pero con el Internet de las cosas industrial, más dispositivos, a veces incluso productos sin terminar, se enriquecerán con la informática integrada y se conectarán utilizando tecnologías estándar. Esto permite que los dispositivos de campo se comuniquen e interactúen entre sí y con controladores más centralizados, según sea necesario. También descentraliza el análisis y la toma de decisiones, permitiendo respuestas en tiempo real.

6. **La seguridad cibernética:** Muchas compañías aún dependen de sistemas de gestión y producción que están desconectados o cerrados. Con el aumento de la conectividad y el uso de protocolos de comunicaciones estándar que vienen con la Industria 4.0, la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de fabricación de las amenazas de ciberseguridad aumenta dramáticamente. Como resultado, las comunicaciones seguras y confiables, así como la gestión sofisticada de identidad y acceso de máquinas y usuarios son esenciales.

7. **La nube**: Las empresas ya están utilizando software basado en la nube para algunas aplicaciones empresariales y analíticas, pero con la Industria 4.0, más emprendimientos relacionados con la producción requerirán un mayor intercambio de datos entre los sitios y los límites de la empresa.
   Al mismo tiempo, el rendimiento de las tecnologías en la nube mejorará, logrando tiempos de reacción de solo varios milisegundos. Como resultado, los datos y la funcionalidad de la máquina se implementarán cada vez más en la nube, permitiendo más servicios basados en datos para los sistemas de producción. Incluso los sistemas que supervisan y controlan procesos pueden basarse en la nube.

8. **Fabricación aditiva:** Las empresas acaban de comenzar a adoptar la fabricación aditiva, como la impresión 3D, que utilizan principalmente para crear prototipos y producir componentes individuales. Con la industria 4.0, estos métodos de fabricación aditiva se utilizarán ampliamente para producir lotes pequeños de productos personalizados que

ofrecen ventajas de construcción, como diseños complejos y livianos. Los sistemas de fabricación aditiva descentralizados de alto rendimiento reducirán las distancias de transporte y el stock disponible.

9. **Realidad aumentada:** Los sistemas basados en realidad aumentada admiten una variedad de servicios, como seleccionar piezas en un almacén y enviar instrucciones de reparación a través de dispositivos móviles. Estos sistemas están actualmente en pañales, pero en el futuro, las compañías harán un uso mucho más amplio de la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo.

La carrera por adoptar elementos de la Industria 4.0 ya está en marcha entre las empresas de Europa, EE. UU. Y Asia.

4.7.2 Cuantificación del impacto (Ejemplo Alemán).

Para proporcionar una comprensión cuantitativa del impacto potencial mundial de la Industria 4.0, analizamos las perspectivas para la fabricación en Alemania y descubrimos que la cuarta ola de avance tecnológico traerá beneficios en cuatro áreas:

1. **Productividad.** Durante los próximos cinco a diez años, la Industria 4.0 será adoptada por más compañías, lo que aumentará la productividad en todos los sectores manufactureros alemanes en € 90 mil millones a € 150 mil millones. Las mejoras en la productividad de los costos de conversión, que excluyen el costo de los materiales, oscilarán entre el 15 y el 25 por ciento. Cuando se tienen en cuenta los costos de los materiales, se lograrán ganancias de productividad del 5 al 8 por ciento. Estas mejoras variarán según la industria. Los fabricantes de componentes industriales pueden lograr algunas de las mayores mejoras de productividad (20 a 30 por ciento), por ejemplo, y las compañías automotrices pueden esperar aumentos de 10 a 20 por ciento.

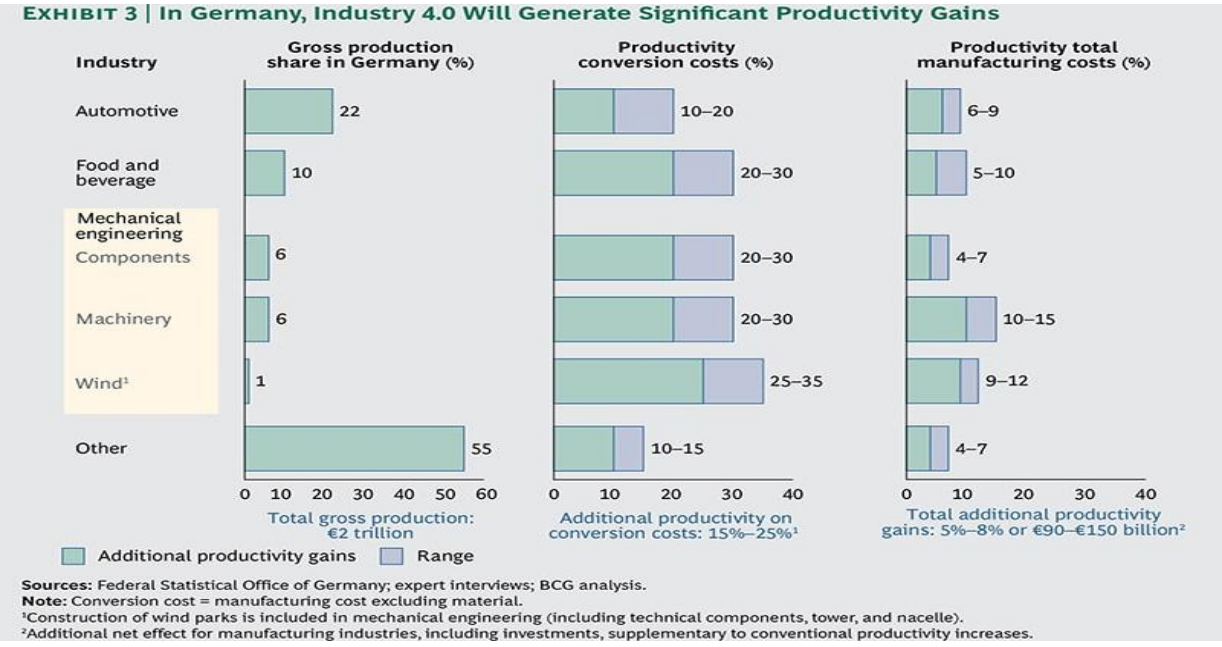


Gráfico 53: En Alemania, La Industria 4.0 Generará Ganancias Significativas de Productividad

2. **Crecimiento de ingresos**. La Industria 4.0 también impulsará el crecimiento de los ingresos. La demanda de los fabricantes de equipos mejorados y nuevas aplicaciones de datos, así como la demanda de los consumidores de una variedad más amplia de productos cada vez más personalizados, generará un crecimiento de ingresos adicional de aproximadamente 30 mil millones de euros al año, o aproximadamente el 1 por ciento del PIB de Alemania.

3. **Empleo.** En nuestro análisis del impacto de la Industria 4.0 en la fabricación alemana, descubrimos que el crecimiento que estimula conducirá a un aumento del 6 por ciento en el empleo durante los próximos diez años. Y la demanda de empleados en el sector de ingeniería mecánica puede aumentar aún más, hasta en un 10 por ciento durante el mismo período. Sin embargo, se requerirán diferentes habilidades. A corto plazo, la tendencia hacia una mayor automatización desplazará a algunos de los trabajadores a menudo poco calificados que realizan tareas simples y repetitivas. Al mismo tiempo, el uso creciente de software, conectividad y análisis aumentará la demanda de empleados con competencias en desarrollo de software y tecnologías de TI, como los expertos en mecatrónica con habilidades de software. (La mecatrónica es un campo de ingeniería que comprende múltiples disciplinas de ingeniería.

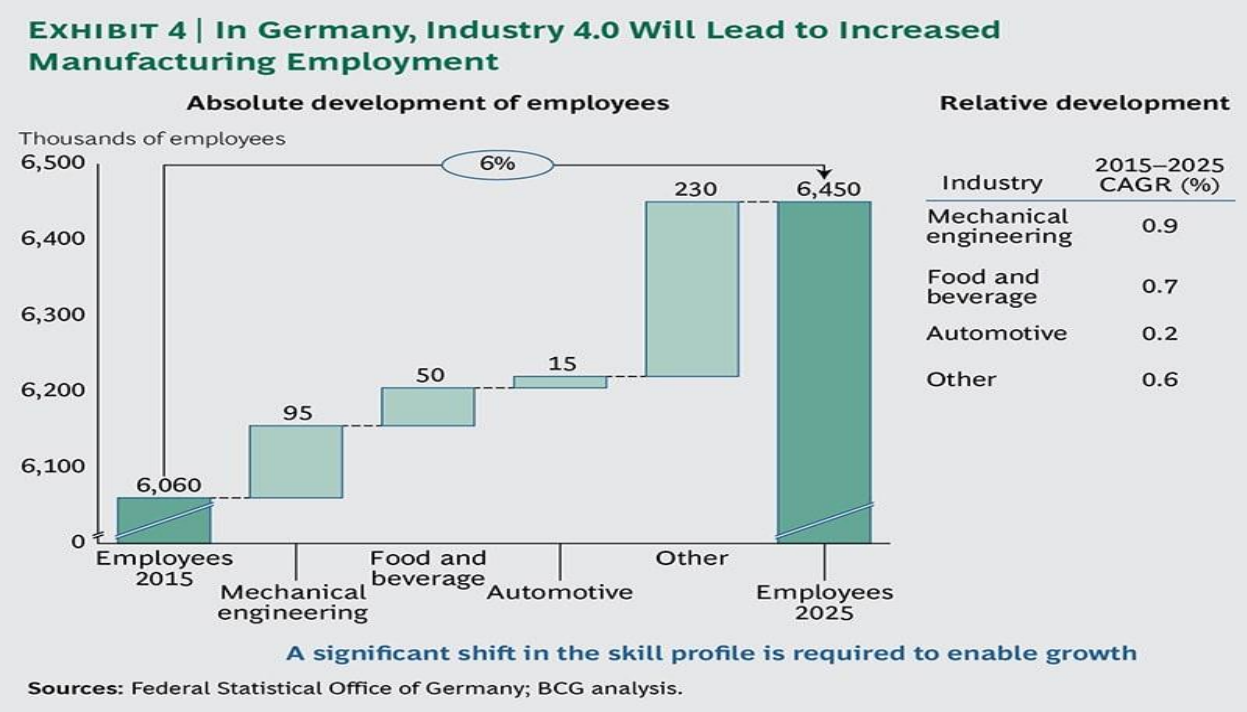


Gráfico 54: En Alemania, La industria 4.0 se encamina a incrementar el empleo manufacturero.

4. **Inversión**. La adaptación de los procesos de producción para incorporar la Industria 4.0 requerirá que los productores alemanes inviertan alrededor de € 250 mil millones durante los próximos diez años (aproximadamente del 1 al 1.5 por ciento de los ingresos de los fabricantes), estimamos.

5. Los beneficios estimados en Alemania ilustran el impacto potencial de la Industria 4.0 para la fabricación a nivel mundial. La Industria 4.0 tendrá un efecto directo en los productores y su fuerza laboral, así como en las empresas que suministran sistemas de fabricación.

4.7.3 Automóviles y la Próxima Ola de Automatización

- Los procesos de fabricación se mejorarán a través de equipos de aprendizaje y auto optimización que, por ejemplo, ajustarán sus propios parámetros a medida que perciban ciertas propiedades del producto sin terminar.
- La logística automatizada, utilizando vehículos autónomos y robots, se ajustará automáticamente a las necesidades de producción.

La industria 4.0 permite una respuesta más rápida a las necesidades del cliente de lo que es posible hoy en día. Mejora la flexibilidad, velocidad, productividad y calidad del proceso de producción. Y sienta las bases para la adopción de nuevos modelos de negocio, procesos de producción y otras innovaciones. Esto permitirá un nuevo nivel de personalización masiva a medida que más productores industriales inviertan en tecnologías de la Industria 4.0 para mejorar y personalizar sus ofertas

5 IMPLEMENTACIÓN PROPUESTA PARA EMPRESA PARTES Y REPUESTOS CON FABRICACIÓN DIGITAL.

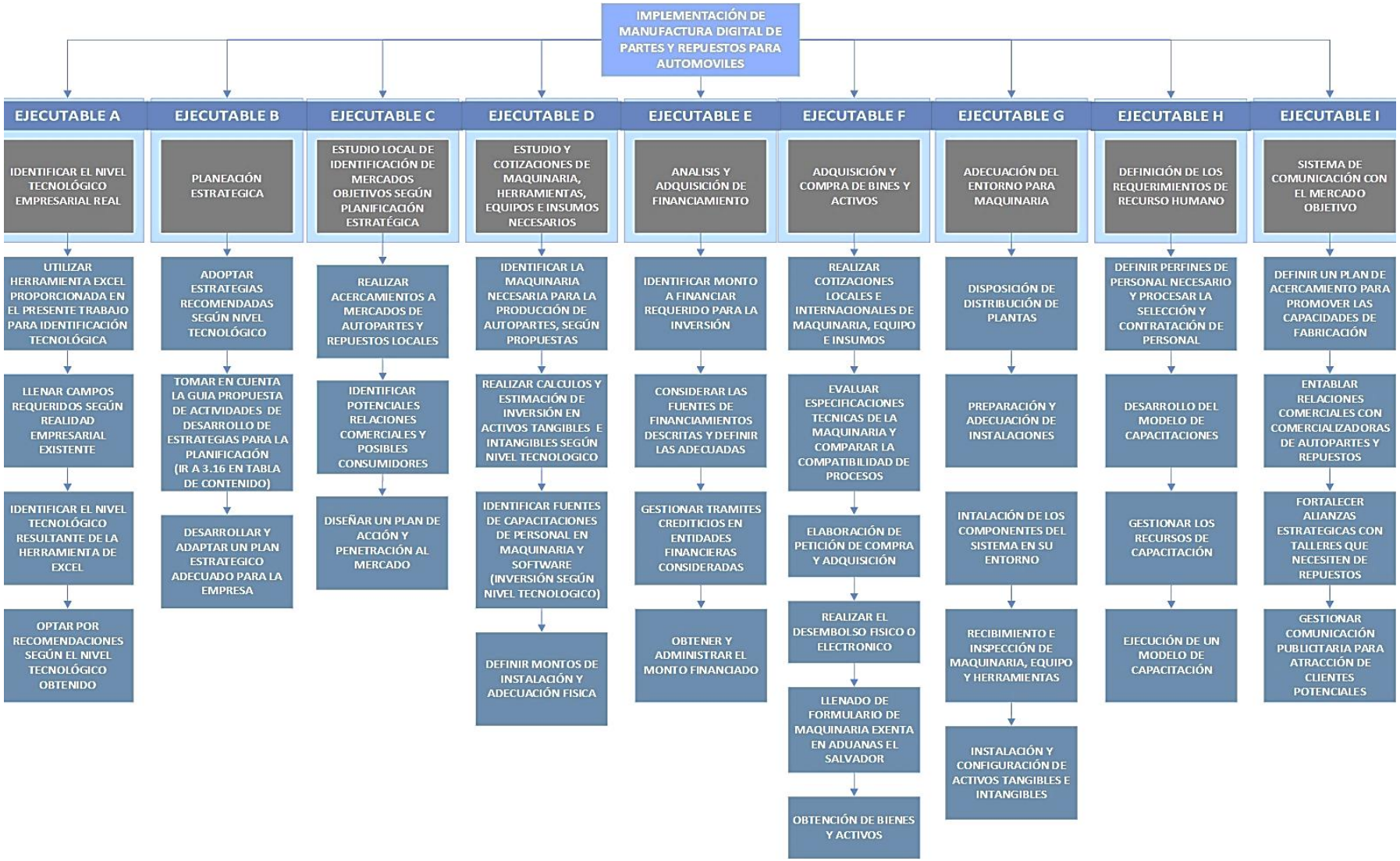


Diagrama 19: Implementación propuesta para empresa partes y repuestos con fabricación digital.

CONCLUSIÓN.

En El Salvador, el parque vehicular crece cada año exponencialmente, y crece gracias a las subastas de autos usados que son importados mayormente desde Estados Unidos, y estos vehículos son reparados en El Salvador pero con repuestos y partes de importación, lo cual se está desaprovechando un mercado en el cual el sector automotriz puede elaborar estas partes y repuestos que los usuarios de vehículos demandan, y esto se desaprovecha por la baja innovación que este sector realiza en sus procesos de fabricación.

Se observa una revolución industrial en el sector automotriz con la tecnología denominada “tecnología 4.0”, y esta puede ser aprovechada por el sector automotriz en El Salvador para poder competir contra los productos que mayormente son importados.

Si se observa la inversión necesaria para incorporar esta tecnología en El Salvador, no es elevada si vemos los beneficios que se podrían obtener de esta. La inversión más importante es la que corresponde a la capacitación de nuestra mano de obra, y se observa un avance sustancial en este aspecto en el país, dado que Universidades, Centros Técnicos y hasta institutos están capacitando a sus usuarios en los diferentes procesos que comprenden la fabricación digital.

Esto refleja que El Salvador, tiene un potencial favorable en la incursión de esta tecnología de fabricación y que puede ser potenciada en el sector automotriz del país.

RECOMENDACIONES

- Las entidades que incorporan la fabricación digital en sus líneas de producción, no deben descuidar los procesos que la componen, dado que los tres procesos de la fabricación digital (CAD, CAE y CAM) son de importancia para realizar el uso adecuado de esta tecnología.
- Para la elaboración de partes y repuestos automotrices, se deben tomar en cuenta los aspectos que rodean esta fabricación como lo son, la materia, los esfuerzos mecánicos que debe soportar, la durabilidad que debe poseer para poder competir en el mercado de autopartes.
- Si se es nuevo en la fabricación digital, se debe seguir un proceso de incorporación de forma escalonada, partiendo de las observaciones de los diferentes niveles planteados en el diagnóstico, esto permitirá una adecuada incorporación de esta tecnología.
- Los diferentes softwares que se utilizan en los diferentes procesos de fabricación digital, están en constante innovación, por lo cual se debe estar actualizando cada cierto tiempo para observar las nuevas herramientas y beneficios que estos ofrecerán en un futuro y así poder elegir adecuadamente cuál de estos se acomoda a las necesidades nuestras.
- Las inversiones, con el tiempo van variando, dado que hablamos de tecnología prácticamente nueva en El Salvador, por lo cual en el transcurso del tiempo se tendrán nuevas formas de fabricación digital, nuevos materiales y nuevos procesos, por lo cual la constante innovación es crucial en esta tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

Viceministro de Transporte. (abril de 2019). Padrón de Vehículos Inscritos.

Krick, E. (2009). *Introducción a la Ingeniería y al Diseño en la Ingeniería.* México: LIMUSA.

Masip, R. F. (s.f.). *Diseño Industrial por computadora.* Barcelona, España: marcombo.

Dante Enrique Sica, M. A. (2012). *El Futuro del sector Automotriz en el Mundo.* Buenos Aires.

Unidad de Inteligencia de Negocios. (2019). *Estudio de Capacidades para el Sector Automotriz del Futuro.* México D.F.: ProMéxico.

Sampieri, D. R. (2006). *Metodología de la Investigación.* México: Mc Graw Hill.

PaZ, M. A. (2008). *Manual de Automóviles.* Inversiones Editoriales Dossat.

La impresión 3D en el Mercado de recambios y repuestos. (marzo de 2017). Obtenido de TRSD: https://impresiontresde.com/impresion-3d-recambios-repuestos/

Estrella, V. (octubre de 2018). *Industria 4.0, Clave para el sector automotriz*. Obtenido de El Economista: https://www.eleconomista.com.mx/estados/Industria-4.0clave-para-el-sector-automotriz-20181008-0027.html

Mente Digital. (agosto de 2016). *Nuevas tecnologías en la manufactura de autopartes*. Obtenido de Amex empresas: https://www.amexempresas.com/libertadparatunegocio/nuevas-tecnologias-enla-manufactura-de-autopartes/

Gil, D. (2018). *La Industria Automotriz y la tecnología digital*. Obtenido de Taller Actual: https://talleractual.com/negocios-y-autopartes-internacionales-mercado-devehiculos/6052-la-industria-automotriz-y-la-tecnologia-digital

Tecnología del Plástico. (agosto de 2017). *La Industria 4.0 revoluciona el sector automotor.* Obtenido de Tecnología del Plástico: http://www.plastico.com/temas/La-Industria-40-revoluciona-el-sectorautomotor+121186?pagina=2

Tecnologías 4.0 para la industria automotriz. (septiembre de 2018). Obtenido de Portal Automotriz: https://www.portalautomotriz.com/noticias/ciencia-ytecnologia/tecnologias-40-para-la-industria-automotriz

Borja, J. C. (2014). *Sistema de Transmisión y Frenado.* Ciudad de Mexico, Mexico: Macmilan Profesional.

Castillo, G. (26 de Mayo de 2016). *Diferencia entre Autodesk Inventor y Fusion 360*. Obtenido de AUTODESK KNOWLEDGE NETWORK: https://knowledge.autodesk.com/es/support/fusion-360/learn-explore/caas/simplecontent/content/diferencia-entre-autodesk-inventor-y-fusion-360.html

Castro, J. C. (2011). *Diseño de un instrumento para identificar la madurez tecnologica.* Puerto Ordaz, Venezuela: Unviersidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio José de Sucre".

Cianci, R. Z. (2008). *Índices de Nivel Tecnológico.* Ciudad de Mexico, Mexico.

Córdova, R. C. (2016). *Estudio de Pre factibilidad para la instalación de una fabrica de válvulas de motor.* Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Porter, M. (1991). *Ventaja Competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior.* Buenos Aires, Argentina: Editorial Rei Argentina S. A.

Porter, M. (2003). *Ser Competitivo.* Ciudad de Mexico, Mexico: Deusto.

Soldevilla, E. P. (2018). *Aplicación de la Impresión 3D en la FABRICACIÒNde componentes de motores.* Barcelona, España: Universidad Politecnica de Cataluña.

ANEXOS

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE

ESTRATEGIAS DE USO DE LA FABRICACIÒN DIGITAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN LA FABRICACIÒN DE PARTES Y REPUESTOS PARA AUTOMÓVILES.

Encuesta dirigida a propietarios de vehículos

1. ¿Qué número de vehículos posee?
2. ¿Qué tipo de vehículos posee?
3. ¿Qué marca es su vehículo?
4. ¿Usted adquirió vehículo nuevo o usado?
5. ¿Qué antigüedad tiene su vehículo?
6. En el transcurso del último trimestre, ¿Cuántas veces ha llevado usted su vehículo al taller mecánico?
7. ¿Con que frecuencia compra partes y repuestos a su automóvil?
8. ¿Por qué razones lleva su vehículo al taller?
9. De los siguientes sistemas del vehículo, ¿Cuál presenta averías con mayor frecuencia?
10. Dentro del sistema que presenta más averías, ¿Qué repuestos o piezas ha solicitado
11. ¿Qué características busca en un repuesto para su vehículo?
12. ¿Qué grado de importancia le da al precio de los repuestos y/o piezas para sus automóviles?
13. ¿Qué importancia le da la marca de los repuestos que adquiere para su vehículo?
14. ¿Conoce que es la fabricación Digital?
15. ¿Ha adquirido repuestos y partes elaboradas con fabricación Digital?
16. ¿Qué repuestos y/o piezas ha adquirido que fue elaboradas mediante
17. fabricación digital?
18. ¿Cómo considera la calidad de los repuestos y/o pieza que adquirió elaborada mediante fabricación digital?
19. ¿Adquiriría nuevamente un repuesto y/o pieza elaborada mediante fabricación digital?
20. ¿Adquiriría un repuesto y/o pieza elaborada mediante fabricación digital?
21. ¿Tendría confianza en un repuesto y/o pieza elaborada mediante fabricación digital?
22. ¿En qué tipo de repuestos y/o piezas confiaría que fueran elaboradas mediante fabricación digital?
23. ¿Qué razón desconfiaría de un repuesto y/o pieza mediante fabricación digital?

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL TRABAJO DE GRADO

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE USO DE LA FABRICACIÒN DIGITAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN LA FABRICACIÒN DE PARTES Y REPUESTOS PARA AUTOMÓVILES.

Encuesta dirigida a Talleres mecánico - automotriz

OBJETIVO: Identificar los sistemas automotrices que requieren de mayor atención y las partes que estas lo componen para determinar el nivel de demanda de cada uno de ellos

INDICACIÓN: Conteste según considere las siguientes preguntas según su opinión.

1. ¿Qué tipos de servicio presta en su taller?

_____

_____

_____

2. ¿Qué marcas de autos son los que tienen más demanda para reparaciones? Mazda

	☐	Hyundai	☐	Mitsubishi	☐
Toyota	☐	KIA	☐	Honda	☐
Nissan	☐	Ford	☐	Volkswagen	☐

Otros: _____

3. Según su experiencia en reparaciones automotrices ¿cuál es el sistema que le presenta problemas con más frecuencia a sus clientes?

Sistema Eléctrico	☐	Sistema de transmisión	☐
Sistema de frenos/sistema hidráulico	☐	Sistema de Motor	☐
Sistema de suspensión y dirección	☐		

Otros: _____

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE USO DE LA FABRICACIÒN DIGITAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN LA FABRICACIÒN DE PARTES Y REPUESTOS PARA AUTOMÓVILES.

OBJETIVO: Conocer las piezas de mayor demanda de las comercializadoras de repuestos y partes para automóviles, y la exigencia de estas.

Encuesta dirigida a Comercializadoras de partes y repuestos

1. ¿Qué tipo de repuestos venden frecuentemente?

Genuino ☐ Original ☐

Genérico ☐ Artesanal ☐

2. ¿Qué marca de autos se les solicita repuestos con más frecuencia?

_____

_____

_____

3. Según su experiencia, ¿Qué sistema de los autos, solicitan más repuestos/piezas?

Sistema Eléctrico	☐	Sistema de transmisión	☐
Sistema de frenos/sistema hidráulico	☐	Sistema de Motor	☐
Sistema de suspensión y dirección	☐		

4. Según su apreciación, ¿Qué tipo de repuestos han importado mayormente en los últimos dos años?

_____

_____

_____

5. ¿Qué tipo de partes o repuestos solicitan sus clientes del sistema anterior seleccionado?

_____

_____

_____

6. ¿Qué características buscan en un repuesto/piezas sus clientes?

_____

_____

_____

7. ¿Para usted, sus clientes le dan importancia al país de donde provienen o fabrican las autopartes?

_____

_____

_____

8. ¿De qué país provienen los repuestos que comercializan?

_____

_____

¿Cuánto tiempo en promedio se tardan en recibir los partes y repuestos que importan al país?

1 – 2 Meses ☐ 2 – 4 Meses ☐

4 – 6 Meses ☐ 6 – 8 Meses ☐

9. ¿Conoce que es la fabricación digital?

☐ o ☐

Si la repuesta es negativa, dar por finalizada la encuesta.

10. ¿Le han solicitado repuestos y/o partes elaboradas con Fabricación digital?

☐ o ☐

11. ¿Qué repuestos y/o piezas le han solicitado?

_____

_____

_____

12. ¿Cree usted que El Salvador está capacitado, tanto en mano de obra y tecnológicamente para fabricar autopartes?

_____

_____

_____

13. ¿Cómo considera la calidad del repuesto y/o pieza que ha comercializado que fue elaborada mediante fabricación digital?

Excelente ☐ Regular ☐

Buena ☐ Mala ☐

14. ¿Qué nivel de aceptación han tenido sus clientes referentes a este tipo de repuestos y/o piezas?

Excelente ☐ Regular ☐

Buena ☐ Mala ☐

15. ¿Recomendaría el uso de estos repuestos y/o piezas?

☐ o ☐

16. ¿Conoce sobre otro uso de la fabricación digital el sector automotriz?

_____

_____

_____

17. ¿Ve provechoso el uso de la fabricación digital para la elaboración de autopartes?

_____

_____

_____

4. De este o estos sistemas, ¿Con que frecuencia le solicitan reparación sus clientes?

_____

_____

_____

5. Según su experiencia, ¿Cuál sistema automotriz es el más complejo para su reparación?

Sistema Eléctrico	☐	Sistema de transmisión	☐
Sistema de frenos/sistema hidráulico	☐	Sistema de Motor	☐
Sistema de suspensión y dirección	☐	Otros:	_____

6. ¿Actualmente hacen uso de alguna tecnología que les ayude en los procesos de reparaciones?, de ser así, ¿Qué tipo de tecnologías utilizan?

_____

_____

_____

7. ¿Qué métodos usan para realizar las reparaciones de los automóviles?

_____

_____

_____

8. ¿Restauran, reconstruyen o reacondicionan ustedes los repuestos/partes para automóviles que reparan?

Si ☐ No ☐

9. ¿Qué grado de importancia le dan al tiempo de restaurar, reconstruir o reacondicionar un repuesto/ parte? Nada ☐ Bastante ☐

Poca ☐ Mucha ☐

10. ¿Reciben reclamos de sus clientes? ¿Con que frecuencia?

Si ☐ No ☐

Frecuencia:

_____

11. ¿Conoce la fabricación digital?

Si ☐ No ☐

(Si su respuesta fue positiva pase a la siguiente pregunta, si su respuesta fue negativa finaliza la encuesta)

12. ¿Considera que dicha tecnología se puede emplear para fabricar partes y repuestos de autos?

Si ☐ No ☐

13. Para usted ¿Qué impacto puede tener el uso de fabricación digital para el sector automotriz salvadoreño?

Alta ☐ Media ☐ Baja ☐

14. Para usted ¿Qué utilidad puede tener la fabricación digital para el sector automotriz?

_____

_____

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE USO DE LA FABRICACIÒN DIGITAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN LA FABRICACIÒN DE PARTES Y REPUESTOS PARA AUTOMÓVILES.

Entrevista dirigida a Laboratorios de fabricación digital

Objetivo: conocer la aplicabilidad de las nuevas tecnologías de fabricación, sus inicios y si el país está capacitado para el uso de estas tecnologías.

1. ¿Cuál es su alcance?
2. ¿Posee algún tipo de apoyo institucionales?
3. ¿Cuáles son los servicios que ofrecen?
4. ¿Considera que el país está capacitado para utilizar esta tecnología?
5. ¿Qué problemáticas han experimentado con esta iniciativa?
6. ¿Considera que la fabricación digital puede incursionar en la industria automotriz?
7. ¿Existen los materiales adecuados para fabricar una pieza/repuesto automotriz?

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TRABAJO DE GRADO

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE

ESTRATEGIAS DE USO DE LA FABRICACIÒN DIGITAL EN EL SECTOR MANUFACTURERO EN LA FABRICACIÒN DE PARTES Y REPUESTOS PARA AUTOMÓVILES.

Entrevista dirigida a Universidades y Centros Técnicos

OBJETIVO: Conocer el interés de las instituciones referente al uso de las nuevas tecnologías de impresión digital y sus diferentes aplicaciones que han desarrollado.

1. ¿Cuándo iniciaron en el área de fabricación digital?
2. ¿Se consideran “FAB LAB” o solo impresión 3D?
3. ¿Qué les motivo a la creación de adquirir maquinaria de impresión 3D?
4. ¿Cómo ves el impacto de estas nuevas formas de fabricar?
5. ¿Qué materiales utilizan?
6. ¿Han trabajado con aleaciones metálicas?
7. ¿Cuál fue el nivel de aceptación de los estudiantes al implementar el laboratorio de fabricación digital?
8. ¿Qué limitantes se le presentaron?
9. ¿Han tenido pedidos de instituciones externas para el prototipado de piezas?
10. ¿Han iniciado en el uso de CNC?
11. ¿Implementar estas tecnologías les puede ayudar en gran manera a los estudiantes?
12. ¿Qué procesos se pueden seguir para el modelado de las piezas?
13. ¿Consideran que elaborar un producto mediante fabricación 3D puede ser un producto de consumo?
14. ¿Considera que una pieza mecánica de automóvil puede ser elaborada mediante fabricación digital?