

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICO DE UNA  
PLANTA AUTOMATIZADA DE FABRICACIÓN DE DUCTOS PARA LOS  
SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:

**Célis G., Albex J.**

**Rosales D., Luis A.**

Para optar al Título de  
Ingeniero Mecánico

Caracas, 2008

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO – ECONÓMICO DE UNA  
PLANTA AUTOMATIZADA DE FABRICACIÓN DE DUCTOS PARA LOS  
SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN**

Tutor: Prof. Raffaele D'Andrea

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:

**Célis G., Albex J.**

**Rosales D., Luis A.**

Para optar al Título de  
Ingeniero Mecánico

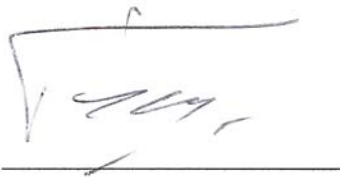
Caracas, 2008

Caracas, Noviembre de 2008

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres Célis G., Albex J. y Rosales D., Luis A. titulado:

***“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA PLANTA AUTOMATIZADA DE FABRICACIÓN DE DUCTOS PARA LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN”***

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.



Prof. Manuel Márquez

Jurado



Prof. Rodolfo Grullón

Jurado



Prof. Raffaele D'Andrea

## **DEDICATORIA**

Más que dedicar este Trabajo Especial de Grado, mi carrera. A Dios primero que todo por permitirme la dicha de vivir momentos tan maravillosos como este, a mis amados padres que gracias a su presencia y apoyo lograron que mis fuerzas e ímpetu nunca desvanecieran, sino, aumentaran muchísimo; y a mi abuela que a pesar de no estar en este mundo siempre fue y lo será en quien más me apoye en momentos difíciles.

*Albeo Jesús Celis Gómez*

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Dios por sobre todas la cosas por permitirme respirar cada día y darme la dicha de vivir tantas alegrías. Mi familia y amigos por brindarme el apoyo incondicional en todo momento, y en especial a:

- Mi madre Belinda, por ser la luz de mis ojos, mi ejemplo a seguir y la persona a quien más admiro, sin su apoyo y comprensión esto no hubiese sido posible.
- Mi padre Alexis, por sus palabras sabías y amor incondicional.
- Mi hermana Grisel, porque ella es a quien debo ayudar a cumplir sus metas.
- Mi familia por repetirme siempre que soy uno de sus mayores orgullos y fueron quienes me dieron la mano cuando más lo necesite: Abuelo Simón, Tibisay, Angélica, David, Osmán, Simón Emiro, Bisabuela Rita, los Célis, los de Santa Cruz y todos aquellos que me brindaron su apoyo.
- Los Profesores Antonio Borges, Raffaele D'Andrea, Cecilia Graterol y Eduardo Limongi, quienes fueron una guía y me aportaron sus conocimientos integrales para ser un mejor profesional.
- Mis mejores amigos Jaiglen Johana y Miguel Ángel con quienes siempre conté, estudié y en quienes más confío.
- Luis, por sus chistes malos y por escuchar los míos, porque siempre está dándome su mano amiga en momentos cuando más lo necesito, por ser paciente, comprensivo y permitirme compartir buenos momentos. “Diciembre es la Meta”.
- A FEIBO por darme la oportunidad de aprender cosas nuevas y trabajar con ellos.
- A la Sra. Beatriz, Montserrat, Alicia y Mama Sira por quererme y tratarme como uno más de su familia. Mil gracias.
- A todos mis amigos de la Universidad que me acompañaron en este camino: Fernando, Víctor, María Gabriela, Vanessa, Ramón, Byron, Chitty, Cinthia, Dayselis, Mileidy y todos aquellos con quienes compartí.

*Albeo Jesús Celis Gómez*

## **DEDICATORIA**

Más que dedicar este Trabajo Especial de Grado, mi carrera. A Dios, a mi Madre, a mi tía Teresa, a mi Abuela, a mi Padre, a mi Hermano, a mis Abuelos, a mi Familia, a mis amigos, a Moncho.

*Luis Alberto Rosales Durán*

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a Dios y a la música, por ser mi inspiración y luz siempre, a mi Madre por ser mi ejemplo, mi amiga, mi almohada, mi confesionario, por brindarme su amor, su luz, su todo, a mi Padre por su felicidad siempre, a mi tía Teresa por sus excelentes clases de matemática, a mi Hermano y al resto de mi familia por todo su apoyo.

A todos mis profesores, a A. Díaz, A. Vacca, E. Limongi, A. Borges, R. Figueroa, R. Carranza, por haberme enseñado las herramientas que necesito para poder enfrentar los escenarios que pueda encontrarme en el camino y lograr convertirme en un excelente profesional.

A R. D'Andrea por ser nuestro tutor y guiarnos durante todo este estudio y ser una fuente de conversación interesante.

A mis amigos del colegio, Freddy, José Arturo, Toto, Chespi, Danielin, Tata, Luis, Jesús, y los demás San Luisenses, que siempre me acompañaron en las buenas y malas, me hacían reír, compartían mis ilusiones y sobretodo me daban la seguridad de tenerlos cerca cuando no quería estar solo.

A mis amigos de la Uni, Lazlo, Chitty, Victor y Albex por formar parte del grupo de estudio más eficiente en el que he estado y ayudarme a entender cuando no entendía. A los demás que en este momento no se me vienen a la mente por compartir conmigo buenos ratos.

A Albex por haber soportado ser mi compañero de trabajo más de la mitad de esta carrera, por su paciencia de nuevo, su modelo de excelencia en los trabajos, y sobre todo su amistad, "Diciembre es la meta".

A las personas que estuvieron como Carolina, por todo, a Pedro por su sabiduría, ayuda y consejos, a Mariano, Ronald, Titi por sus colores.

A la gente de FEIBO por su apoyo y disposición. Muchas Gracias.

*Luis Alberto Rosales Durán*

**Célis G., Albex J. y Rosales D., Luis A.**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO DE UNA PLANTA  
AUTOMATIZADA DE FABRICACIÓN DE DUCTOS PARA LOS SISTEMAS  
DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN**

**Tutor: Raffaele D'Andrea**

**Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica**

**Descriptor:** Ductos, factibilidad, automatizado, planta, HVAC.

Los proyectos de HVAC necesitan de equipos y ductos para poder ser realizados; es allí donde nace la necesidad de realizar un estudio de factibilidad técnico-económico de una planta automatizada de fabricación de ductos que pueda suplir la demanda de los proyectos actuales y futuros de la empresa FEIBO Servicios Industriales, C.A. y en segunda instancia a terceros a nivel nacional; para ello se realizó un estudio de mercado para definir la capacidad y localización de la planta, una ingeniería de proyecto, las inversiones y su financiamiento, ingresos y egresos, así como la evaluación económica y financiera. El estudio de mercado se realizó para evaluar la factibilidad de llevar a cabo éste proyecto, donde se obtuvo que existen empresas fabricantes de ductos, pero sólo un 5% de éstas los realizan de manera automatizada, siendo beneficioso para el proyecto. Según AVGAL la producción anual de acero galvanizado es de 1.300.000 Toneladas, del cual 200.000 están destinadas a las empresas fabricantes de ductos, lo que quiere decir que existe un mercado potencial para este tipo de producto. Con la información obtenida del estudio de mercado se estimó la capacidad de la planta y su ubicación. Luego se llevó a cabo la fase de ingeniería del proyecto en donde se desarrollaron las ideas conceptuales del proceso de fabricación, se escogieron los equipos y se estimaron las inversiones, financiamiento, ingresos y egresos de la planta, a fin de determinar el precio de venta del producto, el cual quedó establecido en 20 Bs./Kg. Adicionalmente se realizó un Layout y un organigrama del personal de la planta. La evaluación económica comprendió el estudio de los índices de rentabilidad del proyecto, Valor Presente Neto, Tasa Interna de Retorno, Período de Recuperación de la Inversión y el Punto de Equilibrio. Además se realizó un estudio de sensibilidad que determinó la variación de los índices de rentabilidad, los resultados obtenidos arrojaron un precio mínimo de venta de 17,7 Bs./Kg y un volumen mínimo de producción de 247.648 Kg (11,5 bobinas mensuales) para que sea rentable el proyecto, representando un 76,6% de la producción nominal estimada de 324.000 Kg.





4.3.5 Fabricación de Perfiles TDC-TDF (MT30) .....	59
4.4 MATERIA PRIMA E INSUMOS .....	60
4.4.1 Materia Prima .....	60
4.4.2 Otros Insumos .....	63
4.5 MÁQUINAS Y EQUIPOS .....	65
4.6 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA O LAYOUT .....	74
4.7 PERSONAL .....	76
4.8 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN .....	77
<b>CAPÍTULO V: INVERSIONES, FINANCIAMIENTO Y CRONOGRAMA</b> .....	<b>79</b>
5.1 INVERSIONES FIJAS .....	80
5.1.1 Inversiones en Activos Fijos Tangibles .....	80
5.1.2 Inversiones en Activos Fijos Intangibles .....	82
5.2 CAPITAL DE TRABAJO INICIAL .....	83
5.3 RESUMEN DE LAS INVERSIONES .....	84
5.4 FINANCIAMIENTO .....	85
5.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....	87
<b>CAPÍTULO VI: INGRESOS Y EGRESOS</b> .....	<b>89</b>
6.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	90
6.1.1 Costos de Fabricación .....	90
6.1.2 Costos Administrativos .....	95
6.1.3 Costos Financieros .....	96
6.1.4 Costos de Ventas .....	96
6.2 RESUMEN COSTOS DE PRODUCCIÓN .....	97
6.3 COSTOS DEL PRODUCTO .....	98
6.3.1 Costos Unitarios del Producto (Bs./Kg) .....	98
6.3.2 Precio de Venta (Bs./Kg) .....	98
6.4 INGRESOS .....	99
6.5 PUNTO DE EQUILIBRIO .....	99
<b>CAPÍTULO VII: EVALUACIÓN DEL PROYECTO</b> .....	<b>102</b>
7.1 PROYECCIONES FINANCIERAS .....	103
7.1.1 Consideraciones Generales .....	103
7.1.2 Flujo Neto Efectivo .....	104
7.2 ÍNDICES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO .....	107
7.2.1 Valor Presente Neto .....	107

7.2.2 Tasa Interna de Retorno .....	110
7.2.3 Periodo de Recuperación de la Inversión .....	111
7.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE RIESGO .....	113
7.3.1 Variación del Volumen de Producción .....	113
7.3.2 Variación del Precio de Ventas .....	114
7.4 EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL .....	115
<b>CAPÍTULO VIII: RESUMEN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>117</b>
BIBLIOGRAFÍA .....	120
APÉNDICE .....	123
A. ACERO GALVANIZADO .....	123
B. IMPACTO AMBIENTAL .....	126
ANEXOS .....	128

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Resumen de especificaciones del producto .....	32
Tabla 4.2: Especificaciones acero galvanizado .....	60
Tabla 4.3: Especificaciones bobinas .....	60
Tabla 4.4: Especificaciones láminas lisas .....	61
Tabla 4.5: Especificaciones técnicas de los elementos de plasma .....	62
Tabla 4.6: Especificaciones generales electrodos T80M .....	62
Tabla 4.7: Especificaciones aire comprimido .....	63
Tabla 4.8: Especificaciones de la extracción forzada .....	63
Tabla 4.9: Especificaciones de la electricidad .....	64
Tabla 4.10: Especificaciones sellador acrílico emulsionado .....	64
Tabla 4.11: Máquinas y equipos de la planta .....	65
Tabla 4.12: Plantilla de personal .....	76
Tabla 5.1: Otras obras civiles .....	80
Tabla 5.2: Maquinarias y equipos .....	81
Tabla 5.3: Inversiones en activos fijos intangibles .....	82
Tabla 5.4: Capital de trabajo inicial .....	83
Tabla 5.5: Resumen de las inversiones .....	84
Tabla 5.6: Costos del financiamiento .....	85
Tabla 5.7: Cuadro del financiamiento .....	86
Tabla 6.1: Costos de materia prima .....	91
Tabla 6.2: Costos de servicios industriales .....	91
Tabla 6.3: Costos de mano de obra .....	92
Tabla 6.4: Costos de mantenimiento .....	93
Tabla 6.5: Costos por depreciación .....	94
Tabla 6.6: Costos por amortización .....	95
Tabla 6.7: Costos administrativos .....	95

Tabla 6.8: Costos de Producción anual .....	97
Tabla 6.9: Punto de equilibrio .....	100
Tabla 7.1: Flujo neto efectivo (estado de resultado) .....	105
Tabla 7.2: Fuentes y usos .....	106
Tabla 7.3: Valor presente neto .....	109
Tabla 7.4: Tasa interna de retorno .....	110
Tabla 7.5: Periodo de recuperación de la inversión .....	112
Tabla 7.6: Resumen de los índices de rentabilidad .....	112
Tabla 7.7: Sensibilidad variando el volumen de producción .....	114
Tabla 7.8: Sensibilidad variando el precio de ventas .....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

Figura 3.1: Ubicación del galpón .....	29
Figura 3.2: Zonas aledañas al galpón .....	30
Figura 4.1: Ductos de sección rectangular .....	33
Figura 4.2: Partes de un ducto rectangular .....	34
Figura 4.3: Algunos tipos de juntas transversales .....	35
Figura 4.4: Algunos refuerzos transversales .....	36
Figura 4.5: Algunas juntas longitudinales .....	36
Figura 4.6: Juntas longitudinales .....	38
Figura 4.7: Esquema de unión <i>botton-punch snap-lock</i> .....	39
Figura 4.8: Junta transversal TDF .....	39
Figura 4.9: Junta transversal TDC .....	40
Figura 4.10: Juntas transversales SMACNA T-1 y T-3 .....	41
Figura 4.11: Junta transversal SMACNA T-2 .....	41
Figura 4.12: Juntas transversales SMACNA T-5 y T-14 .....	43
Figura 4.13: Juntas transversales SMACNA T-15 y T-16 .....	44
Figura 4.14: Esquema comparativo de línea de producción de tramos rectos .....	48
Figura 4.15: Diagrama del proceso de producción de tramos rectos .....	49
Figura 4.16: Diagrama del proceso de producción de piezas .....	50
Figura 4.17: Diagrama del proceso de producción de perfiles .....	50
Figura 4.18: Equipos para la producción de tramos rectos .....	51
Figura 4.19: Equipos para la producción de piezas .....	51
Figura 4.20: Esquema general Auto-line III .....	54
Figura 4.21: Datos de troquel para esquineros .....	57
Figura 4.22: Rango de dimensiones de bobinas .....	61
Figura 4.23: Mesa CNC cortadora de plasma Multicam 1000 .....	67
Figura 4.24: Cortadora-dobladora mecánica automatizada Auto-line III .....	68

Figura 4.25: Perfiladora TDC-TDF MT30 .....	68
Figura 4.26: Dobladora manual WS-1.5x2500 TDF .....	69
Figura 4.27: Formadora de uniones rectos LC-12M .....	70
Figura 4.28: Formadora de uniones curvas R-10 .....	70
Figura 4.29: Troqueladora VEDI PE20 .....	71
Figura 4.30: Montacarga CLARCK C30L .....	72
Figura 4.31: Compresor QUINCY QR-25 .....	72
Figura 4.32: Ventilador centrífugo BSQ-140-10 GREENHECK .....	73
Figura 4.33: Nivel planta baja (PB) .....	74
Figura 4.34: Nivel planta alta (PA) .....	75
Figura 4.35: Corte y vista 3D del galpón .....	75
Figura 4.36: Organigrama del personal de la planta .....	77
Figura 5.1: Cronograma de ejecución .....	88
Gráfica 6.1: Punto de equilibrio .....	100
Gráfica 7.1: Tasa interna de retorno .....	111

## INTRODUCCIÓN

Los proyectos de aire acondicionado o *Heating, Ventilating and Air Conditioning (HVAC)*, por sus siglas en inglés, requieren cumplir con una serie de etapas que se basan en el diseño, fabricación e instalación de los componentes y equipos que integran estos sistemas. Cuando se habla de la fabricación se refiere a los equipos y los ductos del sistema. Los equipos requieren de un gran desempeño y por ende de una alta eficiencia, para lo cual, existen empresas especializadas en la fabricación de los mismos; por esta razón las empresas proyectistas de HVAC prefieren adquirir los equipos a estas empresas especializadas. Por otra parte los ductos no requieren de un nivel de especialización tan alto, por lo que estas empresas de proyectos generalmente fabrican los mismos.

Para la fabricación de ductos se requieren ciertas consideraciones básicas como el material, forma del ducto, dimensiones, entre otras. Los pasos requeridos para dicha fabricación empiezan con el diseño, seguido del trazado, cortado, doblado y acabado. El tiempo fabricación es un factor importante debido a que en la mayoría de los casos este proceso se lleva a cabo de manera manual, valiéndose de las habilidades, destrezas y experiencia del obrero (ductero), realizándose éste proceso en muchos pasos y con muchas imprecisiones.



En el mercado existen diferentes tipos y variedades de ductos, siendo los fabricados a partir de acero galvanizado los más utilizados por su buena relación costo-desempeño proporcionando una alta durabilidad y resistencia.

Los avances tecnológicos en la maquinaria han logrado reducir el número de operaciones mejorando el proceso productivo incrementado incluso la calidad de los acabados.

Igualmente, los avances tecnológicos en la programación y en las comunicaciones de red han logrado la fusión CAD-CAM (*Computer Aided Desing – Computer Aided Manufacturing*), lo que optimiza los procesos y las operaciones a realizar. Estos sistemas trabajan con software de computadoras que facilitan el trabajo de diseño, comunicándose con los equipos para hacer que se produzcan resultados óptimos.

La automatización de una planta de ductos podría significar una evolución en el desarrollo de los sistemas de HVAC para la empresa FEIBO, la cual maneja proyectos que requieren grandes cantidades de ductos.

FEIBO es una empresa dedicada al diseño, fabricación, instalación y mantenimiento de sistemas de HVAC, que dentro de sus miras a expandirse decidieron instalar una planta automatizada de fabricación de ductos, con el fin de

poder cubrir la demanda de sus clientes y estudiar la posibilidad de expandir su oferta hacia otras empresas. Para ello requiere de un estudio de factibilidad técnico-económico, con la finalidad de conocer la conveniencia de la instalación y puesta en marcha de ésta planta industrial.

# C A P I T U L O I

## DESCRIPCION DEL PROYECTO

## 1.1 MOTIVACIÓN

En Venezuela existen grandes campos para el acondicionamiento de aire, por ser una región tropical y un país en desarrollo urbanístico e industrial; en tal sentido FEIBO Servicios Industriales, C.A. prevé su participación en los proyectos actuales y futuros. Con miras al desarrollo la empresa FEIBO desea instalar una planta automatizada de fabricación de ductos; en tal sentido se requieren adquirir equipos que permitan automatizar el proceso, lo que representaría la optimización de los tiempos de producción, incrementando así la productividad.

La instalación de esta planta de ductos representaría un crecimiento notable en la empresa así como la posibilidad de expansión en uno de sus departamentos (Departamento de Fabricación de Ductos), que funcionaría administrativamente como una unidad de negocio independiente a la existente en la sede principal ubicada en la ciudad de Caracas.

Como los costos de inversión representan un riesgo económico para FEIBO, se requiere realizar un *estudio de factibilidad técnico-económico de una planta automatizada de fabricación de ductos para los sistemas de aire acondicionado y ventilación*, en la cual puedan ser utilizados procesos tecnológicos que permitan crear ductos en el menor tiempo posible, aumentar la rentabilidad y dar a conocer sus servicios a nuevos clientes.

## **1.2 ANTECEDENTES**

a) En el año 1979, Marisol Yacoviello, desarrolló su Trabajo Especial de Grado en la Escuela de Ingeniería Mecánica cuyo título es: “*Proyecto de ampliación de una fábrica metalmecánica*”. En dicha investigación se consideraron aspectos importantes, tales como:

- Bienes y servicios que se producirán en la planta, capacidad que se va a instalar y cuantía de la demanda total
- Localización de la planta
- Cuantía de las inversiones
- Presupuestos de gastos y egresos
- Rentabilidad
- Coeficiente de evaluación social
- Fuentes de financiamiento

Con la finalidad de poder determinar la ingeniería del proyecto, para poder describir los procesos de fabricación, estimar las líneas de producción, seleccionar los equipos, analizar los tiempos de producción y la cantidad de servicios requeridos; teniendo en cuenta el crecimiento futuro de la planta.

b) En el año 1982, Nancy Alonzo Cuartas, realizó un Trabajo Especial de Grado en la Escuela de Ingeniería Mecánica titulado: “*Estudio de un criterio para el diseño económico-óptimo de ductos de aire acondicionado de sistemas centrales*”.

Uno de los objetivos principales de éste, fue el estudio para determinar el costo total anual de los ductos aprovechando los conocimientos y resultados de la optimización de tuberías, luego se calcula el mínimo de dicho costo total con respecto a la velocidad del aire para hallar una expresión en función de los gastos de instalación, tiempo de operación, factor de fricción, entre otros, con la finalidad de poder variar los parámetros y encontrar la influencia que éstos tienen sobre los costos totales. Se consideraron como puntos importantes en el diseño de ductos de aire acondicionado de sistemas centrales los siguientes aspectos:

- Método de igual fricción.
- Método de asignación de velocidades o de recuperación estática.
- Nivel de ruido a través del ducto como limitante.

c) En 2007, Alirio Alcalá y Gabriel Novoa, realizaron un Trabajo Especial de Grado en la Escuela de Ingeniería Mecánica titulado: “*Estudio de factibilidad técnico-económica de una planta procesadora del agua de coco*”. Cuyo estudio fue determinar la factibilidad de la implementación de ésta planta en la cual se utilizaron procesos tecnológicos, que permitieron prolongar las propiedades naturales del agua

de coco (preservación), transformando, de esta forma una actividad artesanal en una importante industria nacional. Se consideraron como puntos importantes para el estudio los siguientes aspectos:

- Estudio de mercado
- Capacidad y ubicación de la planta
- Proceso de fabricación y preservación del producto terminado
- Distribución de equipos
- Costos de implementación, ingresos y egresos
- Recuperación de la inversión
- Impacto social y ambiental

d) Entre los años 1983 y 2008, la empresa ACL MACHINE CO., LTD ha desarrollado un conjunto de maquinarias especializadas en la fabricación de herramientas y equipos utilizados para la transformación de materia prima (láminas de acero), en productos para la conducción del aire acondicionado; obteniendo ductos de alta precisión, buenos acabado y siguiendo las normas internacionalmente aceptadas.

e) Entre los años 1975 y 2008, La empresa Shop Data Systems, Inc. (SDS) ha prestado servicios a la industria del metal, liderizando el mercado con innovación tecnológica que ha ayudado a miles de empresas alrededor del mundo a ser más

eficientes, competitivas y rentables. SDS tiene una amplia gama de productos CAD/CAM que sirven a la fabricación general, creación de productos, HVAC, entre otros; ésta empresa crea distintos software que simplifican el trabajo cotidiano, reduciendo el tiempo de diseño, traduciendo a lenguaje de máquina los diseños computarizados, para luego ser enviados a través de un lazo de comunicación a los equipos de corte con plasma, oxyfuel, laser, troquel, waterjet, entre otros.

f) Entre los años 1988 y 2008. La empresa Multicam L.P. ha impulsado el desarrollo de sistemas de corte de última tecnología, donde una amplia variedad de industrias dependen de los sistemas de CNC Multicam como lo son: las empresas manufactureras de cabinas, productoras de muebles, madereras, talleres metalmecánicos, empresas de HVAC, aeroespacial, construcción marina, fabricación de plástico, entre otras.

### **1.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo puede clasificarse como un estudio de factibilidad técnico-económico, para el establecimiento de una planta automatizada de fabricación de un producto metal-mecánico de amplio consumo en la industria, en los servicios y viviendas, que no requiere de procesos de tratamiento para conservar sus características originales.



## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar la factibilidad técnico-económica de una planta automatizada de fabricación de ductos para los sistemas de aire acondicionado y ventilación.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- Realizar estudio de mercado.
- Definir la capacidad de la planta.
- Realizar estudio de ingeniería del proyecto.
- Estimar la inversión del proyecto y su financiamiento.
- Estimar los ingresos y egresos del proyecto.
- Evaluar la factibilidad económica y financiera del proyecto.

## **1.5 ALCANCES**

- Realización del estudio de mercado de las principales empresas de fabricación de ductos a nivel nacional.
- A partir de la cantidad de ductos necesarios para cubrir con la demanda de los proyectos a nivel nacional se definirá la zona geográfica del país con mayor demanda.
- Selección del tipo de material para fabricar los ductos de acuerdo a las demandas de FEIBO Servicios Industriales C.A.
- Estimación de la capacidad de producción de la planta.
- Selección del proceso tecnológico de fabricación de los ductos.
- Establecimiento de la plantilla de personal.
- Estimación del espacio físico de la planta: área de producción, áreas de almacenamiento, área de carga y descarga, áreas administrativas y de servicio.
- Estimación de las inversiones necesarias, el financiamiento correspondiente y el cronograma de las mismas
- Estudiar la posibilidad de ampliar el mercado a terceros.
- Estimación de los ingresos y costos de producción. Punto de equilibrio del proyecto.
- Análisis de rentabilidad.

**C  
A  
P  
I  
T  
U  
L  
O  
  
II**

**ESTUDIO  
DE  
MERCADO**

## **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

Los ductos de aire acondicionado son los elementos de una instalación a través de los cuales se distribuye el aire por todo el sistema, bien sea aire de suministro o extracción. Generalmente este aire se transporta bajo unas condiciones especiales establecidas por el diseñador del sistema, esto, bajo los requerimientos según las necesidades del cliente.

Las propiedades de cada uno de los ductos determinan en gran parte la calidad de la instalación, al jugar un papel fundamental en determinados factores, como por ejemplo, el aprovechamiento energético o el comportamiento acústico del mismo. Dentro de los factores que influyen en la calidad del aire de los ductos se tienen:

- Variaciones de temperatura y humedad
- Condensaciones
- Desequilibrios de presión
- Ruidos en la red de ductos o atenuaciones acústicas
- Factores endógenos y exógenos de la calidad del aire

Los ductos pueden estar fabricados de distintos materiales y según cuál sea el material utilizado su forma de fabricación puede ser de una manera u otra. El tipo de material también influye directamente en la calidad y en el futuro desempeño del sistema al cual van a estar destinados.

La planta en estudio pretende elaborar ductos rectangulares de manera automatizada, donde se utilizará como materia prima acero galvanizado por su alta resistencia, alta rigidez, durabilidad, resistencia a la corrosión, disponibilidad, superficie lisa, su no porosidad, su fácil manejabilidad, soldabilidad y que cumple con las condiciones adecuadas para transportar un aire de calidad.

Dependiendo de las necesidades del cliente se pueden fabricar los ductos rectangulares con láminas de distintos calibres, entre los que están: cal 18, 20, 22, 24 y 26; los cuales se harán bajo pedido y con plano en mano.

Además de los ductos, se van a fabricar perfiles de acero galvanizado para la unión transversal de los ductos tramo a tramo; estas uniones son universales para los ductos rectangulares y están normalizadas por la *Sheet Metal and Air Contractors National Association* (SMACNA), la cual es una entidad organizada que posee miembros especializados en sistemas de HVAC, ésta entidad ha generado estándares para sistemas de HVAC que han sido de aprobación mundial.

## **2.2 ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

Los ductos para aire acondicionado y ventilación forman parte del sistema de HVAC de cualquier edificio, industria, comercio, casa, apartamento, entre otros; siendo el responsable del transporte y distribución del aire en estos recintos. Cualquiera que sea la aplicación los ductos pueden encontrarse en pequeñas o grandes cantidades dependiendo de las dimensiones del sistema a acondicionar.

Los usuarios del aire acondicionado se pueden clasificar en dos grandes segmentos: A y B. El segmento A está compuesto por todas aquellas edificaciones tales como: casas, apartamentos, locales comerciales, restaurantes, pequeñas oficinas, entre otros; es decir, aplicaciones en donde las cargas térmicas puedan ser vencidas por equipos de poco tamaño que no requieran de un desarrollo complejo de redes de ductos en grandes cantidades. El segmento B lo conforman todas aquellas industrias, empresas, edificios de oficinas, centros comerciales, laboratorios, hospitales, entre otros; que requieran de un sistema centralizado de aire acondicionado y ventilación, que genere los menores costos, una calidad de aire uniforme a lo largo de todo el recinto y equipos de gran envergadura que requieren de un complejo desarrollo de redes de ductería.

Una muy buena referencia de la demanda de ductos puede ser estimada mediante la materia prima para su fabricación y los índices de crecimiento industrial

y de la construcción a nivel nacional. En este sentido una de las principales materias primas para la fabricación de ductos es el acero galvanizado, el cual presenta un crecimiento anual del 5 al 10% según la Asociación Venezolana de Galvanizadores (AVGAL), registrando para la fecha una producción de más de 1.300.000 toneladas anuales, de los cuales el 35% aproximadamente está destinado a la industria metalmecánica en general a la cual pertenece la planta en estudio.

Ahora bien, del 35% de acero galvanizado producido a nivel nacional para la industria metalmecánica, sólo 200.000 toneladas anuales están destinadas a la industria de fabricación de ductos.

El Consejo Nacional de Promoción de Inversiones (CONAPRI) en su informe anual asegura que las inversiones por parte del estado son de gran importancia, y que han presentado un crecimiento significativo a lo largo de los años; así mismo la inversión privada sigue mostrando un crecimiento positivo. Según un estudio presentado por CONAPRI las seis principales ciudades con índices de atracción de las inversiones son: Caracas 6.25%, Valencia 5.36%, Maracay 5.33%, Maracaibo 5.06%, Ciudad Guayana 5.03% y Barquisimeto 5.00%; producto de las características presentadas en estas entidades.

En Venezuela actualmente se están ejecutando pequeños y grandes proyectos a largo de todo el territorio nacional, tanto en la industria privada como las que

pertenecen al estado, en donde la mayoría de estos proyectos requieren de sistemas de aire acondicionado y ventilación para satisfacer sus necesidades.

Algunos de los sectores en los cuales existe un crecimiento significativo en cuanto a demanda de sistemas de HVAC se refiere, y proyectos que se están llevando a cabo y los que se planean realizar en un futuro son:

- Industria de la Construcción: este sector representa la mayor demanda, mostrando un crecimiento del 15% para el año 2007 según CONAPRI, abarcando los sectores de viviendas, edificios, centros comerciales, micro empresas, entre otros. En éste sector el incremento de las inversiones no sólo indica que se está fomentando el crecimiento de la construcción, sino que representa una gran fuente de trabajo para las empresas vinculadas a este sector, siendo una de ellas la industria metalmecánicas a la cual pertenece la planta en estudio.
- Industria de Alimentos: conforma un sector productivo importante para el país con un crecimiento aproximado del 20% según CONAPRI, éstas industrias representan una fuente clara de trabajo para los sistemas de HVAC, ya que debido a las características de los productos que elaboran se requiere que los mismos se encuentren bajo condiciones especiales de aire para su almacenamiento y elaboración.



- Industria Farmacéutica y Laboratorios: esta importante industria actualmente está presentando una demanda significativa a nivel nacional, con un crecimiento del 20% respecto al 2007 según la Cámara de la Industria Farmacéutica (CIFAR), siendo uno de los potenciales clientes de este servicio, ya que en búsqueda de cumplir con las Buenas Prácticas de Manufacturas (BPM) o *Good Manufacturing Practices (GMP)* por sus siglas en inglés, están desarrollando considerables inversiones para adecuar sus instalaciones y procesos a estos estándares; siendo el aire acondicionado una parte fundamental en este tipo de industria para llevar a cabo los procesos, sin él no existe producción como tal, debido a las exigencias de control de condiciones, transporte de aire y requerimientos físicos especiales que se presentan.
- Industria Manufacturera: este tipo de industrias representa un sector importante debido a los volúmenes de producción que generan, ya que sus productos son elaborados en ambientes controlados donde las características del aire juegan un papel importante para llevar a cabo sus procesos. Estas empresas van desde pequeñas fábricas a grandes corporaciones con una gran infraestructura.
- Industria Petrolera: recientemente se firmaron acuerdos entre las industrias metalmeccánicas y Petróleos de Venezuela (PDVSA) con el fin de que se puedan llevar a cabo trabajos de infraestructura para los proyectos petroleros. PDVSA tiene proyectados la ejecución de obras importantes, como lo son: la faja petrolífera del Orinoco, el sistema de gas del sur, plataformas en el Mar Caribe, entre otros; los

cuales en una parte requieren de sistemas de aire acondicionado y ventilación para llevar a cabo sus procesos.

- Industrias de Almacenamiento: según CONAPRI este sector presentó un incremento del 13,5% para el 2007, siendo una fuente de demanda de sistemas HVAC.

- Sistemas de Transporte Masivo: aquí se encuentran los trabajos de culminación, ampliación y remodelación de los sistemas Metro a nivel nacional, patrocinados por el estado con una inversión aproximada de más de 3.000 millones de dólares, que abarca el sistema metro de Caracas, Los Teques, Valencia, Maracaibo y Maracay; cuyas obras requieren sistemas centralizados de ventilación para la renovación continua del aire a través de las estaciones.

- Sistema de Transporte Ferroviario: proyecto de Construcción del Sistema Ferroviario Central “Ezequiel Zamora” con una inversión inicial en su primera fase de más de 6.500 millones de dólares patrocinados por el estado a través del Fondo de Desarrollo Nacional (FONDEN), el sistema cuenta con plantas centralizadas de HVAC en cada una de sus estaciones.

- Empresas de Producción Social: patrocinadas por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) y PDVSA son un conjunto de micro y medianas empresas que fomentan la participación social en cuanto al desarrollo económico se refiere; dentro

de las empresas que las conforman están las siguientes: industria manufacturera (plástico, textil, equipos industriales, entre otras), industrias de productos alimenticios, industria metalmecánica y empresas de servicios básicos las cuales utilizan sistemas de HVAC.

Todos estos proyectos que se están llevando a cabo actualmente y los que se plantean en un futuro, generan una creciente demanda en la industria de la ductería, la cual presenta un crecimiento anual del 13%.

### **2.3 ANÁLISIS DE LA OFERTA**

Las principales empresas que ofertan ductos para aire acondicionado y ventilación forzada son las siguientes:

- **Sapikas International Trading Co, C.A.** Se dedica a la manufactura de ductos de unión TDC e instalación de equipos de refrigeración y aire acondicionado. Son distribuidores y representantes de diferentes marcas del mercado; su planta está ubicada en el Km 3 de Filas de Mariche en Caracas. Poseen fabricación automatizada de ductos por plasma y con la nueva tecnología de Lockformer. Tienen una capacidad de instalada de 300.000 Kg/Año, ofertando el producto a un costo de 62 Bs./Kg de ducto completamente fabricado, puesto en obra, instalado y forrado; y de 30 Bs./Kg

de ducto fabricado e instalado. Además realizan proyectos de aire acondicionado en sus oficinas de Bello Monte en Caracas.

- **GD Guatl Ductos, C.A.** Fabrican ductos para aire acondicionado y ventilación forzada de diferentes materiales, suministran accesorios para estos sistemas, como rejillas, difusores, entre otros. Se encuentran ubicados en la calle Miranda con Negro Primero, Guatire del estado Miranda. La fabricación de ductos la realizan de manera manual con métodos convencionales, teniendo una producción de 100.000 Kg/Año. Ofertan su producto a un costo de 18 Bs./Kg de ducto slip – presilla.

- **CONAIRE, C.A.** Es una empresa que ofrece una variada gama de servicios, desde asistencia para proyectos de ingeniería y selección de equipos, hasta la reparación de equipos y fabricación de ductos metálicos, entre otros. Están ubicados en el estado Bolívar, en la ciudad de Puerto Ordaz en la zona industrial de Unare II. Su fuerte no es la fabricación de ductería pero, sin embargo tienen una producción anual de 150.000 Kg para sus principales clientes.

- **Ductos Velas-Mar, C.A.** Es una empresa especializada en proyectos, instalaciones, reparaciones y mantenimiento de ductería y extractores de aire. Poseen una sección metalmecánica que dispone de los recursos y equipos necesarios para fabricar todo tipo de ductos para aire acondicionado, ventilación mecánica y refrigeración. Se encuentran ubicados en Porlamar en la isla de Margarita, estado

Nueva Esparta en el Centro Comercial de Makro. Distribuyen su producto a nivel estatal a un costo de 22 Bs./Kg de ducto.

- **Industrias Vemar, C.A.** Se dedican a proyectos, instalaciones y servicios de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado y ventilación forzada comercial e industrial. Instalan equipos comerciales e industriales de aire acondicionado y ventilación forzada. Diseñan, fabrican e instalan ductos en láminas de hierro negro, acero galvanizado y acero inoxidable de forma circular, cuadrada y rectangular. Poseen una capacidad de fabricación efectiva de ductos de 240.000 Kg/Año, incrementada mediante equipos automatizados, a una capacidad estimada de 360.000 Kg/Año. Poseen programas de computación de la marca Carrier para el diseño y cálculo de ductería. Se encuentran ubicados en Boleíta Sur, Caracas estado Miranda.

- **Tecno-Ductos:** Empresa dedicada a fabricación de todo tipo de ductería acero galvanizado, aluminio y acero inoxidable de sección rectangular o circular en láminas lisas. Se encuentran ubicados en La Concordia Maracay; poseen una producción estimada de 300.000 Kg/Año aproximada entre ductería rectangular y circular. Los ductos de acero galvanizado, específicamente ductos rectangulares, los ofertan a 23 Bs./Kg con junta slip – presilla.

- **Aire Caracas GL, C.A.** Brindan asistencia técnica especializada; cursos y entrenamiento. Dentro de los servicios está el mantenimiento preventivo, venta de equipos, repuestos y accesorios; cursos y adiestramiento técnico avanzado;

fabricación e instalación de ductos en pequeñas, medianas y grandes cantidades a un costo de 21 Bs./Kg con unión tipo slip - presilla. Alcanzando una capacidad de producción de 270.000 Kg/Año. Su planta se encuentra ubicada en Montecristo en la ciudad de Caracas.

- **Latonería Industrial Braca, C.A.** Diseñan, suministran, fabrican e instalan aislamiento térmico de canales de recolección de agua de lluvia, ductería cuadrada y redonda para aires acondicionados y ventilación forzada. Elaboran cualquier tipo de piezas en hierro, aluminio y acero inoxidable. Dentro de sus productos se encuentran: chimeneas de acero inoxidable, transformación y reducción YEE, ventiladores, turbinas de cuello de lona, ductería, tanques de acero inoxidable, cerchas, ductería redonda y rectangular de acero, canales, pantallas, ductería con aislamiento, transformaciones y estructuras metálicas. Su planta se encuentra ubicada en el centro de Valencia estado Carabobo con una capacidad de 290.000 Kg/Año a un costo de 19,5 Bs./Kg con uniones transversales tipo pestaña – pestaña.

- **Metal Ductos C.A.** Empresa dedicada a la fabricación de redes de ductería y campanas de extracción, está ubicada en la ciudad de Caracas en la California Norte, cuenta con una capacidad instalada de 320.000 Kg produciendo alrededor de 270.000 Kg./Año. Poseen fabricación de ductos de diferentes materiales entre los cuales está el acero galvanizado. Los ductos flange – pestaña se venden a un costo de 23 Bs./Kg.

- **Ducto Panel C.A.** Dedicados exclusivamente a la fabricación de ductería rectangular de acero galvanizado y pitre en la ciudad de Valencia en la Zona Industrial Municipal Norte, cuentan con una línea completa de ductos pitre y fabricación de ductería galvanizada con plano en mano. Su planta produce alrededor de 260.000 Kg de ductería galvanizada al año.

- **La Casa del Ductero C.A.** Ubicada en la ciudad de Caracas en Las Acacias, fabrican ductería de acero galvanizado, hierro negro, acero inoxidable y pitre. Poseen un área dedicada exclusivamente a partes y accesorios de ductos, los ductos de acero galvanizado los ofertan a 18 Bs./Kg con junta transversal tipo flange – pestaña.

- **Otras Empresas:** Ductos Cagua S.R.L. (Cagua – Aragua), Duven C.A. (Naguanagua – Carabobo), Duc Aire de Venezuela C.A. (Barquisimeto – Lara), Ductos Lara 2000 C.A. (Barquisimeto – Lara), Termo Ducto C.A. (Caracas – Miranda), Thermo Ductos Lara (Barquisimeto – Lara), Thermo Ducto Caribe C.A. (Puerto La Cruz – Anzoátegui), Ductos Orientales S.A. (Puerto Ordaz – Bolívar), entre otras.

Las empresas de ductos en su mayoría ofrecen los servicios de fabricación e instalación de la ductería en un solo paquete. Los precios están sujetos al tipo de junta transversal, material, dimensiones y condiciones del medio. El 95% de estas empresas fabrican ductos de manera manual. Produciendo un máximo de 360.000 Kg/Año.

## **2.4 PRECIOS**

Los ductos para aire acondicionado y ventilación forzada actualmente se ofrecen a un costo mínimo de 18 Bs./Kg con juntas transversales tipo slip-presilla y a 30 Bs./Kg con junta transversal tipo TDC.

## **2.5 COMERCIALIZACIÓN**

La comercialización se basa en la venta de los ductos puestos en sitio e instalados, es decir, la planta se encargará del suministro e instalación de los ductos en obras, incluyendo el personal para dichas actividades.

Cabe destacar que el objetivo de la planta en primera instancia, es suplir la demanda de ductos de la empresa FEIBO Servicios Industriales, C.A., ofreciendo a sus clientes un tipo de ducto mucho más eficiente y fabricado con tecnología de punta, y en segunda instancia a terceros que soliciten el producto.

La propaganda y comercialización del producto se enfocará en promocionar un tipo de ducto de alta eficiencia, de fácil instalación y que cumple con las normas más exigentes aceptadas a nivel internacional. Otra parte de la promoción del producto se orientará en la manera en que lo clientes pueden acceder a él, ya que se tiene proyectado la implementación de un sistema que permita a los solicitantes del producto realizar sus pedidos de manera fácil y rápida, mediante la ayuda del internet.



**C  
A  
P  
I  
T  
U  
L  
O**

**CAPACIDAD  
REQUERIDA  
Y  
LOCALIZACION  
DE LA PLANTA**

**III**

### **3.1 CAPACIDAD REQUERIDA A INSTALAR**

Analizando cada una de las empresas que ofertan los ductos y teniendo en cuenta la producción mínima para cumplir con las necesidades de FEIBO, se estima instalar una planta automatizada de fabricación de ductos con una capacidad de **324.000 Kg/Año.**

### **3.2 LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA**

Partiendo del hecho de que la empresa FEIBO posee un galpón en la Zona Industrial II de Valencia estado Carabobo, se procedió a verificar que éste cumpliera con las exigencias mínimas para la correcta y estratégica ubicación de la planta automatizada de fabricación de ductos.

Para la localización de la planta se tomaron en cuenta varios aspectos los cuales van a permitir tener un mejor desempeño; algunos de estos son:

- Proximidad y eficiencia en el acopio de la materia prima: en Valencia se encuentran dos de las principales proveedoras de materia prima (acero galvanizado) en forma de bobinas: Lamigal C.A. y Láminas y Perfiles del Centro C.A.; además de PROMETALCA C.A., ODUGOMCA, Grupo Galva C.A., entre otras.
- Proximidad de mercado: por ser un estado de la Región Central del país se encuentra en una posición estratégica para atacar cualquier mercado nacional,

principalmente a los clientes de FEIBO en ese estado: Laboratorios Elmor S.A., Laboratorios La Santé S.A., KPMG de Venezuela, Centro Comercial Metrópolis, Centro Comercial Sambil, Calox International, entre otros tantos.

- Disponibilidad de mano de obra: por ser el principal estado industrial del país cuenta con personal calificado en cada una de las áreas requeridas en la planta, esto sin contar con el hecho de que FEIBO ha realizado trabajos en éste estado, contando con un personal de confianza altamente especializado en trabajos de ductería.

- Acceso a servicios básicos: se cuentan con todos estos servicios, acceso terrestre a la Zona Industrial II desde la Autopista Regional del Centro, Carretera Nacional Los Guayos, Centro de Valencia, Zona Industrial I, entre otros, el galpón se encuentra ubicado en un complejo de galpones que cuenta con todos los servicios: luz, servicios sanitarios, vigilancia privada las 24 horas, entre otros. Además se encuentra cercano a algunas poblaciones aledañas: Los Guayos, Yagua, Cañizales, Flor Amarillo, Valencia, entre otros asentamientos.

- Características eco-fisiográficas de la zona: es una zona totalmente asentada desde hace más de 40 años, totalmente plana y bajos relieves de montañas a lo lejos.

- Servicios de transporte: por estar en una zona con muchas industrias los medios de transporte son asequibles. La ubicación del galpón vía al Aeropuerto de Valencia “Arturo Michelena” garantiza un constante paso de transporte público y de carga producto de la amplia presencia industrial en zonas aledañas.

- Seguridad de la zona: el galpón se encuentra resguardado por un perímetro de seguridad y vigilancia las 24 horas del día.
- Servicios externos a la planta: con un excelente suministro de los servicios como agua, electricidad, gas directo, entre otros.

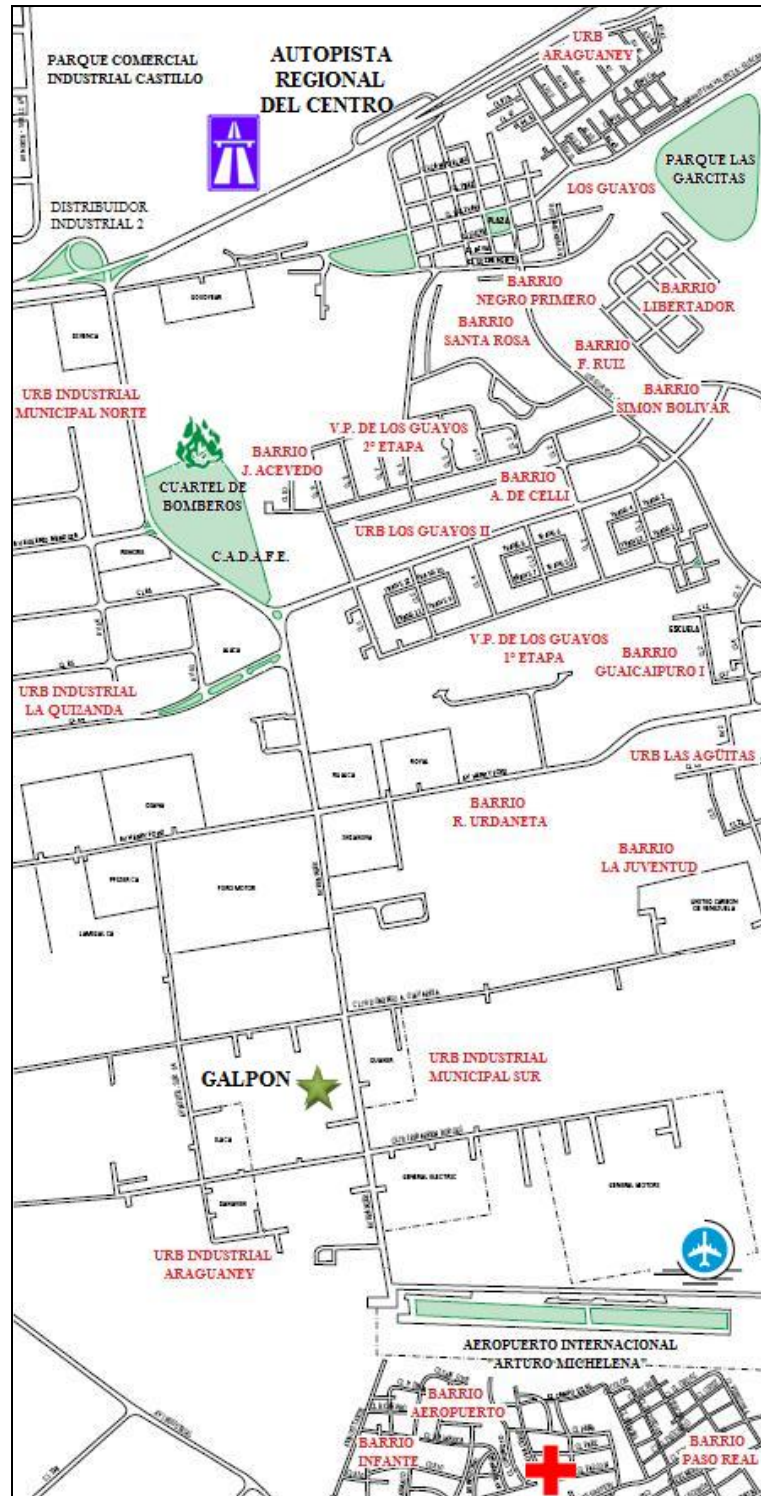
Tomando en consideración los factores analizados previamente, se decidió que el galpón ubicado en la Zona Industrial II de Valencia, reunía las mejores combinaciones de dichos factores para los fines de este proyecto, en especial su ubicación geográfica en el principal estado industrial de Venezuela, así como su cercanía a las principales vías de comunicaciones aéreas, marítimas y terrestres.

**Figura 3.1: Ubicación del Galpón**



**Dirección:** Zona Industrial Municipal Norte, Avenida Branger, Centro Comercial C.I.E. Arturo Michelena, Local G-21, Parroquia Rafael Urdaneta. Municipio Valencia, Estado Carabobo. Acceso: entre Avenida Iribarren y Olavarria.

Figura 3.2: Zonas Aledañas al Galpón



**C  
A  
P  
I  
T  
U  
L  
O  
  
IV**

**INGENIERIA  
DEL  
PROYECTO**

## 4.1 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

**Tabla 4.1: Resumen de Especificaciones del Producto**

<b>Tipo de Ducto</b>	Rectangular
<b>Material</b>	Acero Galvanizado
<b>Calibre del Material</b>	18, 20, 22, 24 y 26
<b>Tipo de Junta</b>	TDC, TDF, T-1, Pittsburgh y T-6
<b>Tipo de Refuerzo de Cara</b>	Transversal

Las piezas que conforman los sistemas de ductería están compuestas por tramos rectos y piezas, **los tramos rectos** son piezas de sección transversal constante y no varían la dirección del flujo de aire; mientras que las **piezas** son aquellas piezas que varían la dirección del flujo del aire o su sección transversal, se llaman piezas a todas aquellas **transformaciones, codos** (que pueden ser rectos o curvos), **zapatos, mariposas**, entre **otros**.

### 4.1.1 Ductos Rectangulares

Los sistemas de ductos de sección transversal rectangular presentan las siguientes características:

Aplicaciones: Se usan en sistemas limpios de aire, en donde no exista acumulación de polvo en la red de ductos, ya que, el polvo tiende a depositarse en los pliegues que posee aumentado la fricción interna del ducto.

Ventajas: Las máquinas que se usan para poder formar las piezas no son tan costosas, no requieren de un proceso de soldadura para cerrar los tramos y se pueden hacer muchas formas con este tipo de sección. Su fabricación es rápida de manera manual comparándola con otros tipos de ductos.

Características Limitantes: Requieren de un trazador y de la implementación de refuerzos de caras para que no se hundan o abomben.

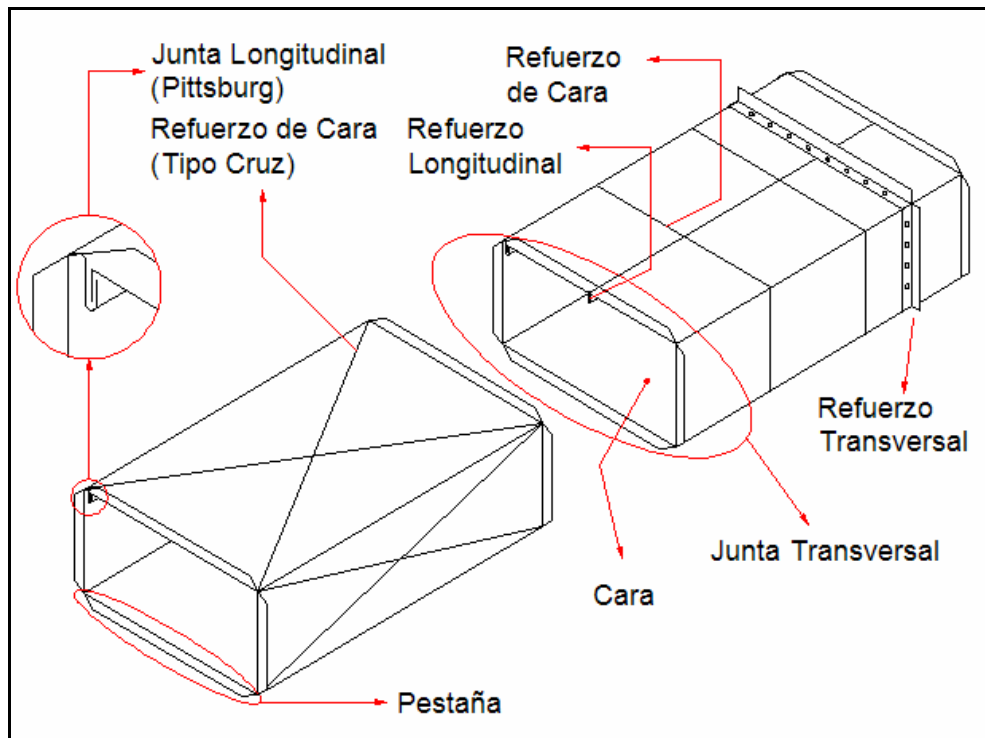
**Figura 4.1: Ductos de Sección Rectangular**





#### 4.1.2 Partes de un Ducto

Figura 4.2: Partes de un Ducto Rectangular



Fuente: Diseño propio.

- **Caras**

Son aquellas que dan la forma al ducto, limitan el flujo de aire y lo aísla del medio ambiente.

- **Refuerzos de Cara**

Son dobleces que se les hace a las caras para darles mayor rigidez, evitan que la cara se hunda hacia adentro cuando la presión interna en el ducto es menor a la externa.

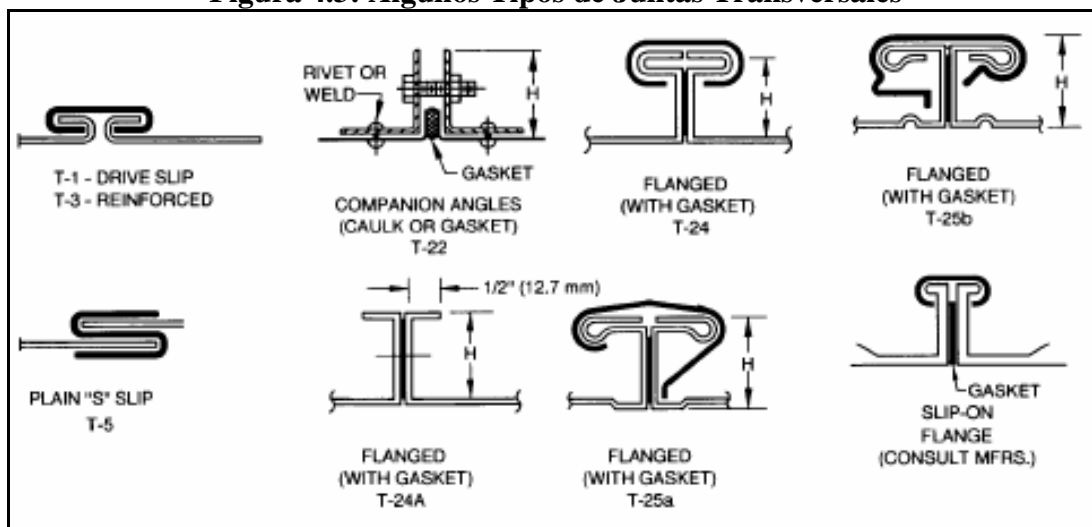
- **Pestañas**

Son aquellas que sirven para unir de manera transversal un tramo con el siguiente, dependiendo del caso ésta puede tener varias formas o simplemente no estar directamente unida al ducto, pudiendo ser un perfil insertado en el mismo.

- **Juntas Transversales**

Son uniones que se usan para conectar dos tramos de ductos, estas pueden variar en forma (ver figura 4.3).

**Figura 4.3: Algunos Tipos de Juntas Transversales**



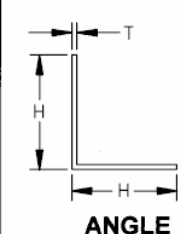
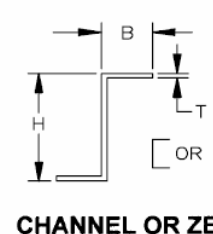
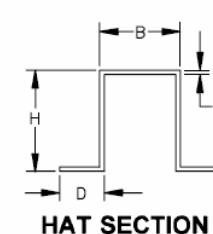
**Fuente:** HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN. Sheet Metal and Air Contractors National Association, Inc. "SMACNA".

- **Refuerzos Transversales**

Se usan para darle mayor rigidez a las caras, ya que éstas tienden a hundirse o abombarse causando que la sección empiece a perder su forma rectangular. Estos cambios causan esfuerzos en el ducto y vibraciones, ocasionando el deterioro del

mismo. No siempre se usan estos refuerzos, esto depende del lado mayor de la sección y del tipo de calibre empleado en el ducto. Los refuerzos pueden variar en forma (ver figura 4.4).

**Figura 4.4: Algunos Refuerzos Transversales**

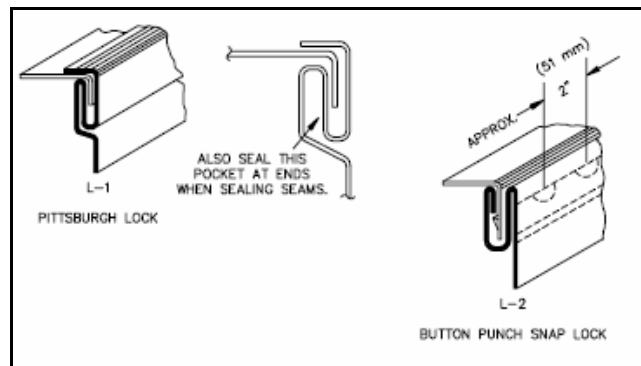
TABLE 1-10 INTERMEDIATE REINFORCEMENT			
<b>REINF. CLASS</b>		 OR	
	<b>ANGLE</b>	<b>CHANNEL OR ZEE</b>	<b>HAT SECTION</b>

**Fuente:** HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN. Sheet Metal and Air Contractors National Association, Inc. "SMACNA".

- **Junta Longitudinal**

Para poder cerrar el ducto se necesitan unir las caras de manera que quede una sección rectangular en el tramo. Esta junta va a lo largo del ducto de manera de sellarlo en toda su longitud. Estas uniones pueden hacerse de varias formas, pero la más conocida es la junta tipo Pittsburg, algunos tipos de juntas longitudinales se pueden ver en la figura 4.5.

**Figura 4.5: Algunas Juntas Longitudinales**



### 4.1.3 Uniones de Ductos

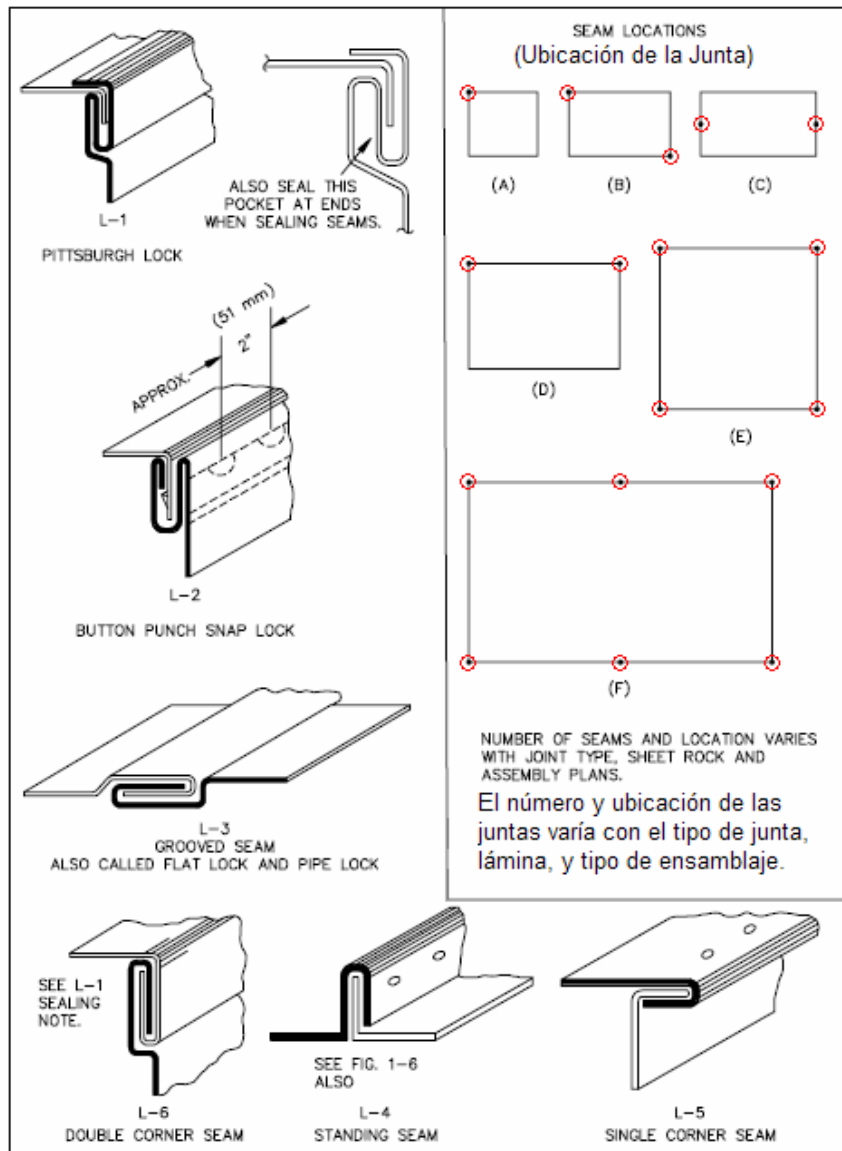
El proceso de fabricación de ductos es un proceso de transformación, en el cual se toma la lámina de acero (materia prima) se modifica hasta que toma la forma del ducto. Primero se realizan los cortes respectivos para las pestañas, luego se hacen los dobleces y por último se hace el cierre con algún tipo de **Unión o Junta**. Las uniones son longitudinales y transversales.

#### a) Uniones Longitudinales

- Pittsburg (SMACNA L-1): consta de una pestaña y un bolsillo envolvente, la pestaña entra en el bolsillo y este la envuelve de manera que queda atrapada, este tipo de junta es la más usada, la profundidad del bolsillo y la pestaña varían dependiendo del calibre del ducto.
- Button-Punch Snap-Lock (SMACNA L-2): consta de una pestaña y un bolsillo, la pestaña se introduce en el bolsillo, ésta posee un juego de cuñas que se traban con la hendidura del bolsillo, de esta manera aseguran el conjunto.
- Grooved Seam (SMACNA L-3): éste tipo de unión es muy sencilla, consta de un bolsillo dentro de otro.
- Standing Seam “Junta alzada” (SMACNA L-4): la unión consta de un bolsillo y una pestaña en las caras, se usan tornillos o algún elemento que sujete los componentes, de lo contrario la pestaña se sale de su lugar.

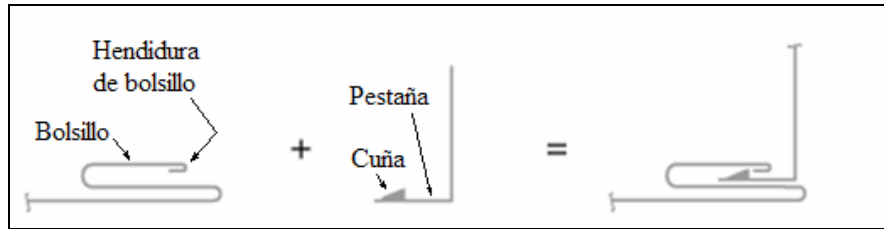
- Single Corner Seam “Junta de esquina sencilla” (SMACNA L-5): consiste en una pestaña y un bolsillo envolvente, la unión se lleva a cabo en una esquina.
- Double Corner Seam “Junta de esquina doble” (SMACNA L-6): consta de dos bolsillos, uno dentro de otro, la unión se lleva a cabo en una esquina.

**Figura 4.6: Juntas Longitudinales**



**Fuente:** HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN. Sheet Metal and Air Contractors National Association, Inc. “SMACNA”.

**Figura 4.7: Esquema de Unión *Button-Punch Snap-Lock***

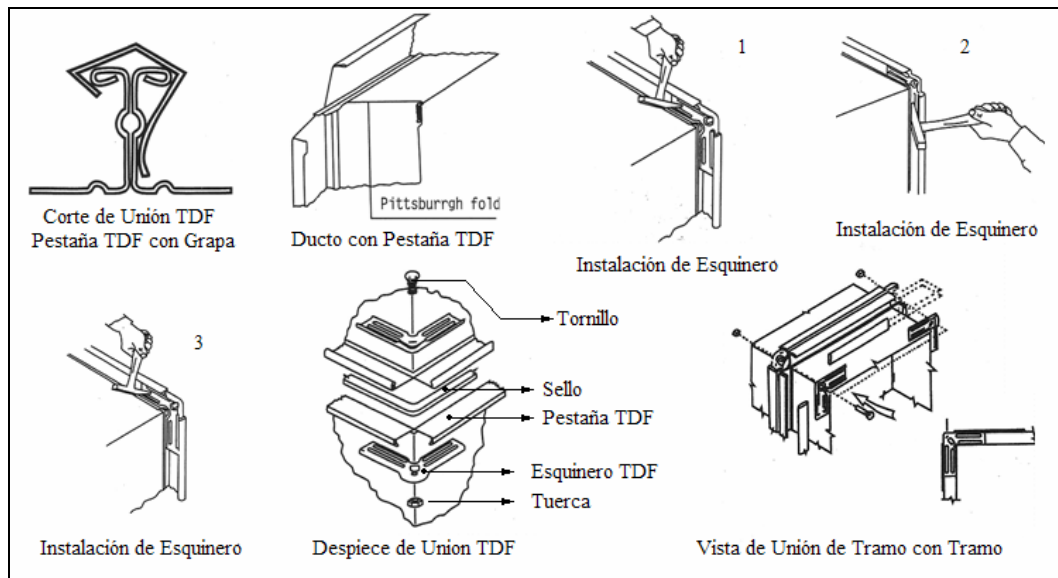


### b) Uniones Transversales

Son aquellas las que permiten unir un ducto con otro, o con algún tipo de accesorio o pieza. Existen varios tipos de uniones, dentro los cuales están:

- **TDF:** Son uniones transversales que se hacen tipo pestaña pero tienen un perfil que fue patentado bajo el nombre de “*Transverse Duct Flange*”. El sistema de unión consta de la pestaña, una empackadura o sello para minimizar las fugas, esquineros y un elemento sujetor denominado grapa.

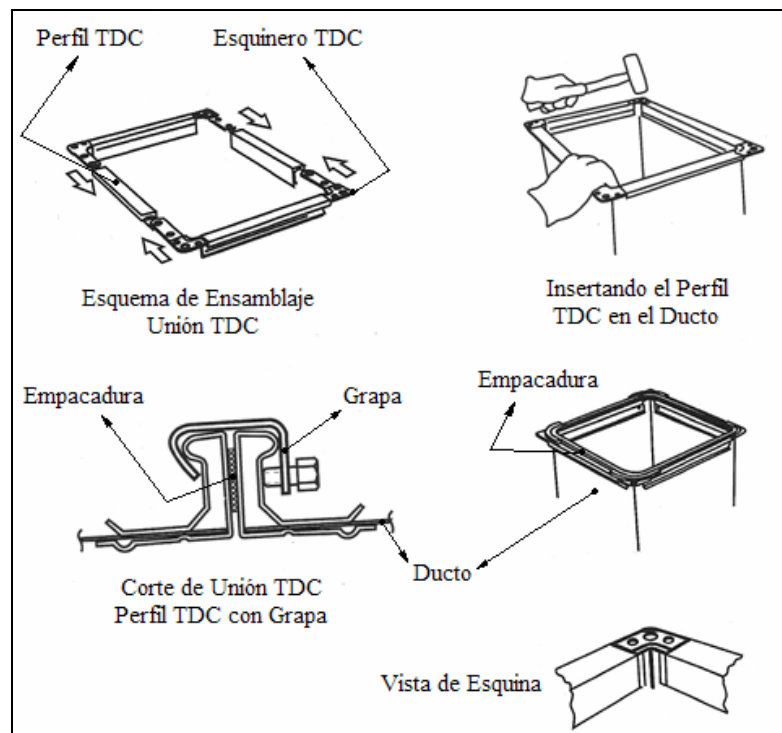
**Figura 4.8: Junta Transversal TDF**



Fuente: ACL LIFENG GROUP Product Brochure 2007.

- TDC: Son perfiles parecidos a los que se usan con el TDF pero estos se insertan directamente en el ducto ya doblado, sin necesidad de haber hecho los cortes triangulares ni un dobles de pestaña en el ducto.

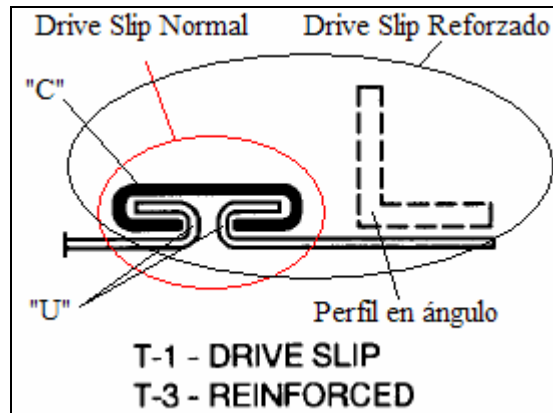
**Figura 4.9: Junta Transversal TDC**



**Fuente:** ACL LIFENG GROUP Product Brochure 2007.

- Drive Slip Normal (SMACNA T-1): Es un tipo de unión que consta de dos dobleces en forma de “U” los cuales se le hacen directamente a cada tramo de ducto y se usa un perfil adicional en forma de “C” que entra en cada parte interna de cada “U” (ver figura 4.10).
- Drive Slip Reforzado (SMACNA T-3): Se basa en la unión “T-1” pero tiene un refuerzo que generalmente es un perfil en ángulo (ver figura 4.10).

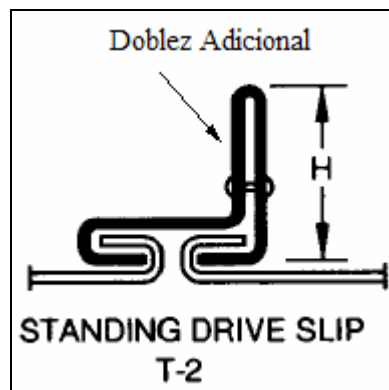
**Figura 4.10: Juntas Transversales SMACNA T-1 y T-3**



**Fuente:** HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN. Sheet Metal and Air Contractors National Association, Inc. "SMACNA".

- Standing Drive Slip (SMACNA T-2): Se basa en la unión "T-3" usando un doblez adicional en la "C" que atrapa las "U" de cada ducto.

**Figura 4.11: Junta Transversal SMACNA T-2**



**Fuente:** HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN. Sheet Metal and Air Contractors National Association, Inc. "SMACNA".

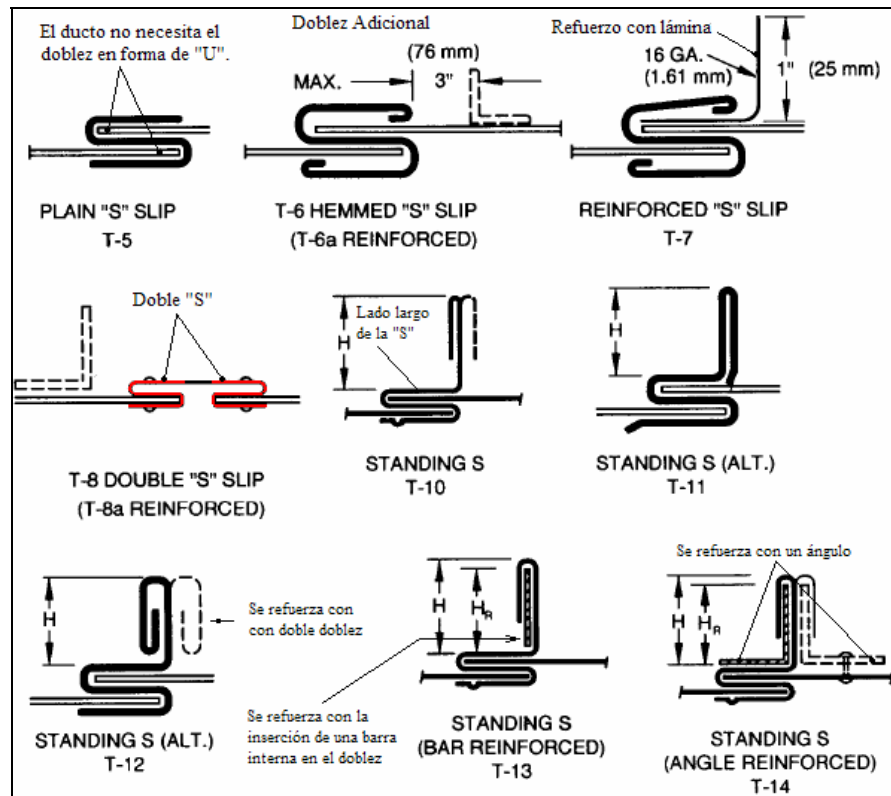
- Plain "S" Slip (SMACNA T-5): A diferencia de la unión anterior se usa una lámina en forma de "S" para llevar a cabo la unión. Además no es necesario hacer los dobleces en forma de "U" en los ductos.



- Hemmed “S” Slip (SMACNA T-6): Se basan en la unión “T-5” y se les agrega un dobléz en “U” en los extremos de la “S” hacia el interior de la misma.
- Hemmed “S” Slip Reforzado (SMACNA T-6a): Se basan en la unión “T-6” y se agrega un refuerzo con perfil en ángulo adicional.
- “S” Slip Reforzado (SMACNA T-7): Se basan en la unión “T-6”, se agrega un perfil de lámina en ángulo delgado.
- Double “S” Slip (SMACNA T-8): Consta de un perfil de unión de doble “S” el cual va atado al ducto.
- Double “S” Slip Reforzado (SMACNA T-8a): Se basa en la unión “T-8” y se agrega un refuerzo con perfil en ángulo adicional.
- Standing “S” (SMACNA T-10): Se trata de un perfil en “S” con el extremo que queda en la parte externa del ducto más, luego éste se levanta de forma perpendicular y se le hace un dobléz el cual puede ser doblado a un lado o hacia el otro. Se debe sujetar esta unión al ducto.
- Standing “S” Alto (SMACNA T-12): Se trata de un perfil en “S” con el extremo que queda en la parte externa del ducto más largo, luego éste se levanta de forma perpendicular y se le hace doble dobléz.
- Standing “S” reforzado por barra (SMACNA T-13): Se basa en la unión “T-10” y se agrega un perfil de pletina por dentro de la “S” doblada para darle refuerzo al ducto.

- Standing “S” reforzado por ángulo (SMACNA T-14): Se basa en la unión “T-10” y se agrega un perfil de ángulo por dentro de la “S” doblada para darle refuerzo al ducto.

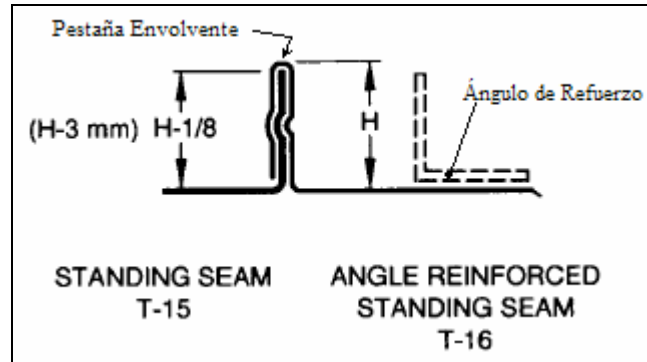
**Figura 4.12: Juntas Transversales SMACNA T-5 hasta T-14**



**Fuente:** HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN. Sheet Metal and Air Contractors National Association, Inc. "SMACNA".

- Standing Seam (SMACNA T-15): Se trata de la unión transversal usando una pestaña envuelta y una pestaña envolvente.
- Standing Seam Reforzado (SMACNA T-16): Se basa en la unión “T-15” y se agrega un perfil de refuerzo en forma de ángulo.

**Figura 4.13: Juntas Transversales SMACNA T-15 y T-16**



**Fuente:** HVAC SYSTEMS DUCT DESIGN. Sheet Metal and Air Contractors National Association, Inc. "SMACNA".

- Ángulo con ángulo (SMACNA T-22): Se trata de la unión usando dos perfiles en forma de ángulos. Al extremo de cada ducto a unir se sujetan los ángulos con puntos de soldadura o con remaches y con una empacadura entre ellos se lleva a cabo la unión con tornillo.
- Formed Flange (SMACNA T-24): Se trata de una unión en la cual las pestañas del ducto son dobladas para darles una forma especial de "T", estas requieren de "grapas" las cuales evitarán la separación de la unión a lo largo de la pestaña.
- Flange (SMACNA T-25a y T-25b): Se trata de los perfiles de unión TDC y TDF, consisten en una unión en la cual las pestañas del ducto son dobladas para darles una forma especial de "T", estas requieren de "grapas" las cuales evitarán la separación de la unión a lo largo de la pestaña.

## 4.2 ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES PROCESOS DE FABRICACIÓN

Si bien es cierto que los planos llegan al taller y allí se convierten en ductos, hay que tomar en cuenta que dentro del taller existen varias metodologías para llevar a cabo el proceso de transformación. Según como sean llevados a cabo estos procesos los talleres de ductos pueden ser artesanales o automatizados. Para llevar a cabo la formación de un ducto rectangular se tienen que cumplir los siguientes pasos: despiece, trazado, corte, doblado y unión.

### 4.2.1 Taller Artesanal

Se usan máquinas manuales que hacen posible la transformación de la materia prima hasta formar el ducto terminado. Para empezar a producir ductos se recibe el proyecto en plano, en éste generalmente se encuentra el sistema de ductos dibujado sin tomar en cuenta los tramos, por esta razón el ductero debe despiezar.

- Despiece: El procedimiento de despiece consiste en tomar el plano de ductos con un escalímetro y separar por tramos las líneas de ductos en medidas estándares, 1,2 m o 2,4 m de largo. Y separar los tramos rectos de las piezas.
- Trazado: Consiste en dibujar sobre la lámina de acero galvanizado las líneas que se usarán como guías para cortar cada una de las caras del ducto, tomando en cuenta los tipos de uniones transversales y longitudinales previstos. La etapa de trazado es una de las más críticas, ya que, si el ducto no es bien trazado no cumplirá

con las medidas establecidas en el plano. Por otra parte, el “trazador” (ductero que se encarga del trazado) debe ser consciente y tratar de ahorrar la mayor cantidad de lámina para reducir el desperdicio y así aumentar el rendimiento de la misma.

- Corte: La lámina se corta con tijeras especiales para acero siguiendo el trazado hecho previamente.

- Doblado: aquí se realizan los dobleces necesarios para formar el ducto, estos son: los refuerzos, las pestañas para uniones transversales, las caras y los dobleces para uniones longitudinales. Es importante señalar que dependiendo del tipo de unión que se vaya a implementar puede variar el orden de doblado y los pasos a seguir.

- Unión: en esta etapa se unen las caras del ducto anteriormente dobladas, según el tipo de unión longitudinal se lleva a cabo el procedimiento correspondiente. De esta forma el ducto queda totalmente conformado.

#### **4.2.2 Taller Automatizado**

El proceso de transformación de la lámina de acero galvanizado al igual que en el taller artesanal pasa por las mismas etapas pero diferenciando los tiempos y los esfuerzos de mano de obra. Se usa tecnología para llevar a cabo los procesos, empezando por:

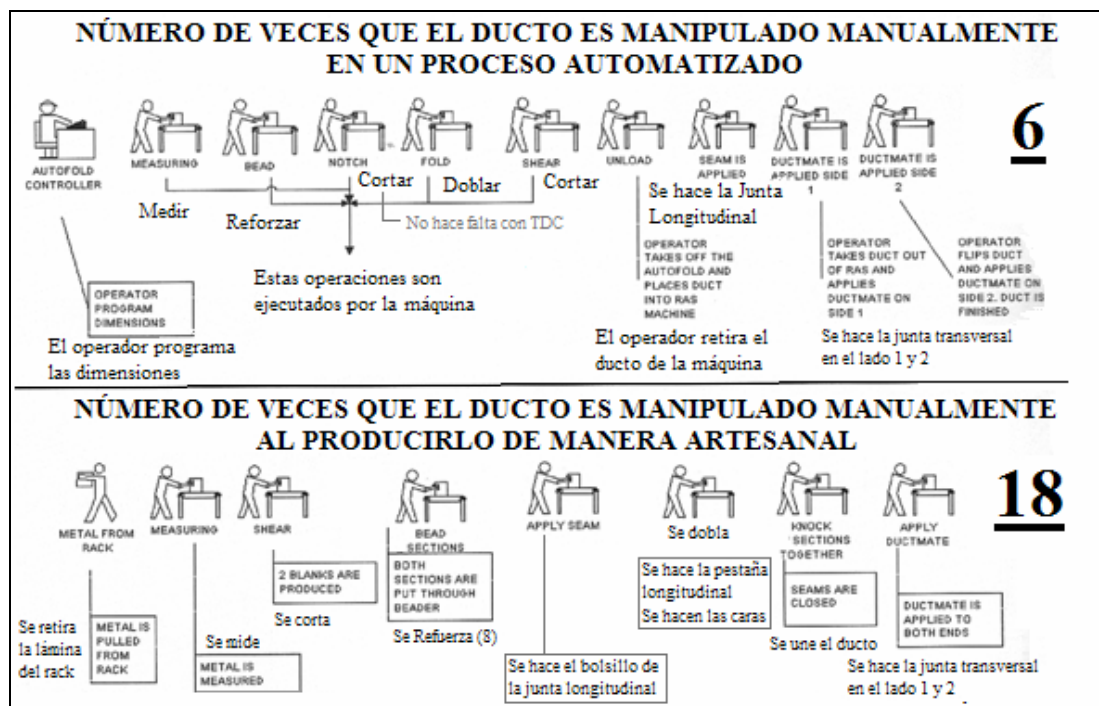
- Despiece: Pueden suceder una de las siguientes opciones:

1. Se recibe un plano digital en Autocad, que se puede despiezar de manera manual directamente en la PC o con un escalímetro después de imprimir el plano por un plotter.
2. Se recibe un plano digital que trae los ductos dibujados en un programa compatible con el software de los equipos automatizados. Este programa despieza los tramos de ductos automáticamente al dibujarlos acotando las alturas, las dimensiones y su identificación, además almacena y organiza esta información para poder visualizar en un reporte la cantidad de piezas en el proyecto lo cual es útil para generar las ordenes de fabricación y hacer el cálculo de los cómputos métricos.
  - Corte: Este depende de la naturaleza de la pieza, si es un accesorio se cortará en un equipo automatizado, generalmente uno que funcione a base de corte con plasma, si es un tramo recto se envían las dimensiones características a la máquina automatizada de fabricación de tramos rectos y esta se encarga de su proceso de corte y doblado.
  - Doblado: Cuando se trata de los tramos rectos el proceso es automatizado, la máquina de fabricación de tramos rectos se encarga de hacer los dobleces para formar las caras del ducto, una vez que se han formado las caras éste pasa por otras máquinas semi-automáticas que hacen el doblado de junta longitudinal y de pestañas. Cuando se trata de las piezas como los codos, transformaciones y otros, el doblado se hace

pasando el ducto por máquinas que requieren de un operador a lo largo de todo el proceso.

- Unión: en esta etapa el ducto ya está casi formado, solo falta que se lleve a cabo la unión longitudinal la cual se hace según el tipo de junta que haya sido seleccionada.

**Figura 4.14: Esquema Comparativo de Línea de Producción de Tramos Rectos**

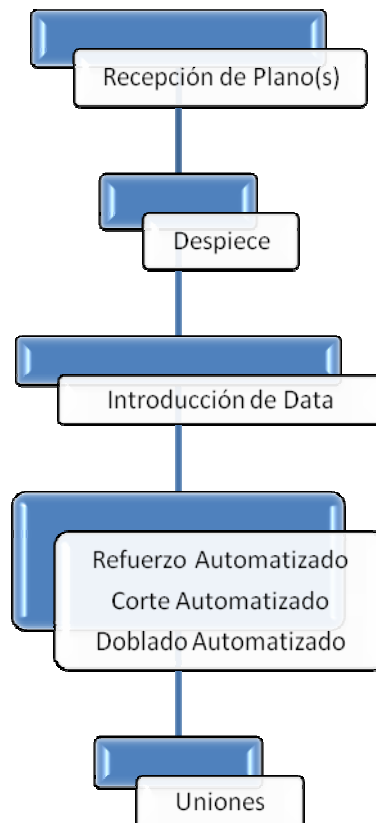


En la figura anterior se puede observar la cantidad de pasos manuales que debe llevar a cabo el ductero para generar un ducto artesanal o automatizado. El proceso es artesanal se lleva a cabo en 18 pasos, mientras que automatizado solo se realiza 6 pasos manuales. Los pasos manuales suelen generar retrasos, en cambio los procesos automatizados tienden a mantenerse sin demoras lo cual es una ventaja.

### 4.3 PROCESOS DE PRODUCCIÓN

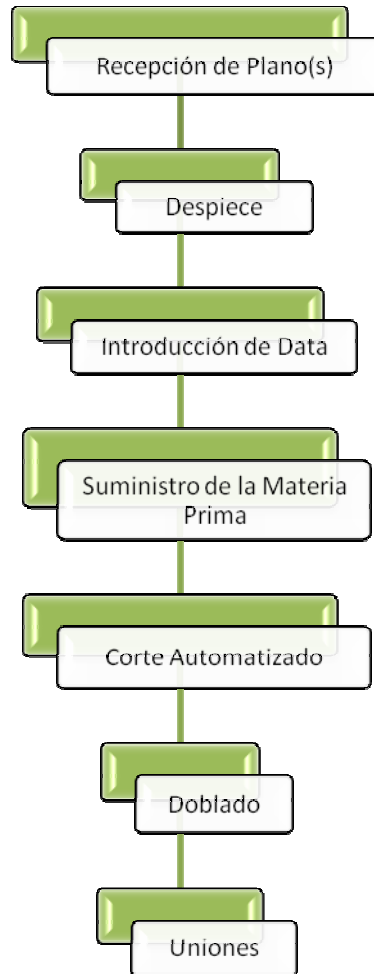
La fabricación de piezas de ductería estará dividida en tres líneas de producción, una línea destinada a la fabricación de tramos rectos utilizando como equipo principal la Auto-line III, la segunda línea se encargará de la producción de las piezas mediante la mesa CNC cortadora de plasma y una tercera línea de producción fabricará los perfiles necesarios para llevar a cabo la unión transversal de los tramos rectos y piezas.

**Figura 4.15: Diagrama del Proceso de Producción de Tramos Rectos**

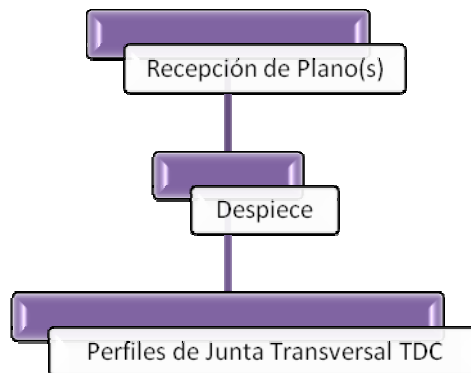




**Figura 4.16: Diagrama del Proceso de Producción de Piezas**

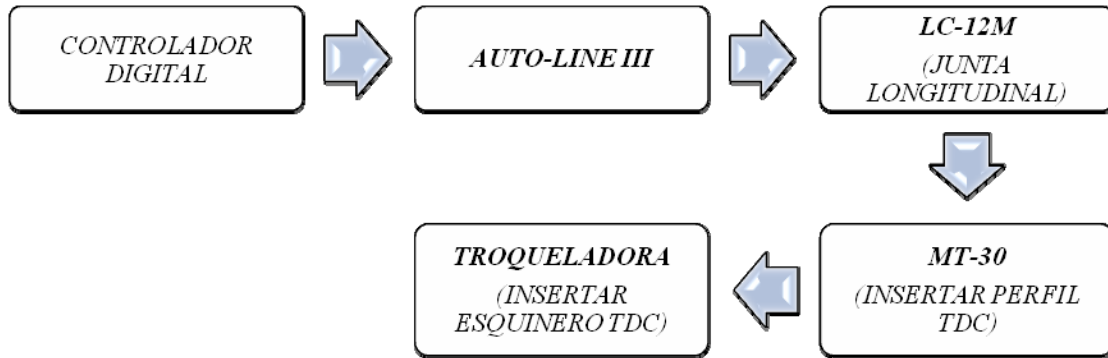


**Figura 4.17: Diagrama del Proceso de Producción de Perfiles**

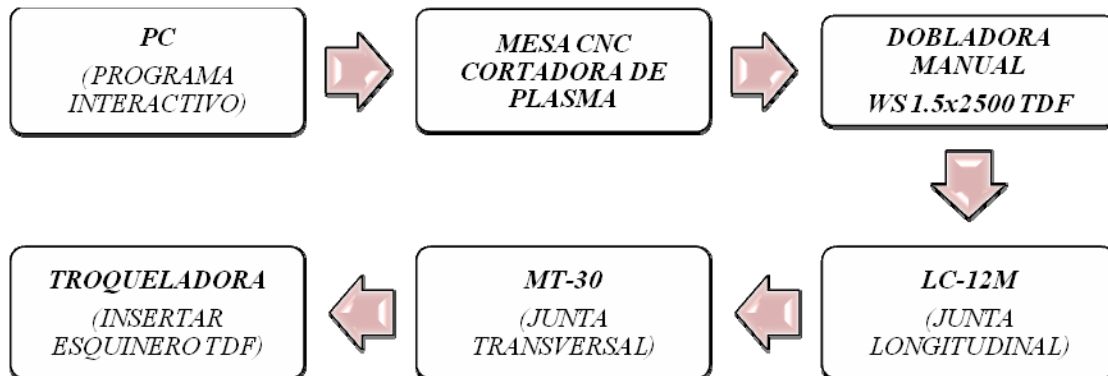


Los siguientes esquemas representan los equipos utilizados para obtener un ducto terminado.

**Figura 4.18: Equipos para la Producción de Tramos Rectos**



**Figura 4.19: Equipos para la Producción de Piezas**



A continuación se presentará cada una de las actividades a realizar desde que llega el proyecto hasta que se crean los ductos.

#### **4.3.1 Recepción de Planos**

En esta primera etapa del proceso se recibe un plano con el proyecto de ductería. Los planos pueden venir de tres formas distintas:

- Plano en papel: el plano se recibe impreso, de manera que no hay forma de manipularlo digitalmente.
- Plano digital simple: el plano se recibe en formato de Autocad, de forma que se puede medir cada uno de los tramos en el programa.
- Plano digital avanzado: cuando se recibe el plano de esta forma los ductos están dibujados en tres dimensiones y en un lenguaje especializado que facilita los procedimientos de elaboración de reportes y descarga a las líneas de fabricación de los ductos.

#### **4.3.2 Despiece**

En esta etapa del proceso se tomará el plano del proyecto y se procederá a dividir el dibujo en tramos rectos y piezas basándose en las limitaciones de la materia prima y las capacidades de los equipos para que puedan ser fabricados. Las piezas se

identificarán con códigos y números para lograr una organización. Según como se reciba el plano se procederá de las siguientes maneras:

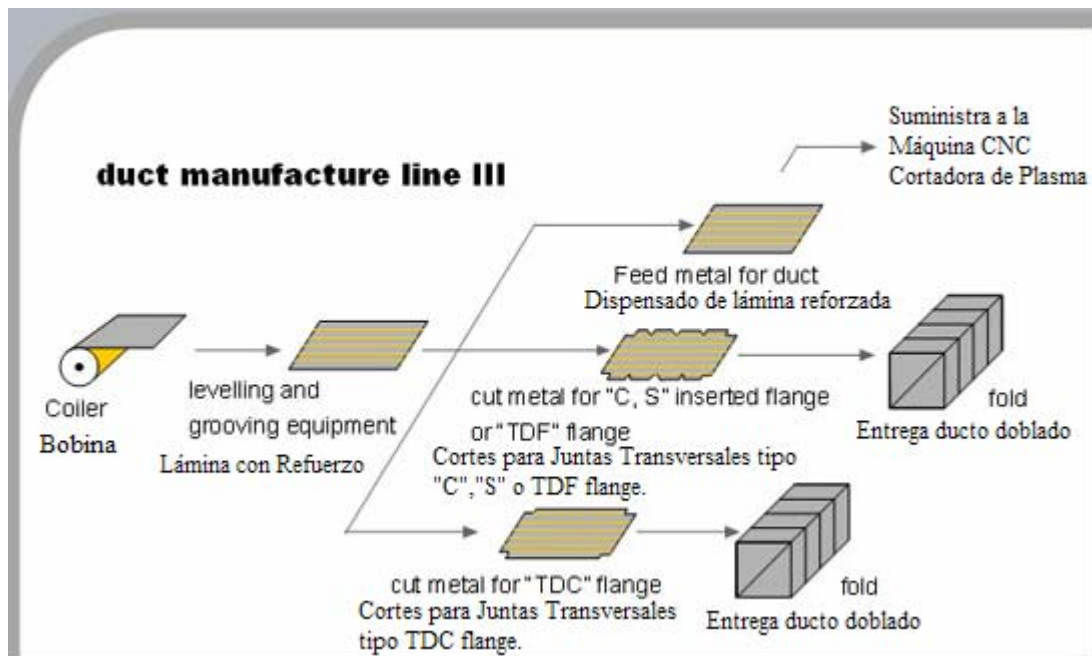
- Cuando el plano llega en papel el despiece es un procedimiento manual, primero se observará, analizará y estudiarán las mejores formas de dividir las líneas de ductos en piezas y tramos. Luego, con un escalímetro se irán tomando las medidas y se anotarán en un reporte aparte cada una de las piezas para enviarlo a las dos líneas de producción.

- Cuando el plano es digital simple el despiece puede ser manual o digital, pudiendo realizarse el despiece de forma electrónica midiendo cada tramo en el computador, o se puede imprimir y realizar el procedimiento anterior. Luego de obtener la cantidad de piezas y sus dimensiones estas se separarán en tramos rectos y piezas.

- Cuando el plano es digital avanzado el despiece es un procedimiento automatizado, ya que los **tramos rectos** y **piezas** que están dibujados en el plano poseen una codificación asignada por el programa que los dibujó. Este programa se comunica con la línea de producción de piezas y descarga la información en la mesa CNC cortadora de plasma. Aunque la máquina de plasma pudiera cortar todas las piezas se dividirá el trabajo enviándole sólo las piezas del proyecto, los **tramos rectos** serán asignados a la Auto-line III para su fabricación.

### 4.3.3 Fabricación de Tramos Rectos (Auto-line III)

Figura 4.20: Esquema General de la Auto-line III



- **Introducción de Data de Tramos Rectos**

Una vez obtenida la cantidad de tramos rectos a fabricar deberá suministrarse la información mediante un operador en un controlador digital de la Auto-line III, introduciendo las dimensiones, seleccionando el tipo de unión a utilizar y el número de partes en la que cada tramo recto puede ser fabricado.

- **Refuerzo, Corte y Doblado Automatizado.**

Teniendo la data cargada en el controlador de la Auto-line III se procede a ejecutar la orden de fabricación; el dispensador de lámina galvanizada hace girar la

bobina desenvolviéndola, ésta pasa por el tren de rodillos de la máquina el cual se encarga de crear unas venas de refuerzo, una vez terminado este proceso la lámina pasa al módulo de Corte Automatizado.

En el módulo de corte automatizado la lámina permanece estática mientras los punzones, previamente adaptados, proceden a cortar la lámina. Estos cortes dependen de los datos suministrados por el operador y del tipo de juntas que se desee utilizar, ya que, si se desea un ducto que utilice la junta transversal TDC no es necesario el corte automatizado.

Una vez realizados los cortes en la lámina ésta pasa a la etapa de doblado automatizado. Los dobleces son realizados por la máquina según las medidas establecidas por el operador con un gran dispositivo metálico móvil de la siguiente forma: el ducto rebaza la mesa y el dispositivo móvil sube y obliga al ducto a plegarse formando una cara, luego se hace desplazar más la lámina y se repite el proceso sucesivamente hasta que queden conformadas todas las caras y las pestañas longitudinales si las hubiere.

A la final se obtiene un ducto con cuatro caras, pestañas longitudinales, sin pestañas transversales, reforzado, con un exceso de lámina en sus lados abiertos para poder formar los bolsillos de las juntas longitudinales.

- **Uniones Longitudinales**

Una vez que el ducto sale de la máquina Auto-line III es dirigido al equipo de realizar juntas longitudinales (LC-12M), en donde se hace pasar el ducto por los rodillos que forman el perfil de unión; luego se procede a juntar los lados abiertos introduciendo la pestaña longitudinal en el bolsillo.

- **Uniones Transversales**

Las uniones transversales que se utilizarán en los **tramos rectos** será la TDC flange que consta de un perfil insertado en cada uno de los extremos del ducto y sus caras.

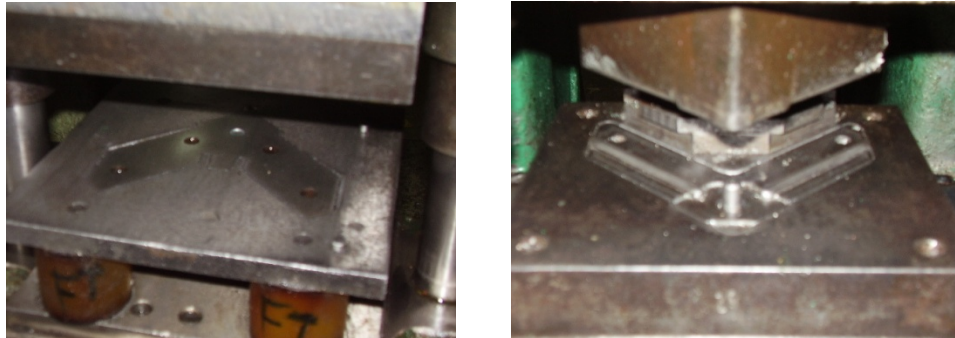
- **Perfiladora TDC-TDF MT30**

Este equipo toma la materia prima de una bobina angosta de acero galvanizado y la transforma en un perfil de unión TDC o TDF. Se utilizará esta máquina para elaborar perfiles TDC y TDF, los perfiles TDC se usarán para los tramos rectos dispensados por la Auto-line III. Entonces se tomará el tramo recto y se procederá a introducir el perfil en sus extremos colocando las empacaduras correspondientes y martillando para que éste entre completamente en cada una de sus caras (ver figura 4.9).

- **Troqueladora**

La troqueladora se encargará de elaborar los **esquineros TDC** para poder completar las uniones transversales.

**Figura 4.21: Dados de Troquel para Esquineros**



#### **4.3.4 Fabricación de Piezas (Mesa CNC Cortadora de Plasma)**

- **Introducción de Data de Piezas**

Una vez obtenida la cantidad de piezas a fabricar y sus dimensiones, bien sea del **plano digital simple o impreso**, el trazador procederá a suministrar la información a la PC destinada a la máquina cortadora de plasma, la cual tendrá un programa especializado e interactivo en el cual cada uno de estas piezas será creado seleccionando su tipo y unión a utilizar. Una vez registrada la data en este programa la información es enviada al controlador de la máquina.

Cuando el plano del proyecto es **plano digital avanzado** la información de las piezas será transmitida directamente a la PC, sin necesidad de que el trazador cree cada una de las piezas en el programa interactivo.



- **Suministro de la Materia Prima**

Se colocará encima de la **mesa CNC** la lámina de acero galvanizado reforzada necesaria para el corte, estas láminas provienen de la Auto-line III como una producción aparte de esa línea.

- **Corte Automatizado MESA CNC CORTADORA DE PLASMA**

La máquina es dirigida desde el controlador para iniciar el proceso de corte. Un arco eléctrico intenso se genera entre la antorcha mecánica y la lámina de acero galvanizado de manera que atraviesa la misma produciendo un corte fino y preciso por el recorrido que sigue la misma. Al finalizar el corte la lámina queda encima de la mesa junto con el sobrante de la operación.

- **Doblado**

Luego de retirar la lámina de la cortadora de plasma se pueden hacer las pestañas tipo “TDF” flange. Para formar las caras de las piezas se utilizará la Dobladora Manual WS-1.5x2500 TDF.

Los sellos entre las caras se harán con juntas longitudinales, éstos se harán pasando el ducto por la LC-12M y la R-10.

#### **4.3.5 Fabricación de Perfiles TDC-TDF (MT30)**

Para poder llevar a cabo las uniones transversales es necesario fabricar el perfil insertado TDC o hacer en el ducto los perfiles TDF. Para realizar los perfiles TDC se utiliza el equipo MT30.

Los perfiles TDC se le insertan a los ductos una vez que han tomado la forma rectangular en su sección tanto para los **tramos rectos** como para las **piezas**.

Los perfiles TDF son muy parecidos a los TDC, sin embargo para poder utilizar este tipo de perfil es necesario reordenar el proceso de producción para los tramos rectos, este cambio no implica la movilización de los equipos ni la adquisición de maquinarias adicionales.

## 4.4 MATERIA PRIMA E INSUMOS

### 4.4.1 Materia Prima

La planta automatizada de fabricación de ductos para aire acondicionado y ventilación contempla las siguientes materias primas para su fabricación:

#### a) Bobinas o Láminas de Acero Galvanizado

**Tabla 4.2: Especificaciones Acero Galvanizado**

Características	Condición Normal	Condición Especial
Tipo de acero base	SAE 1006	Previa Consulta
Normas de calidad	A-924/A-653 Calidad Comercial JIS-G3302 COVENIN 941-76	A-653 Calidad Lock Forming Embutición y estructural Previa consulta
Dureza	55 Rockwell B, a 65 Rockwell B	Desde 55 Rockwell B (recocido) hasta 90 Rockwell B
Peso del galvanizado	183 gr/m <sup>2</sup> 0.60 onzas/pie <sup>2</sup> Capa G-60	152.50 gr/m <sup>2</sup> (G-50) 274.50 gr/m <sup>2</sup> (G-90) 381.25 gr/m <sup>2</sup> (G-125) 610.00 gr/m <sup>2</sup> (G-200)
Tipo de acabado	Grano regular (Regular Spangle)	Desde mini grano hasta grano grande
Condición superficial	Cromado	Sin cromar Aceitado Skin Pass Fondeado (láminas) Pintado (láminas)

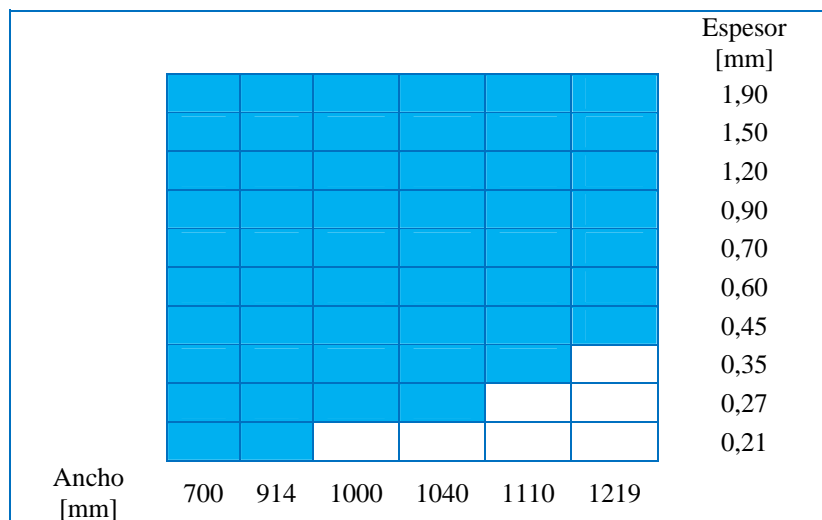
**Tabla 4.3: Especificaciones Bobinas**

Características	Condición Normal	Condición Especial
Peso de bobina	3 a 15 Tm	Según requerimientos
Ancho de Bobinas	700 a 1220 mm	Previa consulta desde 650 mm
Diámetro interno	508 mm	
Espesores	0,27 – 1,90 mm (Cal. 30 – Cal. 14)	

**Tabla 4.4: Especificaciones Láminas Lisas**

Calibre	Espesor mm	Ancho [m]	Largo [m]	Peso m (Kg)	Peso p/lam (Kg)	Cantidad p/bulto
14	1,88	1,00	2,00	15,29	29,20	85
		1,20	2,44		45,46	55
16	1,50	1,00	2,00	11,80	23,56	105
		2,00	2,44		34,55	75
18	1,20	1,00	2,00	9,49	19,14	130
		2,00	2,44		27,69	90
20	0,90	1,00	2,00	7,08	14,38	175
		2,00	2,44		20,63	120
22	0,70	1,00	2,00	5,67	11,36	210
		2,00	2,44		16,63	145
24	0,60	1,00	2,00	4,67	9,50	265
		2,00	2,44		13,60	185
26	0,45	1,00	2,00	3,65	7,30	345
		2,00	2,44		10,10	235
28	0,37	1,00	2,00	2,96	5,92	425
30	0,27	1,00	2,00	2,20	4,40	535

**Figura 4.22 Rango de Dimensiones de Bobinas**



### **b) Electrodo o Consumibles de Plasma**

Los electrodos de plasma están destinados exclusivamente para la máquina cortadora de plasma, y son los responsables de producir el corte en las láminas de acero galvanizado. El equipo trabaja con electrodos de antorcha mecánica T80M para equipos Powermax 1250 marca Hypertherm.

**Tabla 4.5: Especificaciones Técnicas de los Electrodo de Plasma**

Arco Eléctrico (Amp)	Voltaje (Volt)	Espesor Material		Velocidad Máxima de Corte (mm/min)	Velocidad Óptima de Corte (mm/min)
		Calibre	mm		
25	125	26	0,5	13.970	8.966
	128	22	0,8	12.294	8.001
	130	18	1,3	6.045	3.937
	131	16	1,5	4.242	2.769
40	129	14	1,9	8.280	5.385

**Tabla 4.6: Especificaciones Generales Electrodo T80M**

Tipo	Especificaciones
Capacidad de Corte Recomendada	Hasta 10 mm
Capacidad Máxima de Corte	Hasta 16 mm
Capacidad de Ranurado	5,5 Kg horas
Peso	2,0 Kg con una manguera de 4,5 m
	3,8 Kg con una manguera de 7,5 m
	4,5 Kg con una manguera de 10,7 m
	6,8 Kg con una manguera de 15 m
	9,9 Kg con una manguera de 22,5 m

#### 4.4.2 Otros Insumos

A continuación se describen otros insumos necesarios para el funcionamiento de diferentes equipos utilizados en la planta:

##### a) Aire Comprimido

El aire comprimido es necesario para el equipo de corte con plasma (electrodos o consumibles).

**Tabla 4.7: Especificaciones del Aire Comprimido**

Aire Comprimido	Características
Caudal	189 litros/min
Presión	90 - 120 PSI (620.5 - 827.4 KPa)
Filtros	Filtros de Agua, aceite y partículas

##### b) Extracción Forzada de Aire

La extracción forzada es necesaria para evitar la acumulación de gases tóxicos producidos por la máquina cortadora de plasma, así como la generación de calor que la misma produce (ver tabla 4.8).

**Tabla 4.8: Especificaciones de la Extracción Forzada**

Tipo	Especificaciones
Caudal de Aire	1500 CFM
Caída de Presión	1,5 in H <sub>2</sub> O
Acople del Motor	Con correas
Potencia del Motor	3 Hp

### c) Electricidad

La electricidad es utilizada por todos los equipos, los cuales requieren de diferentes condiciones para su funcionamiento.

**Tabla 4.9: Especificaciones de la Electricidad**

Electricidad	Requerimiento
Voltaje	110 – 220 Voltios
Amperaje	400 Amp
Frecuencia	60 Hz
Aplicación	Maquinarias y Equipos
Fases	3

### d) Sellador Acrílico Emulsionado

Es un sellador de consistencia pesada con un ligero olor característico durante su aplicación elaborado a base de aceites polimerizados. Este tipo de sellador presenta una alta adhesividad y es resistente a la intemperie.

**Tabla 4.10: Especificaciones Sellador Acrílico Emulsionado**

Propiedades Físicas	Especificaciones
Color	Gris o Blanco
Penetración 1/10 mm (Cono)	290-335
% de Sólidos	91% mínimo
Densidad gr/ml	1100 mínimo
Tiempo de Secado:	
Secado al tacto	8 horas
Secado total	7 a 14 días
Temperatura de Servicio	-73°C a 149°C
Transmisión de Vapor de Agua	0,08 permisible en 2,54 cm de espesor de película seca
Flamabilidad en Húmedo	149°C
Presentación	Tambores de 200 litros Cubetas con 19 litros
Rendimiento	1,6 a 3,4 l/m <sup>2</sup>

## 4.5 MÁQUINAS Y EQUIPOS

Para la automatización del proceso de fabricación de ductos se requieren de las siguientes máquinas y equipos que se listan a continuación:

**Tabla 4.11: Máquinas y Equipos de la Planta**

MAQUINA O EQUIPO	CANT.	DIMENSIONES (m)
Mesa Cortadora CNC de Plasma MultiCam 1000	1	3,9x1,7x1,9
Cortadora-Dobladora Mecánica Automatizada Auto-Line III	1	Dispensador Lámina: 3,2x1,8x1,5 Máquina principal: 3,25x1,9x1,2 Alimentador: 1,8x1,43x0,28
Perfiladora TDC-TDF MT30	1	3,2x0,9x1,0
Dobladora Manual WS-1.5x2500 TDF	1	3,15x0,82x1,53
Formadora de Uniones (Tramos rectos) LC-12M	1	1,41x0,66x0,91
Formadora de Uniones (Tramos curvos) R-10	1	0,61x0,62x0,85
Troqueladora PE20	1	0,45x0,31x0,78
Montacarga C30L	1	2,67x1,24x1,47
Compresor de aire QT-5HD	1	1,0x0,61x1,82
Ventilador BSQ-140-10	2	0,56x0,58x0,81
Dados de Troquel	2	0,2x0,2x0,1

### a) Mesa Cortadora CNC de Plasma

La cortadora CNC (*Computer Numerical Control*) de plasma marca MultiCam serie 1000, está constituida fundamentalmente de tres partes: la mesa de corte, el software y el sistema de corte por plasma.

- La mesa de corte está diseñada en una base rígida de acero, con una serie de aletas dispuesta en la superficie de la misma, separadas a una distancia de 10



cm entre sí, posee un sistema de rieles movidos por correas (tipo oruga) que desplazan el cabezal del sistema de corte por plasma. Tiene un sistema de extracción para no acumular gases tóxicos producidos por el corte.

- El software en un lenguaje muy sencillo con una serie de galerías de diferentes piezas, permite con solo introducir las dimensiones de los ductos crear automáticamente las piezas, traduciéndola en un lenguaje de máquina para que la cortadora con plasma pueda fabricarla. Este sistema está conectado a un computador remoto que permite la conexión con otros programas mucho más sencillos con más aplicaciones mediante Ethernet RS232.
- El sistema de corte por plasma está conformado por un equipo de la casa Hypertherm marca powermax1250. Tiene una capacidad de corte recomendada hasta 10 mm y una capacidad máxima hasta 16 mm (cortes más gruesos requieren de un inicio de filo). Las características de energía son de 25 a 80 Amp de salida nominal de corriente a una tasa de voltaje estándar de 150 VCD, circuito detector de voltaje automático, interface CNC estándar y controlador de arco piloto con interruptor de desactivación *Dual-threshold pilot arc circuit*. Posee un sistema de antorcha consumible T80M. Este equipo trabaja a una temperatura entre -10° a 40°C, a una frecuencia de 50-60 Hz. El gas que utiliza puede ser aire o nitrógeno limpio, seco y sin aceites. Pesa 41 Kg.

**Figura 4.23: Mesa CNC Cortadora de Plasma Multicam 1000**



#### **b) Cortadora-Dobladora Mecánica Automatizada**

La Auto-line III de la casa ACL en China, consta de un sistema de rodillos dispensadores de láminas en forma de bobinas, un rodillo nivelador ranurado, alimentación y corte del metal mediante un sistema hidráulico, sistema de plegado hidráulico y equipo controlador.

El sistema de control eléctrico utiliza un computador con un circuito cerrado servo-sistema para aumentar la precisión y la fiabilidad de la línea. La máxima velocidad de trabajo es de 10 m/min. La longitud de la tolerancia es de  $\pm 0.5$  mm y una tolerancia de línea diagonal de  $\pm 0.8$  mm. Produciendo 1000 m<sup>2</sup> de ductos cuadrados.

**Figura 4.24: Cortadora-Dobladora Mecánica Automatizada Auto-line III**



**c) Perfiladora TDC-TDF MT30**

La perfiladora TDC-TDF MT30 de la casa ACL, es una máquina compuesta por una serie de rodillos que deforman el material para obtener los perfiles de unión de ductos TDC y TDF aprobados por los estándares internacionales. Es un equipo versátil capaz de fabricar juntas tipo TDC de hasta 6 m de largo, juntas TDF en ductos dimensionados y la grapa de sujeción de ambos sistemas (TDC y TDF). Posee un peso de 3000 Kg, trabaja a 220 V y su velocidad de trabajo máxima es de 6 m/min.

**Figura 4.25: Perfiladora TDC-TDF MT30**



**d) Dobladora Manual WS-1.5x2500 TDF**

La dobladora manual WS-1.5x2500 TDF de la casa ACL, posee un largo de 2.5 m para tramos de ductos de hasta 2.4 m, se utiliza para los ductos con sistema de unión TDF ya que posee un conjunto de ranuras dispuestas a lo largo de la línea de doblado que permite la inserción del perfil en las ranuras sin que se corra riesgo de aplastarlo al doblarlo. Este equipo no necesita corriente eléctrica para su funcionamiento, dobla hasta unos 60° y pesa 1100 Kg.

**Figura 4.26: Dobladora Manual WS-1.5x2500 TDF**



**e) Formadora de Uniones (Tramos Rectos) LC-12M**

La formadora de uniones tipo pittsburgh LC-12M de ACL, posee la facilidad de crear 4 diferentes tipos de uniones para espesores entre 0.5 y 1.2 mm. Para obtener el mejor rendimiento y resistencia, utilizan ejes y engranajes endurecidos, de acero al carbono y de alta calidad con rodamientos de agujas. Satisface diferentes demandas, además de su fácil transporte mediante ruedas y su peso de 280 Kg. Trabaja a una corriente de 220 V.

**Figura 4.27: Formadora de Uniones Rectos LC-12M**



**f) Formadora de Uniones (Tramos Curvos) R-10**

La formadora de uniones tipo pittsburgh para tramos curvos R-10 de ACL, posee la facilidad de este tipo de unión en tramos curvos, ideal para piezas como codos, transformaciones cuadrado-redondas, mariposas, entre otras. Tiene capacidad para espesores entre 0.4 y 1.0 mm. Fácil transporte mediante ruedas y su peso de 120 Kg. Trabaja a una corriente de 220 V.

**Figura 4.28: Formadora de Uniones Curvos R-10**



### g) Troqueladora

Esta troqueladora o prensa es marca VEDI modelo PE20, tiene una capacidad de golpe de 20 toneladas a 155 golpes por minuto, tiene un motor de 1,5 hp, un rango de ajuste de 5 cm y una altura de trabajo de 78 cm.

**Figura 4.29: Troqueladora VEDI PE20**



### h) Montacarga

El montacarga es marca CLARK modelo C30L, tiene una capacidad de carga de 6000 lb unos 3000 Kg, es de combustión interna trabaja a gas o diesel de 2,4 litros, es totalmente automatizado, posee características importantes como: inclinación del volante, iluminación, sistema de frenos, pantalla de control digital, asiento de seguridad y puertas de acceso para fácil mantenimiento.

**Figura 4.30: Montacarga CLARK C30L**



**i) Compresor de Aire**

Su uso estará destinado para la máquina CNC cortadora con plasma, el modelo es QT-5HD marca Quincy, posee un motor bifásico de 28Amp / 230V, de 5hp, con 6,7 CFM de suministro, 100 PSI de presión y tiene un peso aproximado de 195 Kg. Tiene un doble filtro de aceite para proteger el proceso de corte con plasma.

**Figura 4.31: Compresor QUINCY QR-25**



### **j) Ventiladores**

Los ventiladores son del tipo centrífugo en línea, de transmisión por correa, modelo BSQ-140-10 marca GREENHECK, uno de ellos está destinado para la extracción de los gases producidos por el corte con plasma y el calor que se genera en el proceso, el otro se utilizará para la realización de las pruebas de fugas en los ductos instalados; estos son resistentes brindando alta eficiencia y bajos niveles de ruido. Cuentan con paneles laterales movibles para su inspección y mantenimiento. Tienen una capacidad de 2500 CFM venciendo 0,75 pulg de Hg. El motor es de 1 Hp a 1725 RPM.

**Figura 4.32: Ventilador Centrífugo BSQ-140-10 GREENHECK**



### **k) Dados de Troquel**

Los dados de troquel son distribuidos y fabricados por la casa ACL, el dado está compuesto por dos matrices una positiva y otra negativa, la fabricación del esquinero consta de dos procesos, una matriz (positiva y negativa) permite el corte preciso del esquinero dándole la forma del mismo, mientras que la otra realiza el doblado de las esquinas para darle mayor rigidez a la pieza.



#### 4.6 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA O LAYOUT

Figura 4.33: Nivel Planta Baja (PB)

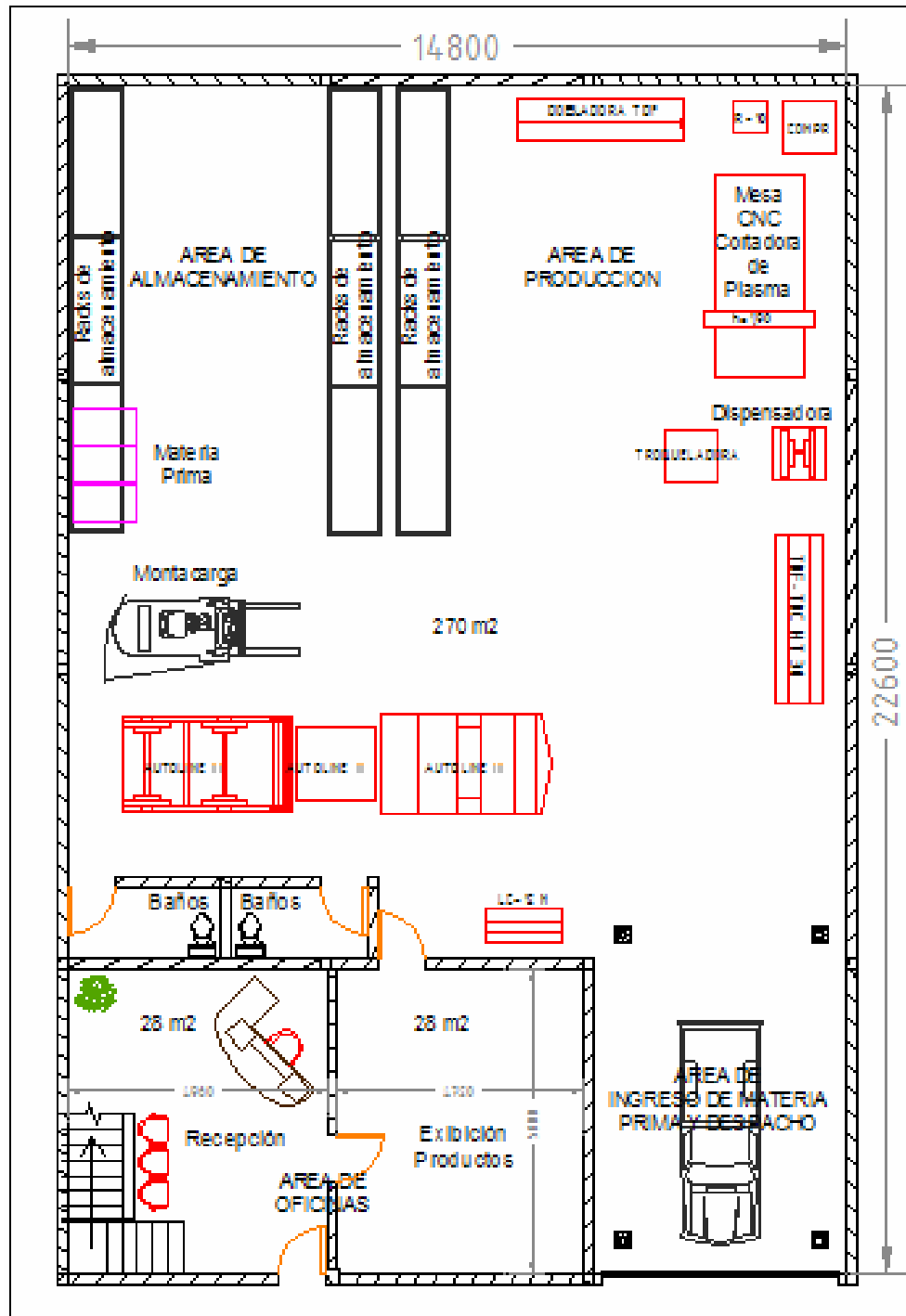


Figura 4.34: Nivel Planta Alta (PA)

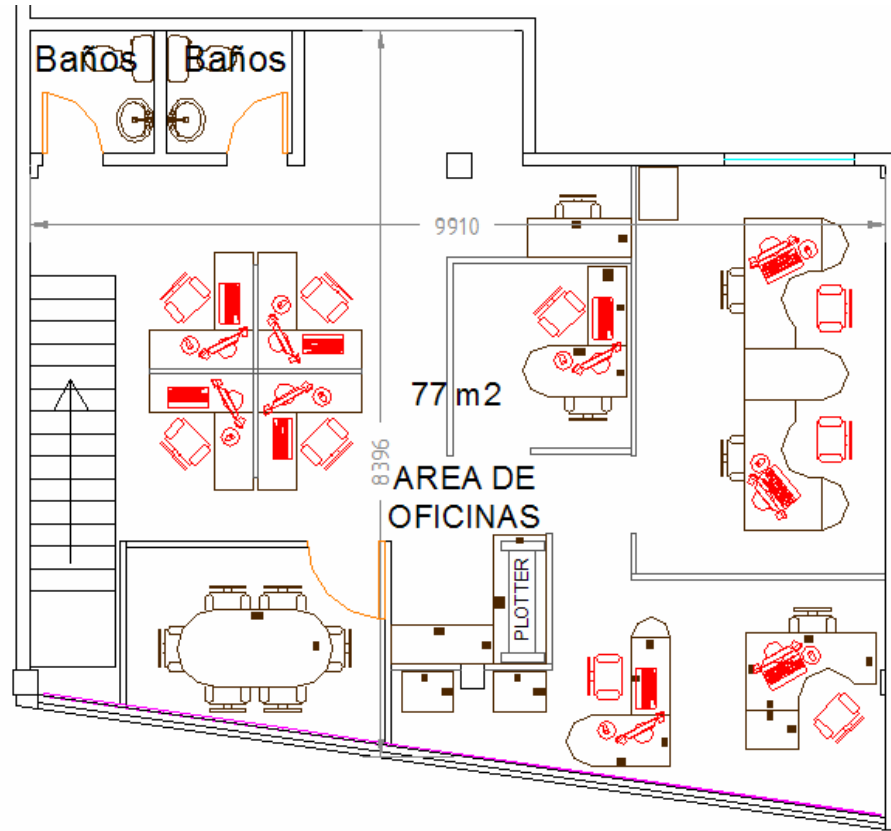
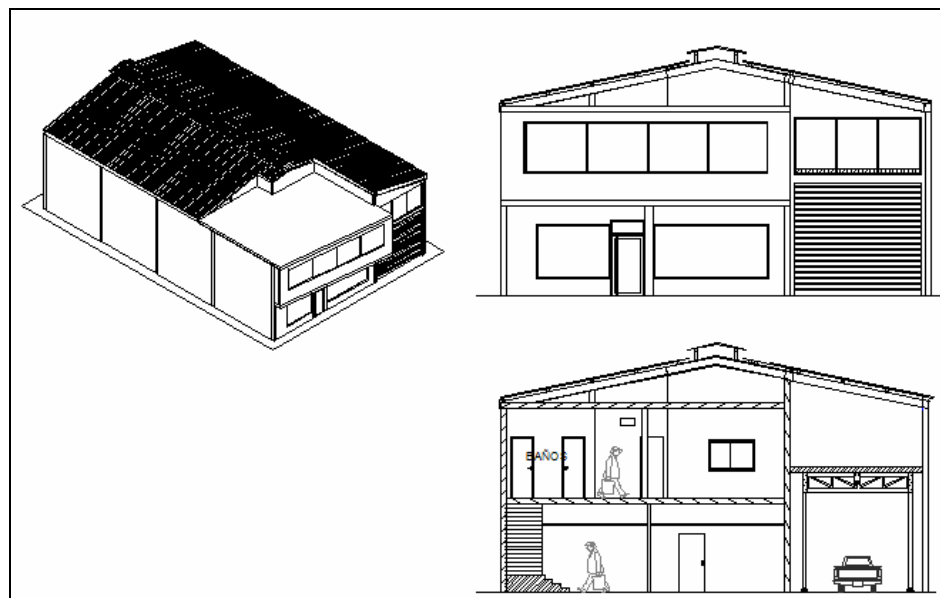


Figura 4.35: Corte y Vista 3D del Galpón



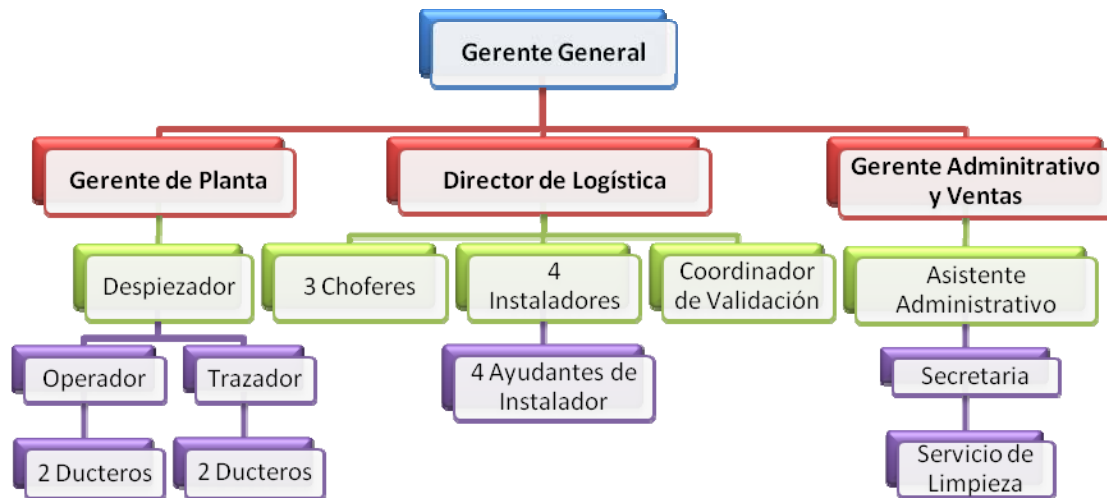
#### **4.7 PERSONAL**

El personal de la planta automatizada de fabricación de ductos estará conformado por los siguientes cargos:

**Tabla 4.12: Plantilla de Personal**

<b>CARGO</b>	<b>CANTIDAD</b>
Gerente General	1
Gerente de Planta	1
Gerente Administrativo y Ventas	1
Director de Logística	1
Asistente Administrativo	1
Coordinador de Validación	1
Secretaria	1
Despiezador	1
Operador	1
Trazador	1
Instaladores	4
Ducteros	4
Ayudantes de Instalador	4
Chofer	3
Servicio de Limpieza	1
<b>TOTAL PERSONAL</b>	<b>26</b>

**Figura 4.36: Organigrama del Personal de la Planta**



#### 4.8 PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

La planta comenzará operaciones en el tercer trimestre del año 2009, con una producción de 252.000 Kg/Año, lo que equivale a un 70% de la capacidad de producción de la planta, esta producción alcanzará el 100% en el segundo año de trabajo con 324.000 Kg/Año, con un factor de servicio de 230 días al año y 8 horas diarias de producción.

Los procesos de fabricación automatizados usan actividades similares a los procesos artesanales, pero de manera automática, obteniendo el mismo resultado reduciendo el número de actividades que se llevan a cabo de manera manual. Debido

a que los procesos son similares, se espera que el tiempo de adaptación sea corto para alcanzar los niveles de producción estimados.

Es importante resaltar que el proceso de adaptación de las nuevas tecnologías no es complejo, además se domina muy bien el proceso de manera artesanal por lo que al ser automatizado se logran resultados más rápidos. Para satisfacer la demanda durante las paradas de planta por mantenimiento de equipos automatizados, se tendrán las máquinas de fabricación manual para cuando se requieran cumplir con exigencias de producción.

# C A P I T U L O V

## **INVERSIONES, FINANCIAMIENTO Y CRONOGRAMA**

## **5.1 INVERSIONES FIJAS**

Son todos aquellos recursos financieros necesarios para la instalación y puesta en marcha de la planta, destinados a aumentar la capacidad global de la producción. Este conjunto de bienes se adquieren una vez durante la etapa de instalación del proyecto y se utilizan a lo largo de su vida útil. Se suelen clasificar en activos fijos tangibles e intangibles.

### **5.1.1 Inversiones en Activos Fijos Tangibles**

#### **a) Edificio**

El edificio está comprendido por un galpón con un área superficial de 405 m<sup>2</sup> aproximadamente, incluyendo el área de almacenamiento y los dos pisos de oficinas administrativas. El costo por metro cuadrado es de 2.470 Bs./m<sup>2</sup>, lo que arroja un costo global de **1.000.000 Bs.**

#### **b) Otras Obras Civiles**

Dentro de las obras civiles a realizar se tienen las siguientes (ver tabla 5.1):

**Tabla 5.1: Otras Obras Civiles**

<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO (Bs.)</b>
Área de Almacenamiento y Producción	270 m <sup>2</sup>	35.000
Oficinas Administrativas	135 m <sup>2</sup>	15.000
<b>TOTAL OBRAS CIVILES</b>		<b>50.000</b>

**Fuente:** Cotización

### c) Maquinarias y Equipos

Son todas aquellas máquinas y equipos que están involucradas en el proceso de fabricación de ductos

**Tabla 5.2: Maquinarias y Equipos**

<b>MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>	<b>CANT.</b>	<b>COSTO</b>
<b>Maquinarias o Equipos Importados</b>		
Cortadora CNC con Plasma MultiCam 1000 *	1	101.050
Programa CAD-CAM ShopData **	1	23.650
Cortadora-Dobladora Mecánica Automatizada Auto-Line III ***	1	106.425
Perfiladora TDC-TDF MT30 ***	1	52.030
Dobladora Manual WS-1.5x2500 TDF ***	1	8.278
Formadora de Uniones (Tramos rectos) LC-12M ***	1	7.514
Formadora de Uniones (Tramos curvos) R-10 ***	1	3.763
Troqueladora ****	1	15.000
Montacarga ****	1	70.000
Compresor de aire ****	1	8.000
Ventilador ****	2	10.000
Dados de Troquel ***	2	3.784
	Sub-Total 1	509.493
CIF (20%)		101.899
	Sub-Total 2	611.392
Montaje y Puesta en Marcha (10%)		61.139
	<b>Total Equipos Importados</b>	<b>672.531</b>
<b>Maquinarias y Equipos Nacionales</b>		
Soldadoras****	2	4.000
Herramientas y Equipos Varios****	1	6.680
Otros Equipos****	1	15.040
	<b>Total Equipos Nacionales</b>	<b>25.720</b>
	<b>TOTAL MAQUINARIAS Y EQUIPOS</b>	<b>698.251</b>

**Fuente:** \* MultiCam, L.P.

\*\* Shop Data Systems, Inc.

\*\*\* ACL MACHINE CO., LTD.

\*\*\*\* Otras Empresas



El CIF (*Cost, Insurance and Freight*) costo, seguro y flete se estima en un 20% del costo de los equipos importados, arrojando un valor de **Bs. 101.899**; el montaje y puesta en marcha de éstos equipos se estima en un 10% de la inversión de los mismos, lo que equivale a **61.139 Bs**; estos valores se suman a la inversión total de los equipos importados.

### **5.1.2 Inversiones en Activos Fijos Intangibles**

Se entiende por activos fijos intangibles o inmateriales a aquellos activos no cuantificables físicamente, pero que producen o pueden producir un beneficio a la entidad. Este rubro incluye bienes que, si bien tienen características inmateriales, implican un derecho o privilegio que posibilita reducir costos o mejorar la calidad de servicios o productos, tales como: patentes, marcas, derecho de autor, concesiones, gastos de organización, franquicias, licencias, beneficios inherentes a las políticas ambientales, actividades de investigación y desarrollo, entre otros. Para el proyecto se presentan los siguientes:

**Tabla 5.3: Inversiones en Activos Fijos Intangibles**

<b>RUBRO</b>	<b>MONTO (Bs.)</b>
Proyecto de Factibilidad	34.200
Organización, Patentes y Similares	5.000
<b>TOTAL ACTIVOS INTANGIBLES</b>	<b>39.200</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

El costo del proyecto de factibilidad viene estimado de un 1% del costo del total de las inversiones del proyecto (ver tabla 5.5).

## 5.2. CAPITAL DE TRABAJO INICIAL

El capital de trabajo inicial corresponde a los cuatro primeros meses del costo de producción, necesario para suplir la materia prima, servicios industriales y mano de obra directa e indirecta. Es una cantidad de activos circulantes, diferente de los activos fijos tangibles e intangibles, requerida para hacer frente a las necesidades iniciales de la planta.

**Tabla 5.4: Capital de Trabajo Inicial**

<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>MESES</b>	<b>VALOR MENSUAL</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Servicios Industriales	4	2.050	8.200
Materia Prima	4	217.900	871.600
Mano de Obra Directa e Indirecta	4	64.500	258.000
Costos de Ventas	1	4.000	4.000
<b>TOTAL CAPITAL DE TRABAJO</b>			<b>1.141.800</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

### 5.3 RESUMEN DE LAS INVERSIONES

**Tabla 5.5: Resumen de las Inversiones**

CONCEPTO	CANTIDAD (Bs.)		ACUMULADO (Bs.)
	Parcial	Sub-total	
Edificio	1.000.000		
Otras Obras civiles	50.000		
Maquinarias y Equipos	698.251		
Equipos de Oficina	36.285		
Vehículo	270.000		
		2.054.536	2.054.536
Capital de Trabajo Inicial	1.141.800		
		1.141.800	3.196.336
Imprevistos (7%)	223.744		
		223.744	3.420.079
Proyecto de Factibilidad (1%)	34.200		
Organización, Patentes y Similares	5.000		
		39.201	3.459.280
<b>TOTAL DE LA INVERSIÓN</b>			<b>3.459.280</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

### 5.4 FINANCIAMIENTO

Para llevar a cabo un proyecto es necesario establecer cómo será financiado y como se estructurará la entidad responsable de su ejecución. Los costos financieros corresponden al pago de intereses y amortización de capital provenientes de un préstamo realizado por una institución bancaria.

El interés del crédito se cálculo a una tasa del 12% y el mismo está contemplado a pagarse en un plazo de 10 años, con amortización del capital y pagos de intereses en los mismo lapsos establecidos (ver tabla 5.6). El monto a financiar es de **Bs. 2.421.496** lo que representa el 70% de la inversión total del proyecto.

**Tabla 5.6: Costos del Financiamiento**

<b>PERIODO</b>	<b>CUOTA DE INTERES (Bs.)</b>	<b>CUOTA DE CAPITAL (Bs.)</b>	<b>CUOTA TOTAL (Bs.)</b>	<b>SALDO (Bs.)</b>
0				<b>2.421.496</b>
1	290.580	137.987	428.566	<b>2.283.509</b>
2	274.021	154.545	428.566	<b>2.128.964</b>
3	255.476	173.091	428.566	<b>1.955.873</b>
4	234.705	193.862	428.566	<b>1.762.011</b>
5	211.441	217.125	428.566	<b>1.544.886</b>
6	185.386	243.180	428.566	<b>1.301.706</b>
7	156.205	272.362	428.566	<b>1.029.344</b>
8	123.521	305.045	428.566	<b>724.299</b>
9	86.916	341.651	428.566	<b>382.649</b>
10	45.918	382.649	428.566	<b>0</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

Ahora bien, ese crédito será dividido entre cada uno de los rubros pertenecientes al proyecto, con un aporte propio del 30% de la inversión y el restante 70% proviene del préstamo bancario.

**Tabla 5.7: Cuadro de Financiamiento**

<b>RUBRO</b>	<b>APORTE PROPIO 30% (Bs.)</b>	<b>CRÉDITO 70% (Bs.)</b>	<b>TOTAL 100% (Bs.)</b>
Edificio	300.000	700.000	1.000.000
Otras Obras Civiles	15.000	35.000	50.000
Maquinarias y Equipos	209.475	488.776	698.251
Equipos de Oficina	10.885	25.399	36.285
Vehículo	81.000	189.000	270.000
Capital de Trabajo Inicial	342.540	799.260	1.141.800
Imprevistos	67.123	156.620	223.744
Proyecto de Factibilidad	10.260	23.941	34.201
Organización, Patentes y Similares	1.500	3.500	5.000
<b>TOTAL:</b>	<b>1.037.784</b>	<b>2.421.496</b>	<b>3.459.280</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

## **5.5 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN**

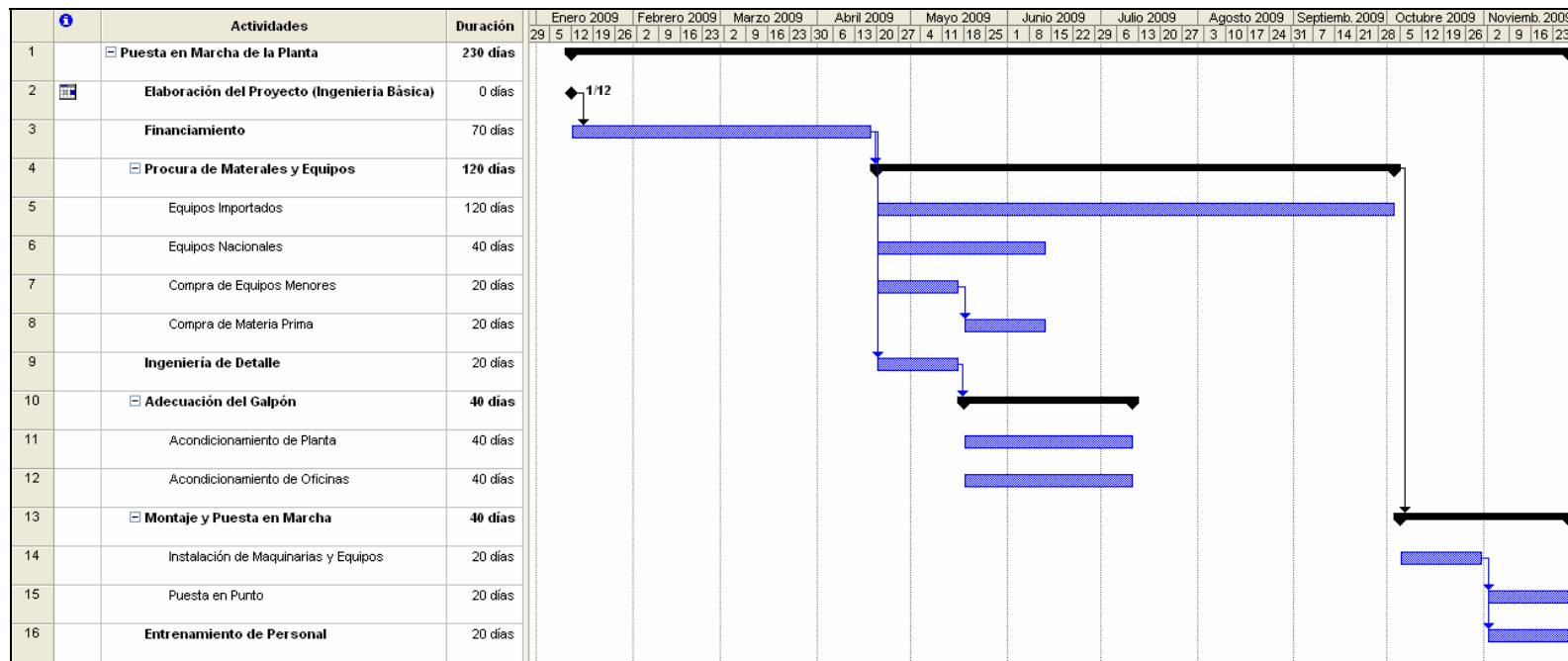
El cronograma de ejecución permite detallar de una manera más eficiente y organizada todos los procesos que se efectuarán para llevar a cabo la instalación de la planta automatizada de fabricación de ductos; este cronograma se presenta mediante un diagrama de Gantt que resume el plan de trabajo, en forma gráfica, mostrando las actividades más importantes en orden cronológico, semanalmente o por mes.

Las actividades para llevar a cabo la puesta en marcha de la planta automatizada de fabricación de ductos son las siguientes:

- a) Proyecto de Ingeniería Básica
- b) Financiamiento
- c) Procura de Materiales y Equipos
- d) Ingeniería de Detalle
- e) Adecuación del Edificio
- f) Montaje y Puesta en Marcha
- g) Entrenamiento de Personal

Las cuales tienen un periodo de ejecución según sea el tipo de actividad y las características de la misma; es importante señalar que el periodo o tiempo de ejecución de cada una de estas actividades se contabiliza en días hábiles, no incluye los fines de semana.

Figura 5.1: Cronograma de Ejecución



# C A P I T U L O

# VI

## INGRESOS Y EGRESOS



## **6.1 COSTOS DE PRODUCCIÓN**

El cálculo de los costos de producción se realiza asignando precios a los distintos recursos requeridos, físicamente cuantificados de acuerdo con el estudio de ingeniería. Sólo se considerará la valoración de los precios de mercado, señalando en los casos pertinentes las informaciones que podrían ser útiles y necesarias para la cuantificación de los costos. Los gastos de producción asociados a la planta automatizada de fabricación de ductos están conformados por los siguientes elementos:

- Costos de Fabricación.
- Costos de Administración.
- Costos Financieros.
- Costos de Ventas.

### **6.1.1 Costos de Fabricación**

Los rubros asociados a los costos de fabricación son:

#### **a) Materia prima**

La materia prima constituye un rubro de gran importancia para este tipo de proyecto, puesto que la característica esencial de tal actividad es justamente la transformación de dicho material en producto terminado. La materia prima consta de todo material utilizado y que forma parte del producto terminado, estos costos incluyen transporte y manejo.

**Tabla 6.1: Costos de Materia Prima**

MATERIA PRIMA	COSTO		CANTIDAD (Unidad/Año)	COSTO (Bs./Año)
	Bs./Unidad	Unidades		
Bobinas de acero galvanizado *	10.000	2.000	180	1.800.000
Elementos para instalación ***	2,5	27.000	324.000	810.000
Electrodos o Consumibles **	200	2	24	4.800
<b>TOTAL MATERIA PRIMA</b>				<b>2.614.800</b>

**Fuente:** \* Productos de Acero Lamigal, C.A.

\*\* Reymanpress S.L.

\*\*\* Varias Empresas

### b) Servicios Industriales

Los servicios industriales requeridos para el proceso de producción de la planta están constituidos por la electricidad, el condominio del complejo de galpones y agua (ver tabla 6.2).

**Tabla 6.2: Costos de Servicios Industriales**

SERVICIO	UNIDAD	CONSUMO MENSUAL	COSTO (Bs./ Unidad)	COSTO (Bs./Año)
Electricidad	KWh	13.714	0,10938	18.000
Condominio	-	1	400	4.800
Agua	m <sup>3</sup>	760	0,19708	1.800
<b>TOTAL SERVICIOS INDUSTRIALES</b>				<b>24.600</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

### c) Mano de Obra

Este rubro comprende desde el personal superior hasta el personal no calificado; está conformada por la mano de obra directa e indirecta necesaria para la transformación de la materia prima en producto terminado. Estos costos incluyen los

beneficios laborales de cada trabajador (seguro social, ley de política habitacional, bono alimenticio, prestaciones sociales, entre otros); estimados en un 50% de su salario anual.

**Tabla 6.3: Costos de Mano de Obra**

<b>LABOR</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SALARIO (Bs./Mes)</b>	<b>TOTAL BENEFICIOS (Bs./Año)</b>
<b>Mano de Obra Directa</b>			
Gerente de Planta	1	4.500	81.000
Director de Logística	1	2.500	45.000
Despiezador	1	1.500	27.000
Operador	1	1.300	23.400
Trazador	1	1.300	23.400
Instaladores	4	1.100	79.200
Ducteros	4	950	68.400
Ayudantes de Instalador	4	950	68.400
<b>Total Mano de Obra Directa</b>			<b>415.800</b>
<b>Mano de Obra Indirecta</b>			
Gerente General	1	6.500	117.000
Gerente Administrativo y Ventas	1	4.500	81.000
Asistente Administrativo	1	2.000	36.000
Coordinador de Validación	1	1.500	27.000
Chofer	3	1.300	70.200
Secretaria	1	1.000	18.000
Servicio de Limpieza	1	500	9.000
<b>Total Mano de Obra Indirecta</b>			<b>358.200</b>
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>			<b>774.000</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

#### **d) Mantenimiento**

Este costo está representado por el mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, de los equipos que están involucrados directamente con el proceso productivo; incluye los repuestos y la mano de obra calificada. Dentro de estos costos se incluyeron el mantenimiento de las obras civiles, instalaciones físicas de la planta y los tres vehículos. El mantenimiento de los equipos se estimó en un 10% de la inversión total de los mismos para cada año y será realizado por un personal calificado contratado.

**Tabla 6.4: Costos de Mantenimiento**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CUOTA (Bs./Año)</b>
Maquinaria y Equipos	67.253
Vehículos	15.000
Obras Civiles	2.000
<b>TOTAL MANTENIMIENTO</b>	<b>84.253</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

#### **e) Seguro**

Este costo se puede obtener directamente de una empresa del ramo, a partir de las estimaciones relativas a la inversión, tanto fija como de inventario. El costo de seguro es de **15.000 Bs./Año**. Datos obtenidos de Seguros Federal.

#### **f) Depreciación.**

Con el transcurso del tiempo los activos tangibles renovables experimentan una pérdida de valor que puede deberse a razones físicas o económicas. Se considera

un tiempo de depreciación de 20 años para las instalaciones físicas y obras civiles, 10 años para las maquinarias y equipos, y 5 años para los equipos de oficinas y vehículos. Se tomó el método de depreciación lineal basado en la determinación de un costo unitario; tomando la cuantía de la inversión que corresponde a activos fijos renovables se divide por el número de años de vida asignado, y se carga este monto a los costos anuales de producción. Representa un costo fijo de producción (ver tabla 6.5.).

**Tabla 6.5: Costos por Depreciación**

DESCRIPCION	INVERSION (Bs.)	AÑOS DE DEPRECIACION	CUOTA (Bs./Año)
Edificio	1.000.000	20	50.000
Maquinaria y Equipos	698.251	10	69.825
Obras Civiles	50.000	20	2.500
Equipos de Oficina	36.285	5	7.257
Vehículo	270.000	5	54.000
<b>TOTAL COSTO POR DEPRECIACION</b>			<b>183.582</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

#### **g) Amortización**

Está representado por el monto anual de recuperación de la inversión por concepto del proyecto de factibilidad, imprevistos y la organización, patentes y similares. Se consideró un tiempo de recuperación de 3 años, para estas inversiones intangibles que representan un costo fijo de producción (ver tabla 6.6).

**Tabla 6.6: Costos por Amortización**

<b>RUBRO</b>	<b>VALOR (Bs.)</b>	<b>AMORTIZACIÓN (Años)</b>	<b>MONTO (Bs./Año)</b>
Proyecto de Factibilidad	34.201	3	11.400
Imprevistos	223.744	3	74.581
Organización, Patentes y Similares	5.000	3	1.667
<b>TOTAL AMORTIZACIÓN</b>			<b>87.648</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

#### **h) Impuestos Municipales**

Los impuestos municipales se estiman en un 3% sobre el precio de venta del producto al 100% de la producción, constituyendo un costo fijo, aunque se determina a partir del precio de venta. Su valor alcanza los **194.400 Bs/Año**.

#### **6.1.2 Costos Administrativos**

Estos costos son los que se originan en el área administrativa, o sea, los relacionados con la dirección y manejo de las operaciones generales de la empresa; tales costos son los artículos de oficina, telefonía e internet y artículos de limpieza en general (ver tabla 6.7). Estos costos representan un gasto fijo de producción.

**Tabla 6.7: Costos Administrativos**

<b>RUBROS</b>	<b>COSTO (Bs./Año)</b>
Artículos de Oficina	6.000
Telefonía e Internet	18.000
Artículos de Limpieza	1.680
<b>TOTAL COSTOS ADMINISTRATIVOS</b>	<b>25.680</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

### **6.1.3 Costos Financieros**

Los costos financieros están representados por el pago del crédito o préstamo bancario, en donde se cancela una cuota total que representa el pago de los intereses (cuota de intereses); este costo se encuentra reflejado para cada año de producción en el capítulo 5 en la tabla 5.6: costos del financiamiento.

### **6.1.4 Costos de Ventas**

Estos costos se encuentran representados por todos los gastos que inciden en la venta de los ductos rectangulares de acero galvanizado, como lo son los gastos de promoción, propaganda, transporte y comercialización. Se estiman en un 1% del costo de producción del producto, debido a que no requiere grandes gastos para su venta, el monto estimado es de **Bs. 42.780** al año.

## 6.2 RESUMEN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

La tabla que se presenta a continuación resume los costos de producción para el segundo año de instalación de la planta al 100% de la producción, donde se incluyen los costos de fabricación, administración, ventas y financieros del proyecto. Igualmente se especifica qué tipo de costo representa: fijo o variable

**Tabla 6.8: Costos de Producción Anual**

COSTO	TIPO	CANTIDAD (Bs./Año)		ACUMULADO (Bs./Año)
		Parcial	Sub-total	
<b>Costos de Fabricación</b>				
Materia Prima	Variable	2.614.800		
Servicios Industriales	Variable	24.600		
Mano de Obra	Fijo	774.000		
Mantenimiento	Fijo	84.253		
Seguro	Fijo	15.000		
Depreciación	Fijo	183.582		
Amortización	Fijo	87.648		
Impuestos Municipales	Fijo	194.400		
			3.978.283	3.978.283
<b>Costos Administrativos</b>				
Administración	Fijo	25.680		
			25.680	4.003.963
<b>Costos Financieros</b>				
Financiamiento	Fijo	274.021		
			274.021	4.277.984
<b>Costos de Ventas</b>				
Ventas (1%)	Fijo	42.780		
			42.780	4.320.764
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>				<b>4.320.764</b>

**Fuente:** Cálculos propios.



## 6.3 COSTOS DEL PRODUCTO

### 6.3.1 Costo Unitario del Producto (Bs./Kg)

El costo unitario de los kilogramos ductos se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Costo Unitario} = \frac{\text{Costo de Producción (Bs.)}}{\text{Producción (Kg)}}$$

La producción de los kilogramos de ductos es de 324.000 al año.

$$\text{Costo Unitario} = \frac{4.320.764 \text{ Bs.}}{324.000 \text{ Kg}}$$

$$\text{Costo Unitario} = 13.34 \text{ Bs./Kg}$$

### 6.3.2 Precio de Venta (Bs./Kg)

Con la finalidad de hacer competitivo el producto en el mercado se fijo un precio de venta de **20 Bs./Kg.**

## 6.4 INGRESOS

Para estimar los ingresos provenientes de la venta de los kilogramos de ductos de acero galvanizado, se partió de la siguiente ecuación:

$$\text{Ingresos} = \text{Precio de Venta (Bs./Kg)} * \text{Producción (Kg/Año)}$$

Con una producción del 100% de la capacidad instalada, los ingresos del producto son de:

$$\text{Ingresos} = 20 \text{ (Bs./Kg)} * 324.000 \text{ (Kg/Año)}$$

$$\text{Ingresos} = 6.480.000 \text{ (Bs./Año)}$$

## 6.5 PUNTO DE EQUILIBRIO

El punto de equilibrio o punto de nivelación es el ritmo de operación para que la empresa no tenga pérdidas ni ganancias, corresponde al volumen de producción que se debe lograr, como mínimo, de manera que los costos totales en ese punto se correspondan con los ingresos por ventas; es decir, el beneficio de la empresa será nulo en dicho punto. El punto de equilibrio ayuda a establecer y determinar las áreas críticas y probables en el funcionamiento de la empresa en función de las variaciones del precio y de la capacidad utilizada.

Para determinar dicho punto se toman los valores económicos cuando la producción es del 100% para el segundo año de instalación de la planta.

**Tabla 6.9: Punto de Equilibrio**

DESCRIPCION	MONTO (Bs./Año)
Costo Fijo (CF)	1.681.364
Costo Variable (CV)	2.639.400
Ingresos por Ventas (V)	6.480.000

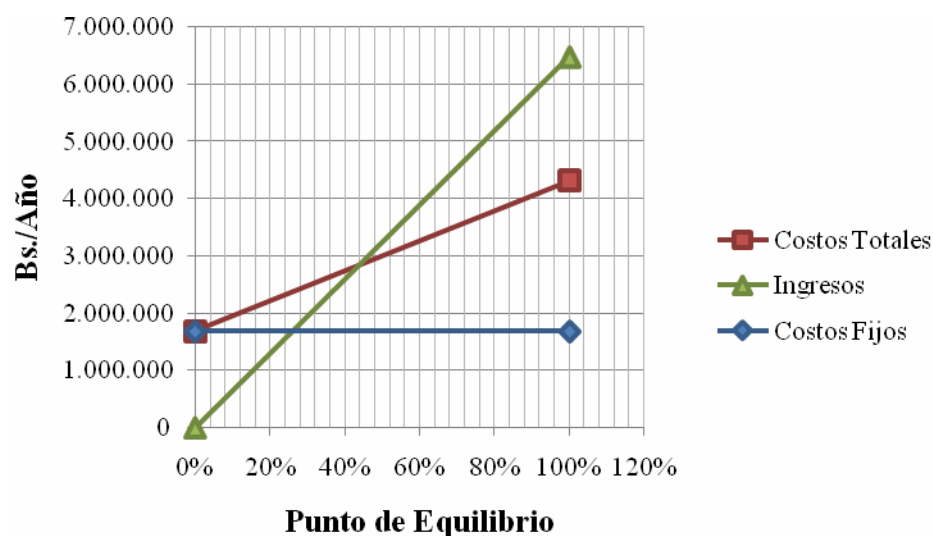
De tal forma que el punto de equilibrio queda definido como:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{CF}{V - CV} * 100$$

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{1.681.364}{6.480.000 - 2.639.400} * 100$$

$$\text{Punto de Equilibrio} = 43,78\%$$

**Gráfica 6.1: Punto de Equilibrio**



Con este punto de equilibrio se puede determinar cuánto tiene que ser la producción mínima para no tener ni pérdidas ni ganancias en el proceso. De la gráfica anterior se sabe que los ingresos son proporcionales al punto de equilibrio; de esta forma:

$$\text{Ingresos del Punto de Equilibrio} = \text{Ingresos Anuales} * \text{Punto de Equilibrio}$$

Los ingresos anuales son de 6.480.000 Bs./Año y el punto de equilibrio es del 43,78%, con estos valores se pueden obtener los ingresos mínimos para los cuales existe un equilibrio en los costos; este ingreso mínimo es de 2.836.859 Bs.; si se mantiene el precio de venta en 20 Bs./Kg, esto arroja una producción mínima de 141.843 Kg/Año, producción donde el beneficio es nulo para la empresa.

**C  
A  
P  
I  
T  
U  
L  
O  
  
VII**

**EVALUACIÓN  
DEL  
PROYECTO**

## **7.1 PROYECCIONES FINANCIERAS**

Para el estudio de factibilidad técnico-económico de la planta automatizada de fabricación de ductos se consideraron los siguientes aspectos:

### **7.1.1 Consideraciones Generales**

Para realizar el análisis económico del proyecto se consideraron ciertas premisas básicas, aparte de los datos obtenidos de los cuadros de costos e inversiones.

Dichas consideraciones son las siguientes:

- a) Impuesto Sobre La Renta (I.S.L.R.)
- b) Vida útil del proyecto: 10 años.
- c) Tasa de Retorno Mínima Atractiva (TRMA) o tasa de descuento: 25%.
- d) La evaluación económica se proyectará en términos constantes
- e) Toda la producción se vende en el mercado nacional.
- f) Tasa de cambio oficial Bs. 2,15 por cada dólar E.E.U.U.

### **7.1.2 Flujo Neto Efectivo**

El flujo neto efectivo es la diferencia entre los ingresos netos y los gastos netos, descontados a la fecha de inicio del proyecto de inversión mediante el valor presente, esto significa tomar en cuenta el valor del dinero en función del tiempo. Para este estudio de factibilidad el flujo neto efectivo se proyecta en términos constantes y luego se descuenta, empleando un factor de actualización el cual depende de la tasa de descuento correspondiente, durante los 10 años de vida del proyecto.

El objetivo de los flujos netos efectivos es la de suministrar las bases para evaluar la capacidad que tiene la empresa para generar efectivo y equivalentes a éstos, así como las necesidades de liquidez que ésta tiene.

A partir de la siguiente tabla se determinan los índices de rentabilidad del proyecto (ver tabla 7.1).

**Tabla 7.1: Flujo Neto Efectivo (Estado de Resultado)**

	Año									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Producción</b>	<b>70%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Ingresos	4.536.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000
Costos de Producción	3.024.535	4.320.764	4.302.033	4.192.530	4.169.034	4.080.849	4.051.376	4.018.365	3.981.394	3.939.986
Utilidad Bruta	1.511.465	2.159.236	2.177.967	2.287.470	2.310.966	2.399.151	2.428.624	2.461.635	2.498.606	2.540.014
I.S.L.R (34%)	513.898	734.140	740.509	777.740	785.728	815.711	825.732	836.956	849.526	863.605
Utilidad Neta	997.567	1.425.096	1.437.458	1.509.730	1.525.237	1.583.440	1.602.892	1.624.679	1.649.080	1.676.409
Depreciación	183.582	183.582	183.582	183.582	183.582	122.325	122.325	122.325	122.325	122.325
Amortización	87.648	87.648	87.648	0	0	0	0	0	0	0
Pago Principal	137.987	154.545	173.091	193.862	217.125	243.180	272.362	305.045	341.651	382.649
<b>FNE</b>	<b>1.130.810</b>	<b>1.541.780</b>	<b>1.535.597</b>	<b>1.499.450</b>	<b>1.491.694</b>	<b>1.462.585</b>	<b>1.452.855</b>	<b>1.441.959</b>	<b>1.429.755</b>	<b>1.416.086</b>

**Fuente:** Cálculos Propios



**Tabla 7.2: Fuentes y Usos.**

	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Fuentes</b>											
Recursos Propios	1.037.784	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Préstamo	2.421.496	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventas	0	4.536.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000	6.480.000
Saldo Anterior	0	1.141.800	2.001.380	5.411.297	12.241.507	25.971.973	53.445.920	108.449.224	218.472.159	438.536.313	878.685.100
<b>Total Fuentes</b>	<b>3.459.280</b>	<b>5.677.800</b>	<b>8.481.380</b>	<b>11.891.297</b>	<b>18.721.507</b>	<b>32.451.973</b>	<b>59.925.920</b>	<b>114.929.224</b>	<b>224.952.159</b>	<b>445.016.313</b>	<b>885.165.100</b>
<b>Usos</b>											
Inversiones	-2.317.480	-1.141.800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costos de Producción	0	-3.024.535	-4.320.764	-4.302.033	-4.192.530	-4.169.034	-4.080.849	-4.051.376	-4.018.365	-3.981.394	-3.939.986
I.S.L.R.	0	-513.898	-734.140	-740.509	-777.740	-785.728	-815.711	-825.732	-836.956	-849.526	-863.605
<b>Total Usos</b>	<b>-2.317.480</b>	<b>-4.680.233</b>	<b>-5.054.904</b>	<b>-5.042.542</b>	<b>-4.970.270</b>	<b>-4.954.763</b>	<b>-4.896.560</b>	<b>-4.877.108</b>	<b>-4.855.321</b>	<b>-4.830.920</b>	<b>-4.803.591</b>
Saldo Anual	1.141.800	997.567	3.426.476	6.848.755	13.751.237	27.497.210	55.029.359	110.052.116	220.096.838	440.185.393	880.361.510
Saldo Acumulado	1.141.800	2.139.367	5.565.843	12.414.598	26.165.835	53.663.045	108.692.404	218.744.520	438.841.358	879.026.751	1.759.388.261
Pago Principal	0	137.987	154.545	173.091	193.862	217.125	243.180	272.362	305.045	341.651	382.649
<b>Saldo Neto</b>	<b>1.141.800</b>	<b>2.001.380</b>	<b>5.411.297</b>	<b>12.241.507</b>	<b>25.971.973</b>	<b>53.445.920</b>	<b>108.449.224</b>	<b>218.472.159</b>	<b>438.536.313</b>	<b>878.685.100</b>	<b>1.759.005.612</b>

**Fuente:** Cálculos Propios.

## **7.2 ÍNDICES DE RENTABILIDAD DEL PROYECTO**

Los índices de rentabilidad o eficiencia señalan cuan eficiente es el proyecto en el uso de sus activos, son los encargados de definir cuando un proyecto es rentable o no; dentro de estos índices tenemos:

- Valor Presente Neto (VPN).
- Tasa Interna de Retorno (TIR).
- Período de Retorno de la inversión (PR).

### **7.2.1 Valor Presente Neto**

El valor presente neto o valor actual neto es el valor monetario en bolívares de hoy que resulta de una inversión actual y sus flujos netos a futuro, tomando en cuenta la tasa de interés pasiva del mercado como un costo de oportunidad del capital a invertir. El VPN permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, maximizar la rentabilidad.

El criterio de evaluación de una inversión con este indicador se considera aceptable si el VPN es mayor o igual a cero, es decir, que la inversión rinde un beneficio superior al considerado como mínimo atractivo. Se pueden presentar tres casos posibles:

- Si el valor presente neto es positivo, el valor financiero del activo del inversionista podrá aumentar: la inversión es financieramente atractiva, se acepta.
- Si el valor presente neto es cero, el valor financiero del activo del inversionista podrá permanecer inalterado: la inversión es indiferente.
- Si el valor presente neto es negativo, el valor financiero del activo del inversionista podrá disminuir: la inversión no es atractiva financieramente, no se acepta.

La comparación entre el VPN y las posibilidades de inversión indica cuál de ellas es la más deseable: mientras mayor sea el VPN mayor será el aumento del valor financiero del activo del inversionista. El valor presente neto depende de la inversión inicial, los flujos netos efectivos, la tasa retorno mínima atractiva y el número de períodos que dure el proyecto. Considerando una TRMA del 25%, los valores de flujo neto efectivos calculados previamente (tabla 7.1) y un factor de descuento para la TRMA, se puede determinar el VPN del proyecto.

- Tasa de retorno mínima atractiva ( $r$ ) = 25%
- Número de años ( $n$ ) = 10
- Factor de Actualización (FAi):  $FAi = 1/(1+r)^n$
- Flujo Neto Efectivo (FNE)
- Inversión Inicial ( $I_0$ )

Quedando expresado el valor presente neto mediante la siguiente ecuación:

$$VPN = -I_0 + \sum_{i=0}^n FNE * FAI$$

**Tabla 7.3: Valor Presente Neto**

Tasa de retorno mínima atractiva: 25%					
Inversión Inicial: 3.459.280 Bs.					
	Años				
	1	2	3	4	5
<b>FAi</b>	0,80000	0,64000	0,51200	0,40960	0,32768
<b>FNE</b>	1.130.810	1.541.780	1.535.597	1.499.450	1.491.694
<b>FNE*FAi</b>	904.648	986.739	786.226	614.175	488.798
	6	7	8	9	10
<b>FAi</b>	0,26214	0,20972	0,16777	0,13422	0,10737
<b>FNE</b>	1.462.585	1.452.855	1.441.959	1.429.755	1.416.086
<b>FNE*FAi</b>	383.408	304.686	241.921	191.898	152.051
$\sum_{i=0}^n FNE * FAI$	<b>5.054.550</b>				

Donde:

$$VPN = -3.459.280 + 5.054.550$$

$$VPN = 1.595.270 Bs.$$

El VNP es positivo lo cual indica que el proyecto es rentable.

### 7.2.2 Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno indica cual es la máxima tasa de retorno mínima atractiva o tasa de descuento que se le podría aplicar a un proyecto, permitiendo la recuperación de la inversión inicial en el tiempo de vida del proyecto. Se determina igualando el VNP a cero, mediante la siguiente fórmula:

$$VPN = -I_0 + \sum_{t=1}^N \frac{FNE_t - FAL_t}{(1+i)^t} = 0$$

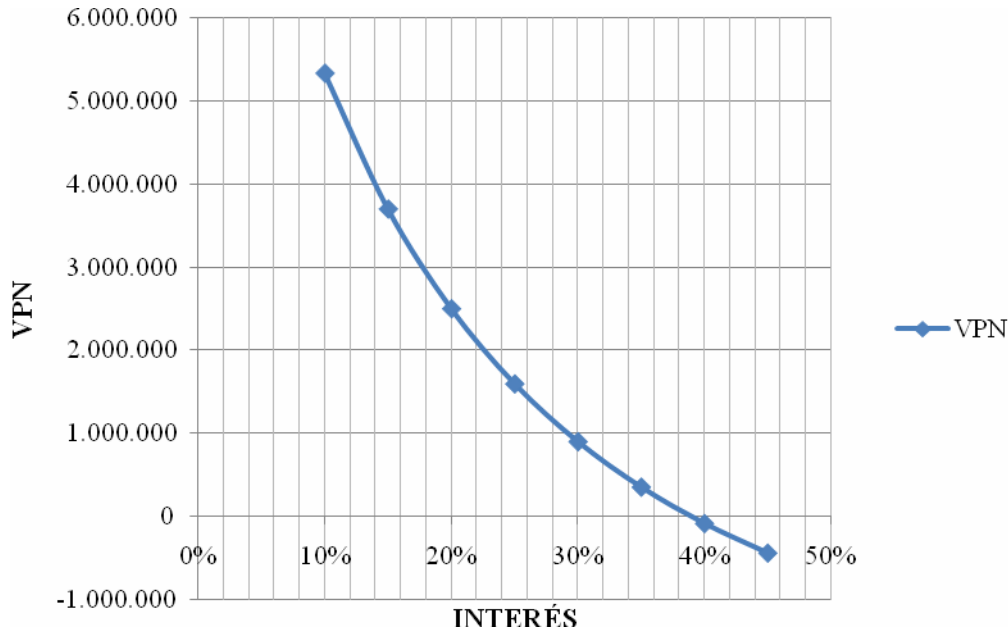
Calculando el VPN a diferentes tasas de descuentos se obtiene que:

**Tabla 7.4: Tasa Interna de Retorno**

i (%)	VPN
10	5.343.152
15	3.704.809
20	2.501.429
25	1.595.270
30	897.441
35	349.085
40	-89.704
45	-446.581

Fuente: Cálculos propios.

**Gráfica 7.1: Tasa Interna de Retorno**



El valor para el cual el VPN se hace cero es de **38,91%**, lo que implica que ésta es la Tasa Interna de Retorno. El proyecto es rentable, ya que la TIR es mayor a la tasa de retorno mínima atractiva de 25%, con lo cual recupera la inversión a una tasa mayor que la Tasa Activa del Mercado. Cuando el VNP es positivo se asegura que el TIR es mayor a la Tasa Activa del Mercado, ya que el mismo representa las ganancias actualizadas después de recuperar la inversión inicial a cierta tasa de retorno mínima atractiva.

### 7.2.3 Periodo de Recuperación de la Inversión

Es el período que tarda en recuperarse la inversión inicial a través de los flujos netos efectivos generados por el proyecto, este índice económico indica a partir de qué año en el horizonte de la vida del proyecto se recupera la inversión inicial. La inversión se recupera en el año en el cual los flujos netos acumulados superan a la inversión inicial.

**Tabla 7.5: Periodo de Recuperación de la Inversión**

AÑO	FLUJO DESCONTADO	SALDO FINAL DE AÑO
0	-3.459.280	-3.459.280
1	904.648	-2.554.632
2	986.739	-1.567.893
3	786.226	-781.667
4	614.175	-167.492
<b>5</b>	<b>488.798</b>	<b>321.307</b>

**Fuente:** Cálculos propios.

Considerando la tasa de retorno mínima atractiva del 25% se nota que la recuperación de la inversión se da a partir del 5<sup>to</sup> año de operación de la Planta.

**Tabla 7.6: Resumen de los Índices de Rentabilidad**

INDICE	VALOR
Punto de Equilibrio	43,78%
Valor Presente Neto (*)	1.595.270
Tasa Interna de Retorno	38,91%
Periodo de Recuperación de la Inversión (*)	5 Años

(\*) Calculados a una tasa de retorno mínima atractiva del 25%

### **7.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE RIESGO**

Reunidos ya todos los elementos vinculados al flujo neto efectivo, es necesario hacer un análisis de los riesgos asumidos en la inversión, dichos riesgos están íntimamente ligados con las fluctuaciones de los índices de rentabilidad del proyecto, en específico la TIR y el VPN, cuando existe variación en el volumen de producción y el precio de ventas del producto.

El análisis de sensibilidad persigue obtener el rango de variación de los precios y la cantidad de producción, de forma tal que el producto pueda absorber sin alterar significativamente el valor de los índices económicos previamente obtenidos. Este análisis de riesgo permite proporcionar información básica para tomar una decisión acorde al grado de riesgo que se decida asumir

#### **7.3.1 Variación del Volumen de Producción**

Para determinar la solidez económica del proyecto convendrá, sin embargo, suponer variaciones en el volumen de producción y evaluar cuan sensible es el proyecto con un aumento o disminución en la producción de ductos. Para este análisis se tomaron como premisas que los costos fijos, la inversión inicial y los precios de ventas permanecen constantes.



**Tabla 7.7: Sensibilidad Variando el Volumen de Producción**

<b>PRODUCCIÓN (Kg/Año)</b>	<b>BOBINAS ANUALES</b>	<b>TIR (%)</b>	<b>VPN 25% (Bs)</b>
237.600	132	22,85%	-209.942
<b>247.648</b>	<b>138</b>	<b>25,00%</b>	<b>0</b>
259.200	144	27,36%	241.361
280.800	156	31,49%	692.664
302.400	168	35,32%	1.143.967
324.000	180	38,91%	1.595.270

La producción mínima estimada en la cual el estudio sigue siendo rentable es de 247.648 Kg/Año lo que representa 138 bobinas anuales, un promedio de 11,5 bobinas mensuales aproximadamente.

### 7.3.2 Variación del Precio de Ventas

Este estudio sirve para determinar cuan sensible es el proyecto con la variación en el precio de ventas. Se tomó como premisa que el volumen de producción, inversión inicial y costo unitario permanecen constantes.

**Tabla 7.8: Sensibilidad Variando el Precio de Venta**

<b>VARIACIÓN (%)</b>	<b>PRECIO VENTA (Bs./Kg)</b>	<b>VPN 25% (Bs.)</b>	<b>TIR (%)</b>
-15	17	-476.576	20,42%
<b>-11,6</b>	<b>17,69</b>	<b>0</b>	<b>25,00%</b>
-10	18	214.040	26,98%
-5	19	904.655	33,09%
0	20	1.595.270	38,91%

La evaluación económica del proyecto permanece rentable mientras el precio sea mayor o igual a 17,69 Bs./Kg, entonces, si el precio aumenta, el proyecto resulta más rentable mientras mayor sea el porcentaje de incremento.

#### **7.4 EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL**

Éste punto, si bien es un factor importante a la hora de realizar cualquier proyecto, en el caso de la planta automatizada de fabricación de ductos éste impacto no considera grandes cambios en cuanto al ambiente y a la sociedad se refiere, debido a que los procesos de fabricación que se llevan a cabo no involucran una compleja estructura para su instalación y puesta en marcha.

Los niveles de impacto ambiental son despreciables debido a las siguientes consideraciones:

1. Servicios básicos para la planta como lo son:
  - 1.1. **Aguas blancas:** será empleada básicamente para la limpieza de la planta y aplicación en los baños del personal o sólo para suplir las necesidades personales de la plantilla. No conduce a un consumo industrial de la misma.
  - 1.2. **Aguas Negras:** por lo anteriormente descrito; el uso de los drenajes será mínimo y su tratamiento está considerado en los drenajes del complejo de galpones que desembocan en una planta de tratamiento.

- 1.3. **Electricidad:** la planta trabajará sólo en un turno de trabajo (ocho horas diarias), esto lleva a un consumo eléctrico del tipo industrial, sujeto al consumo de las maquinarias y equipos de la línea de producción e iluminación de la planta (oficinas y almacén-línea de producción).
2. En el proceso de producción los gases tóxicos ó calientes a la atmósfera son casi despreciables y no hay riesgo de que pueda afectar el aire de las adyacencias.
3. No existe riesgo de contaminación sónica para la comunidad y tampoco para los trabajadores de la empresa.
4. El manejo de desechos se canaliza a través de camiones que compran o recogen el material sobrante, pedazos de láminas galvanizadas, las cuales pueden ser recicladas para su posterior uso.

No existe riesgo de alterar el entorno social de forma negativa con la realización de este proyecto. La planta no va a influenciar perjudicialmente en el estilo de vida de las comunidades adyacentes, por el contrario, será una fuente de trabajo para la zona y fomentará el desarrollo intelectual mediante la aplicación de tecnología de punta en sus procesos. La planta permitirá la formación del buen empleado y estos serán a su vez protegidos por la empresa cumpliendo con las responsabilidades que imponga la ley vigente. Por otra parte la planta al estar ubicada en el sector industrial de la zona de esta manera se acopla al entorno de forma armónica.

**C  
A  
P  
I  
T  
U  
L  
O  
  
V  
I  
I  
I**

**RESUMEN DEL  
ESTUDIO**

## **RESUMEN DEL ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO**

Una vez realizado el estudio de factibilidad técnico-económico de la planta automatizada de fabricación de ductos, se puede concluir lo siguiente:

- La demanda de los ductos en todos los ámbitos nacionales, ha producido un impulso considerable en empresas de este tipo, registrando un crecimiento anual del 5 al 10%, lo cual es un indicativo de que este mercado está en crecimiento y se espera que se mantenga en aumento debido a la cantidad de proyectos venideros en los próximos años. Con una demanda de 200.000 toneladas anuales.
- Producto de la creciente demanda las empresas de fabricación de ductos han incrementado su capacidad de producción, alcanzando hasta 400.000 Kg/Año. La capacidad a instalar de la planta automatizada de fabricación de ductos será de 324.000 Kg/Año para poder cumplir con la demanda de FEIBO así como un porcentaje del mercado nacional.
- La planta fabricará ductos de alta calidad, eficiencia y cumplirá con las más exigentes normas a nivel internacional.
- La planta estará ubicada en la Región Central del país, específicamente en la Zona Industrial II de Valencia, Estado Carabobo.

- La planta requiere de 180 bobinas al año, lo cual contribuye con el crecimiento de la industria metalmeccánica perteneciente a este rubro, impulsando así al desarrollo de las mismas.
- Se utilizarán tres líneas de producción, una para fabricar tramos rectos, otra para piezas y la última para la producción de perfiles; los equipos que conformarán estas líneas serán automatizados, mediante los cuales se reducirá los tiempos de fabricación y se aumentará la calidad y el acabado de los mismos.
- A partir de la evaluación económica y según el estimado de costos, el proyecto es rentable con una producción de 324.000 Kg de ductos efectivos al año, a un precio de 20 Bs./Kg un muy buen precio al ofertado a nivel nacional.
- Con el análisis de sensibilidad de riesgo se pudo constatar que la variación en el precio del producto no representa un riesgo para la empresa siempre y cuando el precio del ducto este por encima de los 17,69 Bs./Kg manteniendo una producción constante de 324.000 Kg./Año.
- Otra variable de riesgo es la producción mínima que se debe perseguir para que no existan pérdidas en la planta, esta producción debe ser de 247.648 Kg/Año a un precio de 20 Bs./Kg.
- Esta planta proporcionaría una fuente de trabajo directo e indirecto.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arias Fidias, 1997. *El Proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica*, Editorial Episteme. Buenos Aires. 5<sup>ta</sup> Edición.
2. Sampieri, Roberto, Carlos Fernández y Pilar Baptista, 2004. *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill. México. 3<sup>ra</sup> Edición.
3. E. Paul De Garmo, William G. Sullivan, James A. Bontadelli, Elin M. Wicks, 1998. *Ingeniería Económica*. Prentice Hall. Santa Fe de Bogotá. 10<sup>ma</sup> Edición.
4. Richard Muther, 1970. *Distribución en Plantas*. Hispano Europa. Madrid. 2<sup>da</sup> Edición.
5. Naciones Unidas, 1958. *Manual de Proyectos de Desarrollo Económico*.
6. Baca Urbina, Gabriel. 1995. *Evaluación de proyectos*. Mc Graw Hill. México. 3<sup>era</sup> edición.
7. Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association, Inc. "SMACNA". 1995. *HVAC Duct Construction Standards: Metal and Flexible*. 2<sup>da</sup> Edición.
8. MOFINET. *Manual de Conceptos Financieros*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.mofinet.com/esp/manual.html>. [Consulta: 2008, Septiembre 3].
9. CLIMAVER. 2007. *Manual de Conductos de Aire Acondicionado*. Saint-Gobain Cristalería, S.A.

10. Maldonado P., Daniela. 2006. Instalación de Conductos de Climatización: Controlando el Aire. *Revista Técnica Bit* [Revista en línea]. Disponible: [http://www.revistabit.cl/body\\_articulo.asp?ID\\_articulo=1335](http://www.revistabit.cl/body_articulo.asp?ID_articulo=1335). [Consulta: 2008, Agosto 29].
11. Eastern Sheet Metal “ESM”. 2006. *Rectangular DuctWork*. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.easternsheetmetal.com/mainpages/productguides>. [Consulta: 2008, Agosto 29].
12. Consejo Nacional de Promoción de Inversiones “CONAPRI”. 2007. *Informe de Inversiones Venezuela 2007*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.conapri.org/>. [Consulta: 2008, Julio 19].
13. Asociación Venezolana de Galvanizadores “AVGAL”. 2006. *Mercado de Galvanizado en Venezuela*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.avgal.net/>. [Consulta: 2008, Agosto 3].
14. Banco Central de Venezuela. *Indicadores* [Documento en línea]. Disponible: <http://www.bcv.org.ve/c2/indicadores.asp>. [Consulta: 2008, Febrero 12].
15. Oficina Central de Estadística e Informática “OCEI”. *Información Estadística por Estado*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.ocei.gov.ve/>. [Consulta: 2008, Septiembre 15].
16. Anónimo. *Baños Galvánicos* [Documento en línea]. Disponible: <http://www.istas.net/fitema/att/li1.htm>. [Consulta: 2008, Agosto 10].
17. Ochoa, Elizabeth. 2008. *Hemeroteca VenEconomía*. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.veneconomia.com/site/>. [Consulta: 2008, Agosto 3].



18. ACL 2008. *Products* [Revista en línea]. Disponible:  
<http://www.aclmachine.com/products/ACL-Ducting-Machine-Series-.html>  
[Consulta: 2008, Agosto 10].
19. Banco de Desarrollo Económico y Social de Venezuela “BANDES”. 2008.  
*Créditos BANDES: Financiamientos*. [Documento en línea]. Disponible:  
<http://www.gobiernoenlinea.ve/docMgr/sharedfiles/Bandes.pdf>. [Consulta:  
2008, Junio 6].

## APÉNDICE

### A. ACERO GALVANIZADO

- a) Aplicaciones: Ampliamente usado como material para ductos; no está recomendado para manejar productos corrosivos o temperaturas mayores a 200 °C.
- b) Ventajas: Alta resistencia, alta rigidez, durabilidad, resistencia a la corrosión, disponibilidad, superficie lisa, no porosos, son de fácil manejabilidad, son soldables.
- c) Características Limitantes: Soldabilidad, aplicación de pintura, peso, resistencia a la corrosión.
- d) Observaciones: El acero galvanizado se encuentra disponible en calidad comercial, en forma de bobina o de láminas. Los requerimientos mínimos de los aceros para llevar a cabo los recubrimientos de galvanizado se encuentran en la Tabla A.1. En la Tabla A.2 se encuentran las distintas designaciones según el peso de recubrimiento por metro cuadrado.

**Tabla A.1: Requerimientos Químicos de los Aceros al Carbono (antes de galvanizar)**

ELEMENTOS	PORCENTAJES
Carbono (Máximo)	0,15
Manganeso (Máximo)	0,60
Fósforo (Máximo)	0,035
Azufre (Máximo)	0,040
Cobre (Mínimo)	0,2

El tipo de lámina de acero galvanizado que más se usa es de tipo Comercial Ligero (*Light Comercial*). Las láminas de acero galvanizado son fabricadas usando recubrimientos de zinc, estos llevan a su vez una designación de recubrimiento la cual puede observarse en la siguiente tabla:

**Tabla A.2: Peso del Recubrimiento de las Láminas y Bobinas de Acero Galvanizado**

TIPO	DESIGNACIÓN DE RECUBRIMIENTO	CLASE DE RECUBRIMIENTO ANTERIOR	MIN. CHECK LIMIT TRIPLE SPOT TEST g/m <sup>2</sup>	MIN. CHECK LIMIT SINGLE SPOT TEST g/m <sup>2</sup>
Regular	G235	2,75	717	610
	G210	2,50	640	549
	G185	2,25	564	488
	G165	2,00	503	427
	G140	1,75	427	366
	G115	1,50	351	305
	G90	1,25 Comercial	275	244
	<b>G60</b>	<b>Light Comercial</b>	<b>183</b>	<b>152</b>
	G01		No min	No min

El galvanizado se puede realizar bajo diversos métodos, algunos de esos métodos pueden ser los siguientes:

- Inmersión en caliente: primero se aplica al acero un baño químico (en ácido) para limpiar la lámina de las partículas de polvo, grasa y suciedad que puedan estar en la superficie, luego se lava y se sumerge en zinc fundido.
- Galvanizado Electrolítico: Se trata de un proceso electrolítico donde se adhiere el zinc a la pieza metálica, en este caso la lámina de acero. El zinc hace el papel del ánodo mientras que la lámina funciona como cátodo dentro

de una solución que contiene zinc, al pasar la corriente el ánodo se disuelve formando iones de zinc, sobre la lámina que actúa como cátodo se reducen los iones de plata formándose una capa de zinc.

- Sherardización: Se trata de un proceso donde las piezas de acero se calientan con una mezcla de polvo de zinc y arena en tambores rotatorios a una temperatura por debajo del punto de fusión del zinc (380°C – 400°C), generalmente se aplica a piezas pequeñas, ya que, es complicado calentar de manera uniforme piezas de tamaños considerablemente grandes.

**Tabla A.3: Peso de Recubrimiento de Láminas y Bobinas de Acero Galvanizado**

Tipo	Designación de recubrimiento	Clase de recubrimiento anterior	Min. Check Limit Triple Spot Test g/m <sup>2</sup>	Min. Check Limit Single Spot Test g/m <sup>2</sup>
Regular	G235	2,75	717	610
	G210	2,50	640	549
	G185	2,25	564	488
	G165	2,00	503	427
	G140	1,75	427	366
	G115	1,50	351	305
	G90	1,25 Comercial	275	244
	<b>G60</b>	<b>Light Comercial</b>	<b>183</b>	<b>152</b>
	G01		No min	No min

## **B. IMPACTO AMBIENTAL**

Se realiza con el uso de un conjunto de técnicas que buscan, como propósito fundamental, un manejo de los asuntos humanos de forma que sea posible un sistema de vida en armonía con la naturaleza.

La gestión de impacto ambiental pretende reducir al mínimo las intrusiones en los diversos ecosistemas, elevar al máximo las posibilidades de supervivencia de todas las formas de vida, por muy pequeñas e insignificantes que resulten desde cualquier punto de vista.

El hecho de desarrollar un estudio de impacto ambiental en las adyacencias de construcción de la planta, permiten evaluar y prever los siguientes aspectos:

- 1) Sobreutilización de recursos naturales no renovables.
- 2) Emisión de residuos no degradables al ambiente.
- 3) Destrucción de espacios naturales
- 4) Destrucción acelerada de especies animales y vegetales.

### **Identificación de los factores ambientales y evaluaciones de sus impactos en el medio.**

Un factor ambiental se refiere a un elemento con una actividad, producto o servicio de una organización, que interactúa con otros factores del medio ambiente. Los impactos se refieren a los cambios que ocurren en el ambiente como resultado de la acción directa de este factor y sus interacciones con los otros.

La empresa deberá identificar en todos los procesos productivos y la relación de estos con el medio ambiente y su impacto en el mismo. La identificación de los factores ambientales y la evaluación de los impactos ambientales asociados es un proceso que se puede tratar cumpliendo las siguientes etapas:

**Etapas 1:** Seleccionar una actividad, un producto o un servicio.

La actividad, el producto o el servicio seleccionado debería ser lo suficientemente importante en el sistema como para permitir un examen profundo y minucioso del mismo, para poder ser comprendido en profundidad.

**Etapas 2:** Identificar los factores ambientales relacionados con la actividad, el producto o el servicio.

Identificar la mayor cantidad de factores ambientales posibles asociados a la actividad, el producto o el servicio seleccionado.

**Etapas 3:** Identificar los impactos ambientales

Identificar la mayor cantidad posible de impactos ambientales reales y potenciales, positivos y negativos, asociados a cada aspecto identificado.

## **ANEXOS**

# ANTONINO ADRAGNA

Calle Urdaneta N° 70 Guacara  
Telf. 0414-3422021 0245-5641156  
e-mail: antoninoadragna@gmail.com antoninoadragna@cantv.net

## PRESUPUESTO

PARA: FEIBO SERVICIOS INDUSTRIALES C.A.  
OBRA: TRABAJOS DE RESTAURACIÓN EN GALPÓN Y OFICINAS  
DIRECCIÓN: GALPÓN 21, CENTRO EMPRESARIAL E INDUSTRIAL ARTURO MICHELENA  
FECHA: 14/05/2008

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	P/UNIT.	TOTAL
<b>1</b>	<b>TRABAJOS EN GALPÓN</b>				
1,1	MOVILIZACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA A NUEVA POSICIÓN. INCLUYE: FIJACIÓN AL PISO CON RAMPLUG EXPANSIVO Y UTILIZACIÓN DE MONTACARGA PARA EL TRASLADO.	SG.	1,00	2.400,00	2.400,00
1,3	COMPLEMENTAR ESTRUCTURA METÁLICA PARA EXTENDERLA LATERALMENTE HASTA LOS LÍMITES DE LAS PAREDES	SG.	1,00	2.000,00	2.000,00
1,4	CONSTRUCCIÓN DE PASARELA Y ESCALERA METÁLICA PARA ACCESO DESDE PLANTA ALTA A LA ESTRUCTURA METÁLICA	SG.	1,00	7.500,00	7.500,00
1,5	CONSTRUCCIÓN DE LOZA DE PLACA. INCLUYE: LÁMINAS DE LOSACERO, CONCRETO Rec:210KG/CM2. Y MALLA TRUCKSON DE 100 X 100.	M2.	27,87	200,00	5.574,00
1,6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PISO DE VINIL EN PASARELA, ESCALERA Y PISO DE ESTRUCTURA.	M2.	30,00	50,00	1.500,00
	CONSTRUCCIÓN DE PARED DE BLOQUE EN PLANTA ALTA DE ESTRUCTURA.	M2.	27,00	50,00	1.350,00
	CONSTRUCCIÓN DE FRISO EN PAREDES	M2	65,00	50,00	3.250,00
	PINTURA A BASE DE CAUCHO EN PAREDES INCLUYE ENCAMISADO.	M2	65,00	15,00	975,00
1,7	PINTURA ESMALTE EN ESTRUCTURA METÁLICA. INCLUYE PASARELA Y ESCALERA.	SG	1,00	800,00	800,00
1,8	PUNTO DE DATA PARA MAQUINA DE PLASMA (NO INCLUYE CABLEADO).	SG.	1,00	500,00	500,00
1,9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LÁMPARAS METALHAIDE PHILLIPS TIPO ANGAR MED. MDK II2 hip 400, INCLUYE BOMBILLO	UND.	6,00	980,00	5.880,00
1,1	CONSTRUCCIÓN DE TECHO RAZO JUNTA INVISIBLE EN ÁREA DE ESTRUCTURA METÁLICA.	M2	34,87	98,00	3.417,26
1,11	PUNTOS DE ELECTRICIDAD Y TELEFONO	PTO	4,00	120,00	480,00
1,12	LIJADO Y BARNIZADO DE PUERTAS DE BAÑO Y ACCESO DE OFICINA AL	UND.	3,00	40,00	120,00
	<b>SUB-TOTAL GALPÓN</b>				<b>35.746,26</b>
<b>2</b>	<b>TRABAJOS EN PLANTA BAJA</b>				
2,1	EMPLOMADO DE PISO DE GRANITO, INCLUYE REPARACIONES DE GRIETAS Y PERFORACIONES.	M2.	27,26	42,00	1.144,92
2,2	CONSTRUCCIÓN DE TECHO RAZO JUNTA INVISIBLE	M2	27,26	98,00	2.671,48
2,3	PINTURA CAUCHO EN TECHO RAZO.	M2	34,00	14,00	476,00
2,4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LÁMPARAS TIPO SPOT 5". INCLUYE BOMBILLO.	UND.	6,00	120,00	720,00
	<b>SUB-TOTAL PLANTA BAJA</b>				<b>5.012,40</b>
<b>3</b>	<b>TRABAJOS EN PLANTA ALTA</b>				
3,1	EMPLOMADO DE PISO DE GRANITO, INCLUYE REPARACIONES DE GRIETAS Y PERFORACIONES.	M2.	27,26	42,00	1.144,92
3,2	EMPLOMADO DE GRANITO EN ESCLONES DE ESCALERA.	SG	1,00	800,00	800,00
3,3	CONSTRUCCIÓN DE TECHO RAZO JUNTA INVISIBLE	M2	60,80	80,00	4.864,00
3,4	PINTURA CAUCHO EN TECHO RAZO.	M2	60,80	14,00	851,20
3,5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SIFON, GRIFERIA DE LAVAMANO Y CANILLAS FLEXIBLES.	UND.	2,00	145,00	290,00
3,6	DESMANTELAMIENTO DE MARCO Y PUERTA DE ACCESO AL GALPÓN EN PLANTA ALTA	SG.	1,00	100,00	100,00
3,7	DEMOLICIÓN DE PARED PARA NUEVA UBICACIÓN DE PUERTA. INCLUYE RECOLECCIÓN Y BOTE DE LOS ESCOMBROS.	SG	1,00	100,00	100,00
3,8	CONSTRUCCIÓN DE PARED EN ANTIGUA UBICACIÓN DE PUERTA. INCLUYE FRISO Y PINTURA POR AMBAS CARAS.	SG	1,00	320,00	320,00
3,9	LIJADO Y BARNIZADO DE PUERTAS DE BAÑO Y ACCESO DE OFICINA AL GALPÓN.	UND.	3,00	40,00	120,00
4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE LÁMPARAS TIPO SPOT 5". INCLUYE BOMBILLO.	UND.	6,00	120,00	720,00
	<b>SUB-TOTAL PLANTA ALTA</b>				<b>9.310,12</b>
	<b>TOTAL Bs.: ....</b>				<b>50.068,78</b>

ANTONINO ADRAGNA L.  
C.I. N° 957.119





## Cotización MultiCam 1-204-P

**Para:** Ing. Aldo Boccardo  
 Feibo servicios Industriales C.A.  
 Calle Real de Bella Vista  
 Mares L. Caracas Venezuela

**Teléfono:** 582124720653  
**Fax:** 582124726623  
**Correo:** ajboccardo@feibo.com.ve



**Fecha:** 31-1-2007

### Precios

Cantidad	N. Parte #	Descripción	P. Lista \$	Cantidad \$
1	1-204-P	1204-R (Área de trabajo de 60 pulgadas por 120 pulgadas)	\$26,922.00	\$26,922.00
1	MCHVOLT-03	Voltaje de la maquina de 220V / 230 V-AC de 3 Fases	\$0.	\$0.
1	PLASMA-0011	Hypertherm Power Max1250 80 amp Conventional Plasma Unit	\$5,512.50	\$5,512.50
1	94-00797-01	Shop Data - HVAC Fittings with Advanced Shape Nesting	\$11,025.00	\$11,025.00
1	CUSTOM-0033	Liner Cutting System (includes Tangential Knife - Material Clamp - and Roll Feeder)	\$10,500.00	\$10,500.00
3	INSTALLATION	Instalación de Equipo y Entrenamiento en las oficinas del cliente.	\$1,000.00	\$3,000.00

**Total: \$56,959.00**

**Términos:** 50% Por Adelantado y 50% restante Antes del envío de la maquina.

**Tiempo de entrega:** MultiCam está anticipando actualmente de 10-12 semanas del recibo del depósito.

**Incluye:** DNC, Conexión Directa De Ethernet, Documentación y manual de Equipo. Equipo de reparación y mantenimiento. Todos los gastos de viáticos, Avión, Hotel del técnico, están cubiertos por el párrafo de: Instalación de Equipo y Entrenamiento en las oficinas del cliente El técnico que hará la instalación de la maquina, cubrir el entrenamiento de la maquina, y el programa de dibujo.

**Garantía:** 1 Año en partes

**Requerimientos:** Computadora de escritorio con puerto RJ-45. La instalación Eléctrica debe de ser completa previa a la instalación de Equipo por cuenta del cliente.  
 Esta Cotización es valida por solo 30 días.

**Embarque de producto:** F.O.B. (Irving, TX) El Cliente es responsable de gastos de envi de Fabrica a destino final.

Atentamente,

Jorge Alejandro  
[jorge@multicam.com](mailto:jorge@multicam.com)



## Opciones Serie 1000 Plasma

N. Parte #	Descripción	P. Lista \$
1-101-P	1101 ( Área de trabajo de 50 pulgadas por 50 pulgadas)	\$21,997.50
1-103-P	1103 ( Área de trabajo de 50 pulgadas por 100 pulgadas)	\$23,940.00
1-204-P	1204 ( Área de trabajo de 60 pulgadas por 120 pulgadas)	\$26,922.00
1-208-P	1208 ( Área de trabajo de 60 pulgadas por 241 pulgadas)	\$42,724.50
PLASMA-0010	Unidad Hypertherm de Plasma - Power Max 1000 60 Amp. Recomendada para 1/4. Máximo de corte 1/2 .	\$4,126.50
PLASMA-0011	Unidad Hypertherm de Plasma - Power Max 1250 80 Amp. Recomendada para 3/8. Máximo de corte 1/2 .	\$5,512.50
PLASMA-0012	Unidad Hypertherm de Plasma - Power Max 1650 100 Amp. Recomendada para 1/2. Máximo Una Pulgada.	\$6,730.50
OPTION-0088	Computadora con Pantalla CNC de Interface – 1850 MHz Pentium III - 512 meg ram - Windows XP	\$6,720.00
942S5651-1	Programa de Diseño y Corte EnRoute 3 <u>Sin Nesteo</u>	\$2,495.00
942S5651-5	Programa de Diseño y Corte EnRoute 3 <u>Con Nesteo de Partes para ahorro de Material</u>	\$3,495.00
94-00797-01	Shop Data - HVAC Fittings with Advanced Shape Nesting	\$11,025.00
94-00797-02	Shop Data - Parts II Plus with Advanced Shape Nesting	\$9,450.00
CUSTOM-0033	Liner Cutting System (includes Tangential Knife - Material Clamp - and Roll Feeder)	\$10,500.00
OPTION-0047	Marking Scribe para marcado de numero de partes o piezas	\$2,625.00
94-01535-02	RP2 - 1500 CFM 3 hp Fume Evacuation Unit; 8 inch diameter inlet collar; Magnahelic Gauge; Low profile design with dust tray and silencer.	\$8,960.00

Para la serie 1000 se recomienda 3 días mínimos de instalación e entrenamiento (\$1,000 Dólares por día)  
 Esto incluye todos los gastos de viáticos, Avión, Hotel del técnico, están cubiertos por el párrafo de:

**3 Días Instalación de Equipo y Entrenamiento en las oficinas del cliente**

El técnico que hará la instalación de la maquina también cubrirá el entrenamiento de ella y el programa de dibujo en las oficinas del cliente.



ACL MACHINE CO., LTD.

Fecha: 22 de abril 2008

Para: Feibo Servicios Industriales C.A.  
Dirección: Calle Real de Bella Vista, Edificio Mares, Local C. Caracas Venezuela  
Teléfono: 582124720653  
Fax: 582124726623

### PRECIOS

Descripción	Cantidad	Precio Unitario S	Total S
Máquina Cortadora-Dobladora Mecánica Automatizada <b>Auto-line III</b>	1	49.500,00	49.500,00
Perfiladora TDC-TDF <b>MT30</b>	1	24.200,00	24.200,00
Dobladora Manual <b>WS-1.5x2500 TDF</b>	1	3.850,00	3.850,00
Formadora de Uniones (tramos rectos) <b>LC-12M</b>	1	3.495,00	3.495,00
Formadora de Uniones (tramos curvos) <b>R-10</b>	1	1.750,00	1.750,00
Dados de Troquel	2	880,00	1.760,00
<b>Total:</b>			<b>84.555,00</b>

### Términos y Condiciones:

- 50% de anticipo y 50% restante antes del envío de las máquinas
- El tiempo de entrega se estima entre 10 y 12 semanas
- 1 año de partes en garantía
- Los equipos incluyen: documentación del equipo, manuales de operación y mantenimiento, instructivo básico de instalación, visita de un técnico de ACL para verificar el estatus de instalación de los equipos y cable de comunicación para los equipos que los requieran.
- El embarque del producto (F.O.B.) corren por cuenta del cliente
- El envío se hace completo con todos los equipos
- La oferta es válida por 30 días

Atentamente:

Javier Martínez  
584164325467  
[jmartinez@acl.com](mailto:jmartinez@acl.com)

# ACL MACHINE INC.

100 West 9<sup>th</sup> Street • Brooklyn NY 11231 U.S.A. • Tel: 718-965-2227 • Fax: 718-965-2522  
 Home Page: WWW.ACLMachine.US E-mail : ACLMACHINE@YAHOO.COM

## 3 Roller Bending Machine



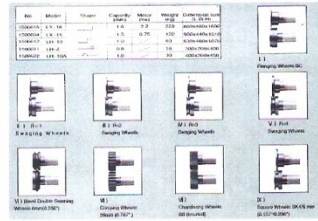
W11-1.2X1530 \$1500

## 3 Roller Bending Machine Motor Drive 18G W=5ft



W11-G1.2X1350 \$3450

## Power Swaging Tennyng Wiring Machine



Per Pair Wheels \$45



LX-18 \$1950  
One Pair Free Wheels



LX-15 \$1750  
One Pair Free Wheels

## Plasma Cutting Machine



ACL-3100 \$26,000

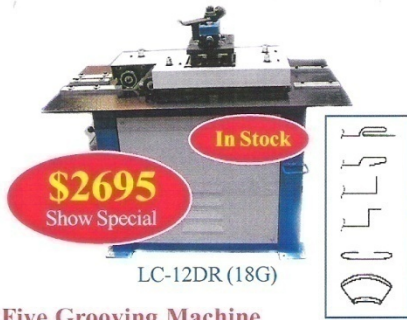
# ACL MACHINE INC.

100 West 9<sup>th</sup> Street • Brooklyn NY 11231 U.S.A.

• Tel: 718-965-2227 • Fax: 718-965-2522

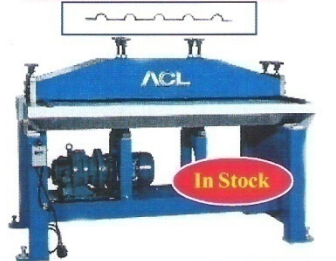
Home Page: WWW.ACLMACHINE.US E-mail : ACLMACHINE@YAHOO.COM

## Pittsburgh Lock Machine



LC-12DR (18G)

### Five Grooving Machine



G1.2X2000-5 (18G;W=6.5ft) \$5950

### High Speed Pittsburgh



LB-12V(18G) \$4950

### Foot Power Shearer



Q-11 1.2X1300 (18G;W=4ft) \$1375



LC-12M (18G)

### TDF Flange Machine



T-12 (18G) \$13900

### TDF Hand Folder



WS 1.5X1300 TDF (16G;W=4ft) \$1590

WS 1.5X1530 TDF (16G;W=5ft) \$2250

WS 1.5X2500 TDF (16G;W=8ft) \$3850

### Motor Drive Shearer



Q-11 4X2500 (8G;W=8ft)

## ACL MACHINE INC.

100 West 9<sup>th</sup> Street • Brooklyn NY 11231 • Tel: 718-965-2227 • Fax: 718-965-2522  
 Home Page: WWW.ACLMACHINE.US E-mail: ACLMACHINE@YAHOO.COM

### Hydraulic Folder



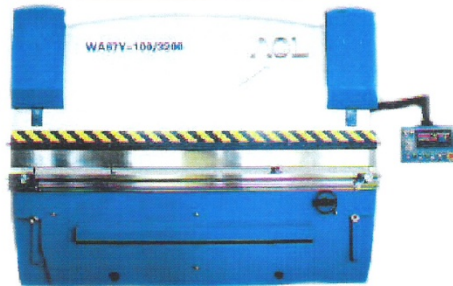
W62y 3X2500 (8G,8ft) \$18000  
 W62y 4X3100 (8G,10ft) \$20900

### Hydraulic Swing Beam Shearer



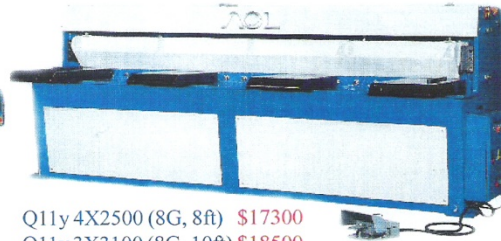
QC12y 4X2500 (8G,8ft) \$19700  
 QC12y 4X3200 (8G,10ft) \$20900

### Hydraulic Press Brake

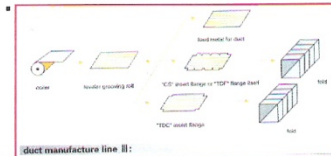


WA67y 40/1500 (5ft) \$13300  
 WA67y 80/3200 (10ft) \$23300

### Hydraulic Shearer



Q11y 4X2500 (8G, 8ft) \$17300  
 Q11y 3X3100 (8G, 10ft) \$18500



### Duct Manufacture Auto-line III (\$49,500)





6935 N.W 50 TH. STREET. MIAMI. FL. 33166 USA. TEL ( 305 ) 597-3684. FAX ( 305 ) 476-2514.  
E-mail: proteca@protecinc.com

## QUOTATION

No: FEJUL148

Date: 14/06/2008

To: FEIBO Servicios Industriales C.A.

Item	Qty	Description	Un. price	Total price
1	2	Ventilador GREENHECK modelo BSQ-140-10 para 2500 CFM vs 0.75", motor ODP 1 HP, 460/3/60, 1725 rpm.	\$ 2.323,00	\$ 4.646,00
2	1	Troqueladora VEDI modelo PE20 para 20 toneladas a 155 golpes con rango de ajuste 5 cm	\$ 6.976,67	\$ 6.976,67
3	1	Montacarga CLARK, modelo C30L de 6.000 lb (3.000 Kg) a combustión a gas o diesel de 2.4 litros	\$ 3.257,10	\$ 3.257,10
4	1	Compresor QUINCY, modelo QT-5HD motor bifásico 28 Ampere 230 voltios, 5 HP, 1000 PSI	\$ 3.720,00	\$ 3.720,00
<b>Total FOB Miami</b>				<b>\$ 18.599,77</b>

### Validity

- Oferta valida por 30 días.
- Oferta pagadera en Bolívares a la tasa oficial de cambio del día siempre. En caso de haber una devaluación en un período de 120 días posterior a la entrega, facturación y pago total de los equipos, el cliente deberá cancelar la diferencia que origine la devaluación por el monto total de la orden.
- El cliente deberá verificar que Los equipos quepan en Los lugares para ellos destinados al igual que el performance de los mismos.
- Términos de pago: por definir
- Tiempo de entrega estimado de 6 a 8 semanas.
- Equipos cubiertos por garantía estándar de 18 meses después del embarque o 12 meses después del arranque. Lo que suceda primero. Garantía consiste en el suministro de las partes defectuosas en el mismo lugar de entrega del equipo. No se incluye mano de obra por la instalación de dichas partes. Por favor no dude en comunicarse con nosotros en caso de querer extender esta garantía.

Valencia, 26 de Mayo de 2008

Señores.  
**FEIBO, C.A.**  
Presente.

Att. Luis Rosales

Luego de darle un cordial saludo, sirva la presente para ofertarles los precios de los materiales requeridos:

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad Mínima</b>	<b>Precio Bs. F /Kg</b>	<b>Total</b>
BOBINA GALVANIZADA CAL 24 0.60 X 1219 G-60	2.000 kg	<b>4,32</b>	<b>8.640,00</b>
BOBINA GALVANIZADA CAL 22 0.70 X 1219 G-60	2.000 kg	<b>4,16</b>	<b>8.320,00</b>

Sub Total: 16.960,00  
IVA 9%: 1.526,40  
**Total: 18.486,40**

**Condiciones:**

**Contado contra Orden de Compra.**

Entrega: 07 días hábiles.

Flete exonerado a partir de 10 Toneladas.

Sin más a que hacer referencia, se suscribe a usted,

---

Lic. Greta Cordido H.  
Telf: (0414) 4390922