

## CAPITULO V CALCULOS Y DISEÑO DEL COLECTOR DE POLVOS.

De acuerdo a lo tratado anteriormente se procede a realizar el cálculo teórico de colector de polvos, su diseño e implementación.

### 5.1 CALCULOS

Estos se realizaron de acuerdo a la selección de los componentes del colector

Ventilador 560w, 127v, Modelo RB40VA

Volumen de aire: 0 .....3.8 m<sup>3</sup>/min, (0.... 155.35 ft<sup>3</sup> /min)

Presión: (0..... 5.5) KPas, (0 ..... 22 (W.G H<sub>2</sub>O)

Nota: Condiciones a nivel del mar.

Velocidad de giro: (0..... 16000) rpm

Potencia: 560 W.

#### Filtro

Tipo: Cartucho

Área filtrante: 45 ft<sup>2</sup>

Material de fabricación: Celulosa cubierto con nano fibra.

Merv 13. (Ashrae)

#### Corrección de la presión estática.

Temperatura = 20 °C

Altitud: 0 msnm

Presión barométrica al nivel del mar= 785 mm Hg

Densidad= 1.2 kg/m<sup>3</sup>, (0.075 lb/ft<sup>3</sup>)

Temperatura= 20 °C

Altitud promedio ciudad de México= 2240 msnm

Presión barométrica promedio ciudad de México= 583 mm Hg

Densidad= 1.10 kg/m<sup>3</sup>

Ventilador (Descarga libre)

Presión (Nivel del mar)= 22 W.G H<sub>2</sub>O

Presión (México D.F)= 16.6 W.G H<sub>2</sub>O

16) W.G H<sub>2</sub>O= pulgadas columna de agua.

Entrada= 2 in. (Succión)

Flujo aire= 76 CFM ( ft<sup>3</sup> min)

A.M.R= 1.69 CFM (ft<sup>3</sup> min)

Caída de presión a través del filtro:

Filtro limpio= 1.8 W.G H<sub>2</sub>O

Filtro sucio = 3.7 W.G H<sub>2</sub>O

Comportamiento del ventilador

Filtro limpio (Flujo vs Presión estática)

A= 83 CFM vs 15.3 W.G H<sub>2</sub>O

= 83 CFM vs 3.97 A

Filtro Sucio (Flujo vs Presión estática)

B= 72 CFM vs 13.4 W.G H<sub>2</sub>O

= 72 CFM vs 3.70 A

Perdidas de presión (A través del filtro).

A-B= 1.9 in, W.G H<sub>2</sub>O (Condiciones actuales)

A-B= 2.5 in, W.G H<sub>2</sub>O (Condiciones nivel del mar)

Entrada de aire en manguera

Velocidad promedio= 3500 rpm

Flujo= 75 p.c.m

Pérdida por fricción= 11. W.G H<sub>2</sub>O x cada 100 ft

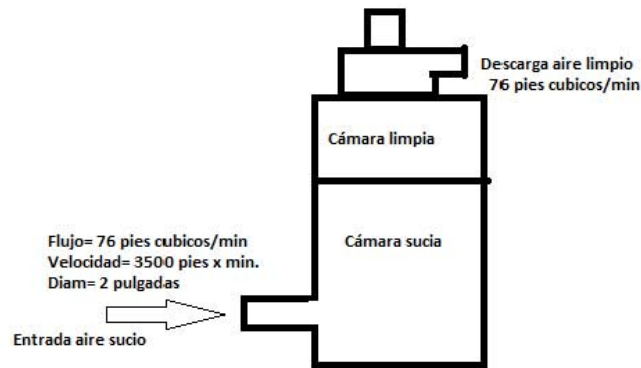
Pérdida real= 0.11. W.G H<sub>2</sub>O

Factor= 1.37 Material rugoso

Pérdida total= 0.15 W.G H<sub>2</sub>O

A continuación se muestra como queda la entrada y la salida de acuerdo a los cálculos hechos figura 5.1 (ver página 49).

17) CFM = flujo en pies cúbicos por minuto



**Figura 5.1 de datos de entrada y salida del colector.**

## **5.2 Diseño del gabinete para el colector de polvos.**

Para obtener el diseño del gabinete de nuestro colector de polvos, se consideró que las dimensiones debían permitir que los elementos del colector funcionaran de manera óptima, además de ser suficientemente grande como para dividirlo en varias cámaras para el paso del aire en sus diferentes etapas. Con estas premisas, después de explorar varias opciones, se pensó en el siguiente diseño.

La parte central del gabinete será el área donde entre el aire sucio y se lleve a cabo la limpieza del polvo, en el sistema la llamamos cámara sucia [1] figura 5.2 (ver página 50); siguiendo con las necesidades del gabinete se le añadió en la parte inferior de la cámara sucia un depósito para las partículas que se desprenden del filtro, la parte del cajón [2] figura 5.2 (ver página 50); es donde caerán los residuos del polvo y las partículas que resulten de la limpieza del filtro dentro del colector, se desarrolló en forma de cajón ya que esto nos hace más cómodo el retiro de los desechos de una forma rápida y sencilla, una vez " que el polvo se acumule" o "que la cantidad de polvo sea considerable" solo se tiene que sacar el cajón y sacudirlo, para posteriormente regresarlo a su posición original sin tener que abrir o desarmar ninguna parte del gabinete.

Una vez diseñadas las cámaras donde se concentra el polvo y los residuos pasamos al área del gabinete en donde se concentra el aire limpio que pasa a través del filtro y se succiona hacia la superficie para expulsarlo al exterior, por esta razón a esta parte se le llama cámara limpia [3] figura 5.2.

El diseño de esta área fue estudiado con mucho cuidado analizando las diferentes opciones que podíamos tener para acomodar los componentes restantes como el solenoide y el ducto de succión de aire.

El solenoide que es el que realiza la inyección del aire comprimido al filtro para limpiarlo y el ducto limpio que conecta a esta cámara con el motor que succiona el aire para sacarlo al exterior.

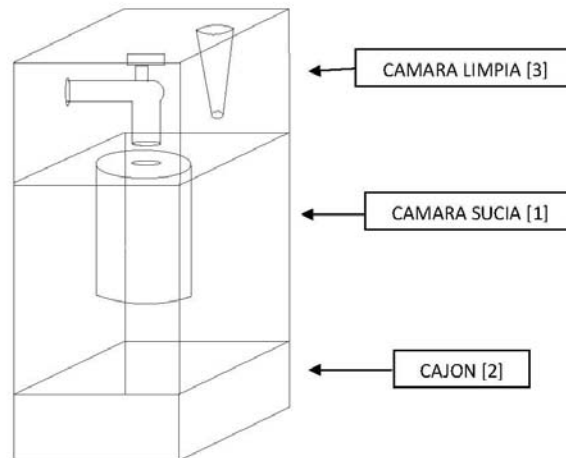


FIGURA 5.2 DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DEL GABINETE PARA EL COLECTOR DE POLVOS.

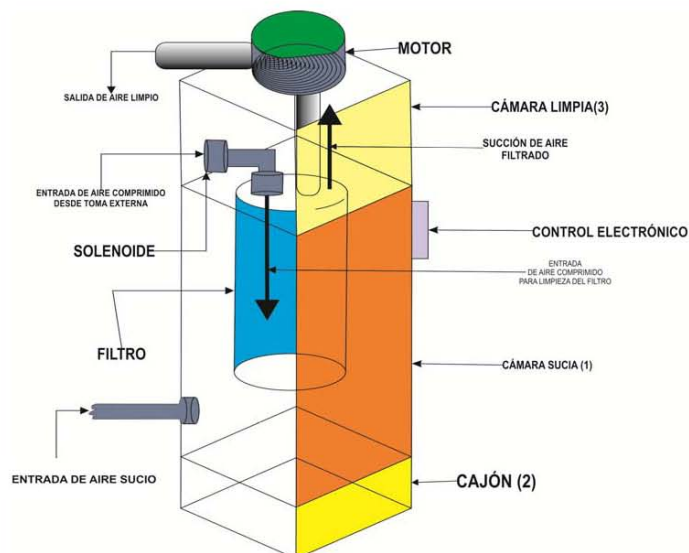
Se optimizaron las dimensiones y condiciones para obtener la cámara limpia, ya que es la parte más compleja del gabinete en cuanto a elementos y su colocación.

El motor, el compresor, el sensor y el tablero electrónico no son necesarios dentro del gabinete y se colocan fuera para facilitar su mantenimiento y reparación.

El diseño del gabinete del colector de polvo está basado en las necesidades básicas de cada elemento en nuestro sistema y es por esto que también tenemos que considerar que cada uno de estos lleva sus propias conexiones, ya sean eléctricas o mecánicas.

A partir de las características de cada dispositivo, se diseñó una posición que permitiera el funcionamiento ideal con sus conexiones, que son las siguientes: conectores mecánicos de plástico y fierro así como mangueras plásticas, abrazaderas metálicas y cables de alimentación eléctrica.

Esto implica establecer conjuntamente con cada parte del sistema su colocación dentro o fuera del gabinete y planear el lugar correcto de los orificios por donde pasaran mangueras o cables y evitar problemas de sellado que ocasionen fugas de aire que puedan provocar pérdidas de presión en la succión.  
Figura 5.3 (ver página 52).



**FIGURA 5.3 DISEÑO DEL GABINETE Y ELEMENTOS DEL COLECTOR DE POLVOS.**

Una vez ubicados los elementos con sus conexiones en el gabinete del colector de polvos es posible estructurar los diagramas con las dimensiones reales de nuestro gabinete, lo cual nos permite tener parámetros y decidir el material que más nos convenga para fabricarlo, consideramos el peso de cada componente para tener una referencia y saber la rigidez del material que se debía utilizar.

Otro aspecto importante para el diseño del gabinete era conocer como se comportaba cada elemento ya funcionando, es decir, el movimiento de vibración o en su caso el impacto del aire ya que tanto en la succión como en la inyección, el aire presenta cierta fuerza que se ejerce directamente sobre el gabinete y en los dispositivos.

Al tener definidas las características de tamaño, peso y movimiento de los elementos se desarrolló el diseño final del gabinete, se determinó con exactitud las medidas y formas que teníamos que implementar para colocar las partes que conforman el colector de polvos.

### 5.3 Elección de los materiales para la fabricación del gabinete.

Para elegir los materiales idóneos para elaborar el gabinete del colector de polvos, primero nos enfocamos en estudiar las características de cada elemento que habíamos recopilado en el diseño del gabinete y a partir de esto decidir el material de acuerdo a la rigidez y la fuerza que necesitaba el gabinete para soportar la presión del aire y el soporte de los elementos que conforman el sistema.

Una de las condiciones más importantes que debía presentar nuestro material era el manejo para unirlo a otros materiales y que pudiera sellarse con facilidad para evitar fugas de aire que afectaran al sistema.

Con lo anterior llegamos a la conclusión de que tenía que ser un plástico rígido que no se deformara fácilmente y que soportara el peso de los componentes.

Partiendo de estas condiciones buscamos información acerca de los plásticos utilizados en el área mecánica para la fabricación de piezas o estructuras protectoras y encontramos lo siguiente:

#### MATERIALES TERMOPLÁSTICOS

Los termoplásticos están constituidos por cadenas unidas entre sí débilmente. Es un tipo de plástico que permite calentar, moldear y enfriar en un número de veces indefinidas. Es por esto que pueden ser utilizados en infinidad de productos y elementos de plástico que necesiten firmeza.

Tabla 5.1 Clasificación de los termoplásticos y características.

NOMBRE		PROPIEDADES	APLICACIONES
<b>Policloruro de vinilo</b> (PVC)		Amplio rango de dureza Impermeable	Tubos, desagües, puertas, ventanas
<b>Poliestireno</b> (PS)	Duro	Transparente pigmentable	Juguetes, carcasas, coche
	Expandido (porexpán)	Esponjoso y blando	Aislamiento térmico y acústico, envasado , embalaje ("corcho blanco " ),
<b>Polietileno</b> (PE)	<b>Alta densidad</b>	Rigido, resistente y transparente	Utensilios domésticos (cubos, juguetes)
	<b>Baja densidad</b>	Blando y ligero, transparente	Depósitos, envases alimenticios
<b>Polimetilmetacrilato</b> (PMMA)		Alto rango de rigidez, Transparente y rígido.	Ventanas, óptica, automóviles y la construcción.
<b>Policarbonato (PC)</b>		Fácil de trabajar, moldear y termoformar,.	Faros, pilotos de automóvil, ventanas, carteles luminosos, gafas de protección, relojes...

Instituto Mexicano del Plástico Industrial, Enciclopedia del plástico 2000, Publicación del Centro empresarial del plástico, México D.F., México

De acuerdo a la información de la tabla anterior y dentro de este rango de plásticos que son utilizados para estructuras nos enfocamos concretamente en buscar información acerca del Polimetilmetacrilato para tener referencias y como resultando se obtuvo la siguiente información:

**Polimetilmetacrilato (PMMA):** Plástico acrílico o también conocido como polimetacrilato de metilo. La lámina de acrílico se obtiene de la polimerización del metacrilato de metilo y la presentación más frecuente que se encuentra en la industria del plástico es en láminas. Tiene excelentes características mecánicas, resistencia a la intemperie y se puede pulir con facilidad.



También se utiliza para fabricar objetos que permitan el paso de la luz y la visión a través de estos, ya que se puede encontrar en una presentación traslúcida o transparente.

En ocasiones se emplea como sustituto del vidrio con el beneficio de una mayor resistencia a los golpes debido a su rigidez. Otras aplicaciones del metacrilato son las ventanas o paneles de diversos tipos, piezas de óptica, muebles, en la industria del automóvil y la construcción.

Considerando la información de este material y de acuerdo a nuestras necesidades se decidió que este plástico acrílico, a diferencia de otros materiales, sus características nos permitían trabajar con más comodidad y sellarlo con facilidad.

El acrílico se adhiere fácilmente con silicón porque es un pegamento que además de sellar puede unir fácilmente dos partes de acrílico o este con otros materiales como lamina, aluminio y otros plásticos de diferentes propiedades.

La información de los conceptos presentados nos indican los materiales para la fabricación de nuestro gabinete, también se utilizarán partes metálicas para las conexiones y algunas de plástico como mangueras. Para fijar y sellar estos elementos así como el motor y el solenoide se usara el silicón que nos da ventajas por sus características y por su fácil aplicación.

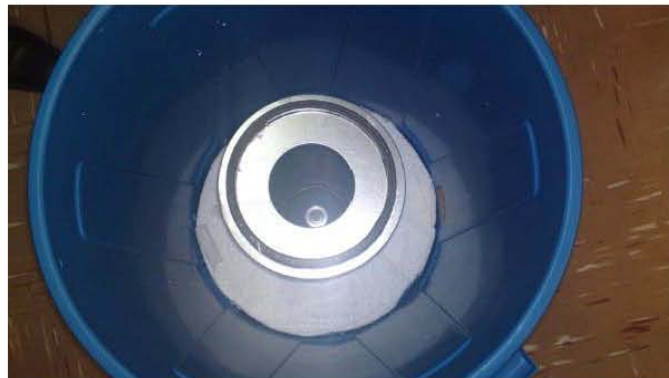
Por último, los soportes que utilizaremos para fijar el filtro a la base serán algunos tornillos con tuercas que nos ofrecen una mejor fijación al gabinete los cuales se pueden instalar fácilmente en el acrílico y nos ofrecen la rigidez necesaria para soportar los elementos sin tener problemas de vibración.

#### **5.4 Construcción del prototipo y verificación del diseño.**

Una vez que se tenía diseñado el gabinete del colector de polvos y se decidieron los diversos materiales para su fabricación se desarrolló un prototipo que nos serviría para conocer el comportamiento real y si los cálculos junto con las dimensiones que inicialmente habíamos planeado para el gabinete funcionarían como habíamos pensado o si era necesario hacer cambios en el diseño por alguna cuestión física o característica en el funcionamiento real de los componentes al trabajar conjuntamente.

El prototipo tenía características físicas y tamaños semejantes a cada cámara al gabinete que se diseñó inicialmente.

Buscamos un cuerpo ( ver imagen 5.1) que nos sirviera como base para trabajar la base del gabinete, y que fuera de práctico manejo y de bajo costo encontramos un bote de plástico de dimensiones necesarias para almacenar el filtro y que nos permitiera representar las tres cámaras que componen al gabinete.



**IMAGEN 5.1 INSTALACIÓN DEL FILTRO EN EL PROTOTIPO.**

Para separar las cámaras utilizamos placas de unicel (ver imagen 5.2) cortadas a la medida, en la parte inferior del bote y en la parte media para almacenar el filtro, delimitar la cámara sucia y la cámara limpia con los orificios necesarios para las entradas y salidas de aire necesarias y la interacción de este con los elementos y con esto observar su funcionamiento real para captar el polvo y verificar el sistema de limpieza en cada cámara.



**IMAGEN 5.2 USO DE UNICEL PARA DELIMITAR CAMARAS EN EL PROTOTIPO.**

En esta parte también se decidió utilizar silicón con la finalidad de verificar desde este punto que su adherencia fuera la que necesitábamos, así como hacer pruebas para observar su comportamiento al trabajar con plásticos rígidos tomar las debidas precauciones en su aplicación y tiempo que necesitaba para endurecerse en la unión de partes de plástico rígido y de diferentes materiales como mangueras y cables, además revisamos su desempeño como sellador para evitar fugas de aire.

Por otra parte se acondicionó la tapa del bote para ser la parte superior del gabinete y que en esta se alojaran, tanto el motor de la succión en la parte exterior, como el solenoide en la parte interior del bote que sería la cámara limpia. Ahí mismo instalamos el ducto que conecta la cámara limpia con el motor.

Para poner a funcionar el colector de polvos se hicieron las conexiones necesarias instalando mangueras y conexiones eléctricas para el sistema de control y la alimentación del motor.

Al implementar el prototipo, nos pudimos percatar de que teníamos que definir con más precisión algunas conexiones, como las de solenoide con el compresor, ya que las salidas de sus conectores tenían diferentes diámetros y se tenía que utilizar reducciones para conectar las mangueras necesarias. En la parte mecánica nos dimos cuenta que al utilizar un ducto recto en vez de uno con pliegues, teníamos una menor pérdida de presión, se comprobó que el aire que se inyecta para la limpieza del filtro era suficiente y el sistema funcionaba correctamente (ver imagen 5.3).



**IMAGEN 5.3 COLOCACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL PROTOTIPO Y VERIFICACIÓN DE FUNCIONAMIENTO.**

### 5.5 Proceso de fabricación del gabinete y fijación de elementos.

Con la estructura del sistema prototipo como base y teniendo definidas las partes del gabinete, ya estábamos en posibilidades de fabricarlo y comprobar que las dimensiones que teníamos en el prototipo eran apropiadas, en las pruebas realizadas a este; se verifico el correcto funcionamiento del motor para la succión de aire y en el solenoide la expulsión de aire para la limpieza del filtro, con estas bases, decidimos que las medidas del gabinete tenían que ser lo más cercanas posibles a las del prototipo para garantizar que el funcionamiento fuera igual en nuestro gabinete final ya que utilizaríamos los mismos elementos.

Las medidas del gabinete se presentan en el siguiente diagrama, figura 5.4

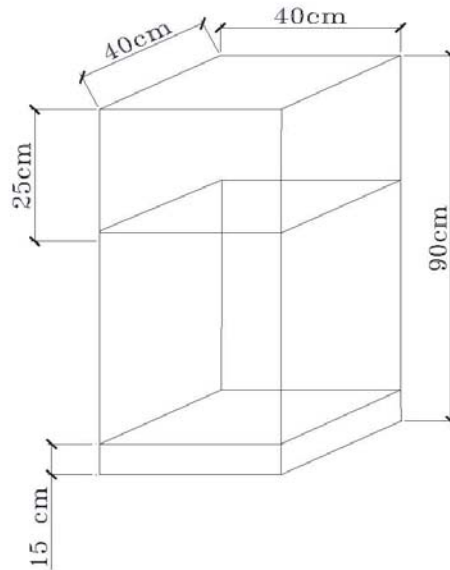
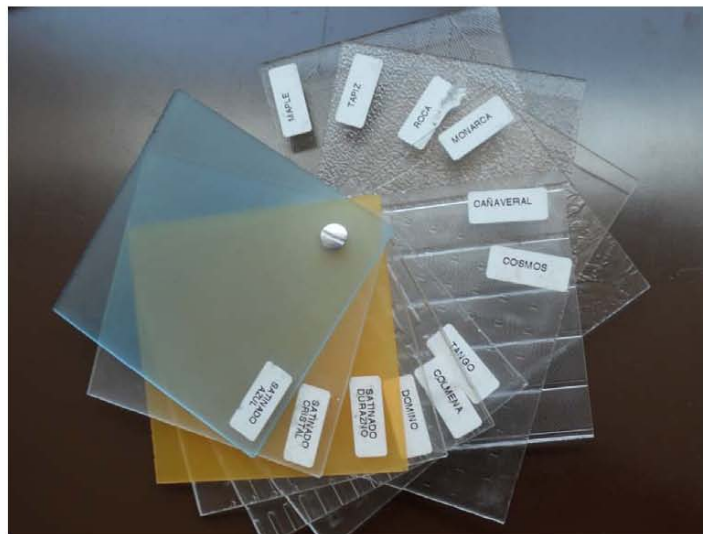


Figura 5.4 DIMENSIONES DEL GABINETE

Con las medidas establecidas y con la previa decisión de que el gabinete sería de plástico acrílico buscamos un tipo de este que se adaptara a las necesidades del gabinete, pero esto no resultó tan fácil ya que dentro de los plásticos acrílicos existe una amplia gama de estos, y a simple vista parecían similares pero que realmente sus características eran diversas como se observa en la imagen 5.4.

Al principio elegimos sin experiencia un acrílico que utilizamos como referencia para ver su comportamiento y resultó que en las primeras pruebas donde se montaron los elementos del colector que tenían un peso considerable, el acrílico resultó ser frágil y de poca resistencia así que no soportaba el peso de los elementos y se rompía por falta de rigidez, partiendo de esto se tuvo que hacer una investigación de campo y visitar directamente a proveedores de acrílico para verificar físicamente las propiedades del material destacando el peso que soportaba y el acabado que se podía manejar como el color y la textura.



**IMAGEN 5.4 DIVERSAS PRESENTACIONES DE ACRILICO.**

Dentro de nuestra investigación de los materiales encontramos un distribuidor de acrílico que nos proporcionó la orientación necesaria sobre los usos y las características de los diferentes acrílicos, para que nosotros escogiéramos el que más nos conviniera de un par de propuestas ya que el material presentaba diversos costos por sus características, de tal forma que al final se decidió que el acrílico que usaríamos sería tipo cristal de grado semi industrial con acabado liso transparente de 6mm de espesor para la estructura del cuerpo y el mismo material pero de 12mm de espesor en la base superior de la cámara limpia que es donde se tiene la mayor carga de peso.

La ventaja principal que presentaba el distribuidor es que en sus talleres realizaban los cortes y doblado del material que al principio se compra como una lámina de una sola pieza y que presentando nuestro diseño previo se trabajaría para llevar a cabo los cortes de las partes que conforman al gabinete y nos facilitaba mucho la fabricación para evitar problemas en las divisiones del material y en las uniones ya que estas serían trabajadas con un proceso especial que se le da al acrílico para doblarlo por medio de calentamiento.

Una vez que se tenía completamente identificado el material y como se fabricaría comenzamos con la primera parte de este proceso, con las medidas del diseño se empezó a trabajar y lo primero fue cortar y moldear el acrílico para formar tres de las cuatro paredes externas del gabinete junto con la base inferior y con estas soportar la parte superior de la cámara limpia como se muestra en la imagen 5.5 (Ver página 62).

Después se colocó la placa superior del gabinete esta base es de mucha importancia ya que el calibre del acrílico de las paredes del gabinete se propusieron de acuerdo al peso de esta placa que tuvo que ser considerada de un espesor mayor para poder soportar al motor y el solenoide que son los componentes con mayor peso del colector de polvos y por tal motivo esta superficie es de 12mm mientras que las paredes del gabinete así como sus demás partes son de un espesor de 6mm.

Lo anterior se decidió a partir de la pruebas preliminares que se hicieron con un acrílico de menor calibre y que no soporto el peso de los elementos ya que se doblaba cuando los colocamos y una vez funcionando estos, presento una ruptura en su estructura, considerando esto se decidió usar un mayor espesor en el acrílico de esta superficie para evitar fisuras por fragilidad del material.



**IMAGEN 5.5 BASE DEL GABINETE Y SUPERFICIE SUPERIOR.**



Una de las paredes no se colocó junto con las otras ya que en el diseño, se planeó que funcionaría como una puerta abatible y se consideró de esta manera por tres cuestiones importantes del gabinete; la primera es porque después de fabricar el gabinete se tenían que instalar los elementos internos y esto sería por medio de este acceso, la segunda fue para retirar el cajón de acumulación de residuos por esta puerta y la tercera es porque se consideró que si era necesario algún mantenimiento al sistema se tendría que abrir el gabinete y esto se podría hacer con esta parte sin tener desajustes en la estructura.

La siguiente parte que se trabajó fue la separación entre la cámara limpia y la sucia que también es la superficie que sirve como base para sujetar el filtro y lleva un orificio que es el ducto para el paso de aire tanto en succión como en inyección, y este elemento se fabricó considerando dos soportes laterales en el gabinete para deslizarlo y quitarlo con facilidad para cualquier mantenimiento o cambio.

La placa es completamente desmontable pero se ajustó perfectamente a la estructura perimetral del gabinete con el fin de impedir el paso de aire sucio, que se encuentra en la parte inferior y mantener el tener el aire limpio, del lado superior de la superficie en la cámara limpia. Esto se aprecia en la imagen 5.6 (ver página 64).

Continuando con la fabricación de las partes del gabinete se conformó según el diseño la parte del cajón, ajustando su integración al gabinete para que también fuera deslizable por la superficie inferior de la cámara sucia y poder sacarlo sin problemas cada que se requiera limpiarlo y cumplir con su función de acuerdo al sistema acumulando en este el polvo que resulta de la limpieza del filtro para su posterior retiro.



**IMAGEN 5.6 COLOCACIÓN DE PLACA PARA DIVISIÓN DE CÁMARAS.**

La siguiente actividad fue hacer los orificios que se proyectaron en el diseño por donde pasaran las conexiones de las mangueras de alimentación de aire y también por los que se conectara el ducto del motor de succión, la instalación del solenoide y el de la entrada de aire sucio.

Por último se montó en el gabinete la placa de acceso al gabinete que se mencionó anteriormente y para su instalación se necesitaron colocar bisagras también de acrílico, en la estructura perimetral que ya se había armado y que son el elemento que nos proporciona el abatimiento y soporta la placa perimetral para que funcione como puerta. Como se puede apreciar en la imagen 5.7 (Ver página 65).



**IMAGEN 5.7 PUERTA DE ACCESO AL SISTEMA**

Ya que se conformó el gabinete con todas sus partes, se instalaron los elementos del sistema, primero se colocó el solenoide para centrarlo y que coincidiera la boquilla de disparo directamente al orificio del filtro y todas sus conexiones, el siguiente fue el motor y su soporte mediante la boquilla de succión para terminar con el control electrónico y los sistemas de medición del aire.

Una vez que se instalaron los elementos se procedió a sellar el perímetro de la puerta para evitar fugas de aire con una cinta especial que tiene pegamento por los dos lados y se adhiere a los extremos en contacto también las partes de ajuste de los orificios se sellaron perfectamente con silicón para evitar pérdidas de presión por fugas de aire.

El gabinete junto con los elementos que forman el sistema del colector de polvos se encontraban listos y con esto la parte de fabricación quedo concluida y daba paso a las pruebas del gabinete y las del colector de polvos en general. Como se ver en la siguiente imagen 5.8



**IMAGEN 5.8 COLECTOR DE POLVOS CON SISTEMA DE AUTOLIMPIEZA CONCLUIDO.**

#### Referencias

Instituto Mexicano del Plástico Industrial, Enciclopedia del plástico 2000, Publicación del Centro empresarial del plástico, México D.F., México