

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE PINTURA  
AERONÁUTICA PARA EL ITSA**

**POR:**

**VICUÑA PAULI JUAN PABLO**

**Proyecto de grado presentado como requisito para la  
obtención del título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2006**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **VICUÑA PAULI JUAN PABLO**, como requisito parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

---

**Ing. Guillermo Trujillo J.**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, Abril 26 del 2006.

## **DEDICATORIA.**

Este trabajo lo dedico a Dios y al Divino Niño, por ser la fuerza de mi voluntad y a todas las personas a quienes me supieron apoyar a cada instante, en especial a mi padre y a mi madre quienes con mucho esfuerzo y sacrificio estuvieron siempre a mi lado y dejando de todo me dieron lo mejor de sí, también a un ser muy especial que es la razón de mi vida, a mi hermana y a su esposo quienes me brindaron su apoyo incondicional, al Señor Carlos Gordillo y a su Señora Esposa Gladis Zambrano y a toda su familia, que me hicieron sentir el calor familiar, quienes me brindaron mucha ayuda sin esperar nada a cambio, y como olvidar al amor de mi vida Stephany Carolina quien a pesar de todo a estado conmigo en los triunfos y fracasos, simplemente a cada instante.

**PABLO VICUÑA.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la FUERZA AÉREA ECUATORIANA por haberme dado la oportunidad de estudiar en el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO y por formarme militarmente en la ESCUELA TÉCNICA DE LA FUERZA AÉREA, a todo el Cuerpo de Señores Instructores Militares , de igual forma a los Señores Profesores quienes me brindaron sus conocimientos y por su apoyo desinteresado, que han hecho posible la realización de este proyecto.

Gracias Divino Niño por haber estado a mi lado siempre guiándome y protegiéndome, por haberme bendecido con mi familia y por haber conocido a muchas personas de gran corazón y por darme las dos felicidades mas grandes de mi vida Jean Paúl y Stephany Carolina.

**PABLO VICUÑA.**

## ÍNDICE

Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice.....	V
Lista de figuras.....	XI
Lista de tablas.....	XIII
Lista de diagramas.....	XIV
Resumen.....	1

### CAPITULO I

#### MARCO TEÓRICO

Introducción.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
➤ Objetivo general.....	4
➤ Objetivo específico.....	4
1.4. Alcance.....	5

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Cabina de pintura.....	6
2.2. Tipos de cabinas.....	9
2.2.1. Cabinas de flujo vertical.....	9

2.2.2. Cabina de flujo semivertical.....	9
2.2.3. Cabina de flujo horizontal.....	10
2.2.4. Cabinas tipo globo.....	11
2.2.5. Cabinas de tipo húmedo.....	11
2.3. Cabinas de pintura garantías para la protección ambiental.....	14
2.4. La importancia de la filtración.....	15
2.5. Evolución constante.....	16
2.6. La directiva COV.....	17
2.7. Ventajas de la cabina de pintura para el taller.....	17
2.8. Ventilación.....	18
2.8.1. Renovaciones o cambios de aire.....	19
2.8.2. Renovación del ambiente.....	19
2.8.3. Ventilación localizada.....	28
2.8.4. Maneras de ventilar.....	29
2.8.5. Sistemas de ventilación.....	32
2.8.5.1. Ventilación natural.....	33
2.8.5.2. Ventilación mecánica.....	35
2.9. Ventiladores.....	37
2.9.1. Tipos de ventiladores.....	39
2.9.1.1. Ventiladores axiales y helicoidales.....	39
2.9.1.2. Ventiladores centrífugos.....	42
2.9.2. Selección de ventiladores.....	43

## CAPITULO III

### ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

3.1. Planteamiento de alternativas.....	46
3.2. Estudio de alternativas.....	47
3.2.1. Primera alternativa.....	47
3.2.2. Segunda alternativa.....	47
3.2.3. Tercera alternativa.....	48
3.2.4. Cuarta alternativa.....	49
3.2.5. Quinta alternativa.....	50
3.3. Parámetros de evaluación.....	51
3.3.1. Aspecto técnico.....	52
3.3.1.1. Funcionalidad.....	52
3.3.1.2. Rendimiento.....	52
3.3.1.3. Facilidad de operación y control.....	52
3.3.1.4. Materiales.....	52
3.3.1.5. Procesos de construcción.....	52
3.3.1.6. Fiabilidad.....	53
3.3.2. Aspecto económico.....	53
3.3.2.1. Costo de fabricación.....	53
3.3.3. Aspecto complementario.....	53
3.3.3.1. Tamaño.....	53
3.3.3.2. Forma.....	53
3.4. Selección.....	53
3.4.1. Matriz de evaluación.....	54
3.4.2. Matriz de decisión.....	55

3.4.3. Selección de la mejor alternativa.....	56
3.5. Ubicación.....	56

## **CAPITULO IV**

### **CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA DE PINTURA.**

4.1. Ubicación definitiva.....	57
4.2. Dimensiones de la cabina.....	58
4.3. Materiales.....	58
4.3.1. Cemento.....	58
4.3.2. Arena.....	59
4.3.3. Bloques.....	60
4.3.4. Angulo estructural “L”.....	61
4.3.5. Planchas de Tol.....	61
4.3.6. Platinas.....	62
4.3.7. Tubo acero galvanizado redondo.....	62
4.4. Herramientas.....	63
4.4.1. Pala.....	63
4.4.2. Paletas.....	63
4.4.3. Marro o combo.....	64
4.4.4. Cuña.....	65
4.4.5. Plana.....	65
4.4.6. Metro o cinta métrica.....	66
4.4.7. Nivel.....	66
4.5. Preparación del sitio de construcción.....	67
4.6. Selección del extractor.....	70



4.7. Construcción.....	71
4.7.1. Máquina herramienta y equipos.....	71

## **CAPITULO V**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES**

5.1. Tipos de manuales.....	81
5.1.1. Manual de seguridad.....	81
5.1.2. Manual de operación.....	81
5.1.3. Manual de mantenimiento.....	82
5.1.4. Hoja de registros.....	82
5.1.5. Codificación de los manuales.....	82
Manual de seguridad.....	83
Manual de operación.....	85
Manual de mantenimiento.....	86
Libro de vida del mantenimiento de la cabina de pintura.....	88
Hoja de registro.....	89

## **CAPITULO VI**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

6.1. Presupuesto.....	90
6.2. Estudio económico.....	90
6.2.1. Materiales de construcción.....	91
6.2.2. Maquinaria-herramienta.....	93
6.2.3. Mano de obra.....	93
6.2.4. Obra civil.....	94

6.2.5. Otros gastos.....	95
6.2.6. Costo total de la cabina de pintura.....	95

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1. Conclusiones.....	96
7.2. Recomendaciones.....	97

### **BIBLIOGRAFÍA**

### **ANEXOS**

### **PLANOS**

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1 Cabina de pintura.....	7
Figura 2.2 Cabina de pintura de flujo vertical.....	9
Figura 2.3 Cabina de pintura de flujo semivertical.....	10
Figura 2.4 Cabina de pintura de flujo horizontal.....	11
Figura 2.5 Cabina de pintura tipo globo.....	11
Figura 2.6 Cabina de pintura tipo cortina de agua.....	13
Figura 2.7 Cabina de pintura de automóviles.....	18
Figura 2.8 Taller de fabricación.....	25
Figura 2.9 Formas de ventilación.....	32
Figura 2.10 Extracción-Impulsión.....	32
Figura 2.11 Funcionamiento del ventilador estático.....	34
Figura 2.12 Acción del viento sobre las toberas.....	35
Figura 2.13 Funcionamiento de una instalación.....	35
Figura 2.14 Esquema de ventilación colectiva.....	37
Figura 2.15 Sección de un ventilador axial o helicoidal.....	40
Figura 2.16 a,b,c Modelos de ventiladores helicoidales.....	41
Figura 2.17 a,b Ventiladores centrífugos.....	43
Figura 4.1 Bloque 41.....	57
Figura 4.1 a Puerta lateral.....	57
Figura 4.2 b Puerta frontal.....	57
Figura 4.3 Interior del bloque 41 (lugar de construcción).....	57
Figura 4.4 Cemento.....	59
Figura 4.5 Arena.....	60

Figura 4.6 Bloques.....	60
Figura 4.7 Plancha de tol.....	61
Figura 4.8 Platinas.....	62
Figura 4.9 Tubos de acero galvanizado.....	62
Figura 4.10 Pala.....	63
Figura 4.11 Paletas.....	64
Figura 4.12 Combo.....	65
Figura 4.13 Cincel o cuña.....	65
Figura 4.14 Plana.....	66
Figura 4.15 Flexómetro.....	66
Figura 4.16 Nivel.....	67
Figura 4.17 Compresor del antiguo sistema neumático.....	67
Figura 4.18 Deposito de aire.....	68
Figura 4.19 Desarmado del compresor.....	68
Figura 4.20 Separación de la base.....	69
Figura 4.21 Remoción del deposito de aire.....	69
Figura 4.22 Remoción de la base de concreto.....	69
Figura 4.23 Limpieza del lugar de construcción.....	70

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Caudales aconsejables para la renovación de aire.....	20
Tabla 2.2 Caudales aconsejables para la renovación de aire continuación .....	21
Tabla 2.3 Número de renovaciones de aire por hora.....	22
Tabla 2.4 Número de renovaciones de aire por hora continuación.....	23
Tabla 2.5 Valores medios de la velocidad del aire.....	27
Tabla 2.6 Valores para la ventilación localizada.....	29
Tabla 3.1 Matriz de evaluación.....	54
Tabla 3.2 Matriz de decisión.....	55
Tabla 4.1 Codificación de maquinas.....	72
Tabla 4.2 Codificación de herramientas.....	73
Tabla 4.3 Codificación de los equipos.....	73
Tabla 4.4 Simbología.....	74
Tabla 5.1 Codificación de manuales.....	82
Tabla 6.1 Costo de los materiales de construcción.....	92
Tabla 6.2 Maquinaria herramienta.....	93
Tabla 6.3 Mano de obra.....	94
Tabla 6.4 Trabajos de obra civil.....	94
Tabla 6.5 Otros gastos.....	95
Tabla 6.6 Gasto total del proyecto.....	95

## LISTADO DE DIAGRAMAS

4.7.2. Diagramas de procesos.....	74
4.7.2.1. Diagrama de procesos para la estructura de la campana de captación del extractor.....	75
4.7.2.2. Diagrama de procesos de la cubierta de la estructura de la campana de extracción.....	76
4.7.2.3. Diagrama de procesos de la instalación del extractor en la campana de captación.....	77
4.7.2.4. Diagrama de procesos de la instalación de la cañería de salida de los gases.....	78
4.7.2.5. Diagrama de ensamblaje de la estructura de la campana de captación.....	79
4.7.2.6. Diagrama de ensamblaje del extractor a la campana y a la cañería de salida de los gases.....	79
4.7.2.7 Diagrama de ensamblaje final.....	80



## **RESUMEN**

En el proceso de pintura, por las características tóxicas de los componentes que se utilizan en ella, demanda tomar medidas de seguridad tanto para el personal que labora como para el medio circundante. Por tanto, se debe implementar cabinas de pintura con un sistema de ventilación que aseguren el correcto proceso sin perjudicar la salud del trabajador.

En el presente proyecto se ha realizado un estudio de diferentes tipos de cabinas y sistemas de ventilación. Al tratarse de una cabina de pintura para prácticas se ha realizado el dimensionamiento y la selección del extractor que brinda una renovación de 100 C.F.M, suficientes para renovar el aire de la cabina construida.

Así mismo se ha elaborado los manuales de operación, que nos indican el uso correcto de la cabina, el manual de seguridad, que nos ayuda a evitar futuros accidentes, y también el manual de mantenimiento que permite la conservación de nuestro equipo.



## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

La acción del medio ambiente sobre las superficies metálicas expuestas, produce oxidación y corrosión en estas. Entre los procedimientos de protección anticorrosiva se cuenta con recubrimientos no metálicos, siendo uno de ellos el recubrimiento por pinturas.

La protección basándose en pinturas, barnices, lacas, resinas sintéticas, etc., actúa principalmente contra el agua. En realidad, pocas veces ofrece una impermeabilidad absoluta pero sí gran resistencia a la penetración, limitando la cantidad de agua que alcanza la superficie del metal. Toda aplicación de pintura debe ir precedida de un desengrasado y de un decapado cuidadoso del metal, para hacer desaparecer toda traza de óxido, hollín y cascarilla.

De la técnica con que se aplique el recubrimiento de pintura, depende la calidad de la protección que esta brinda a la superficie metálica.

La pintura al evacuarse por el aire a presión que circula a través de un venturi y atomizarse al expandirse en una tobera, es proyectada sobre la superficie a proteger, así también sobre el volumen de aire que rodea a esta superficie, conjuntamente, los disolventes empleados con la pintura al evaporarse

contaminan el medio circundante lo que afecta a las personas que están realizando el proceso de pintado o se encuentran en esta área.

Los elementos contaminantes deben ser evacuados del área de trabajo a fin de minimizar y prevenir efectos colaterales para los trabajadores. Dependiendo de las características del área de pintura se debe proveer de campanas extractoras o la construcción de una cabina de pintura adecuada, a fin de brindar las medidas de seguridad correspondientes.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico "ITSA", en sus diferentes laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica posee material didáctico y equipo necesario para realizar trabajos en este campo. Sin embargo, en relación a pintura aeronáutica no cuenta con un área de trabajo adecuada por lo que se a visto en la necesidad de recurrir a la sección mencionada en el ALA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO N.- 12., en la cual es posible observar los diferentes equipos empleados para este fin , pero con la limitación de solo observar y alcanzar un conocimiento superficial del mismo, ya que no se puede realizar una practica que permita una comprensión adecuada que satisfaga la necesidad de aprender por medio de la práctica.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Por los antecedentes mencionados se justifica el realizar la implementación de una cabina para pintura aeronáutica en los talleres del ITSA.

La construcción de esta cabina para pintura aeronáutica permitirá realizar unas practicas fáciles y sencillas, y a su vez reforzar los conocimientos en esta área. Por lo cual es una infraestructura de mucha utilidad para los alumnos que cursan la Carrera de Mecánica Aeronáutica en el ITSA, logrando con esto el desarrollo de habilidades y destrezas para la realización de un pintado excelente.

## **1.3 OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

“Construir una cabina de pintura para la realización de prácticas de pintura aeronáutica en los laboratorios del ITSA”

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el funcionamiento de una cabina simple para la práctica de pintura.
- Analizar diferentes tipos de cabinas para pintura.
- Determinar el tipo de cabina y material que se va a utilizar en la construcción de esta.

- Realizar pruebas de funcionamiento.
- Elaborar manuales de operación, mantenimiento de la cabina.

#### **1.4 ALCANCE**

El presente proyecto va encaminado a mejorar los procesos sobre conocimientos básicos y necesarios para la realización de trabajos de pintura en el campo aeronáutico.

Tiene por alcance implementar una cabina básica de pintura en los talleres del ITSA, para la realización de prácticas de pintura aeronáutica por parte de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica como parte de su formación académica.

Se realiza un análisis del funcionamiento de las cabinas de pintura y de varios tipos de estas para seleccionar un tipo adecuado de cabina que se ajuste a las características y requerimientos de las prácticas a realizar.

En la construcción se contempla, la obra civil y la metal-mecánica para la campana de extracción y renovación del aire al interior de la cabina de pintura.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 CABINA DE PINTURA

Es un espacio que surge como complemento al trabajo realizado en otros talleres, y destinado a ofrecer un acabado plástico final a las piezas que lo requieran. Hay que contemplar dos divisiones en este lugar, una que estaría dedicada a las labores de pintado, barnizado, etc., y donde se situaría una campana de aspiración y, otra zona de secado con un ambiente libre de polvo y partículas. Este taller necesitaría también de una chimenea para la evacuación de la campana de aspiración.

En relación a la pintura de vehículos (Fig. 2.1), estos entran “desnudos” en las cabinas de pintura, bien en el proceso de fabricación, bien en el de reparación de la carrocería, y deben salir de punta en blanco. Es por ello que una buena cabina de pintura para vehículos de turismo, comerciales o industriales deba reunir una serie de requisitos básicos, a saber:

- Dimensiones,
- Iluminación,
- Velocidad del aire al interior,
- Calefacción.



**Figura 2.1 Cabina para pintura.**

Desde el punto de vista constructivo, tiene gran importancia el espacio y el diseño, tanto del foso como la salida de gases al exterior, de forma que se asegure la ausencia de turbulencias y de sobre presiones. La construcción de la cabina debe ser modular, pero sólida.

A la hora de fabricar la cabina de pintura es fundamental el empleo de buenos aislantes térmicos y acústicos, tanto en los paneles que conforman el perímetro del recinto de pintura, como en los paneles que conforman el grupo impulsor. Además, la cabina debe tener un acabado que garantice inalteradas las características de funcionamiento a lo largo de su vida (10/15 años) ó 15/20.000 horas de trabajo.

El nivel de iluminación de una cabina de pintura debe ser uniforme y nunca inferior a 800 'lux' a la altura del piso.

La velocidad de aire en el interior de la cabina es una característica fundamental, y debe ser siempre superior a 30 m/s para asegurar una correcta evacuación de gases. Esta magnitud debe asegurar una renovación de aire alrededor de los 250-300 renovaciones/hora. La ventilación de la cabina debe garantizar una sobre-presión constante y uniforme en el interior del habitáculo, y además se tiene que ajustar al tipo de pintura que se use. El caudal de aire debe ser de acuerdo al espacio.

El techo filtrante de la cabina de pintura debe ser suficientemente amplio para garantizar la ausencia de corrientes contrarias al flujo vertical existente, cuya presencia determina la creación de remolinos, que terminan afectando el acabado final.

La cabina de pintura debe constar de un sistema de calefacción y de regulación que garantice una temperatura constante y uniforme en toda la superficie y a todas las alturas con una diferencia máxima inferior a 5 °C. Es decir, la caldera debe tener una potencia térmica capaz de generar más de 80.000 Kcal./h.

Un buen sistema de control del nivel de saturación de los filtros del techo también es clave en una cabina de pintura.

La cabina de pintura debe contar con una adecuada superficie de filtros para pintura en expulsión, bien colocados en la zona de paso de aire, que

garanticen una retención no inferior al 85/90% de las partículas de pintura 'overspray' que no se depositan.

## 2.2 TIPOS DE CABINAS

En función del sentido de la corriente de aire en el interior, puede haber varios tipos de cabinas de pintura.

### 2.2.1 CABINAS DE FLUJO VERTICAL

Se suelen definir de “Flujo Vertical” las cabinas cuya corriente de aire bajan desde el techo filtrante hacia el suelo en sentido vertical, saliendo hacia el exterior a través de lugares dejados abiertos expresamente.



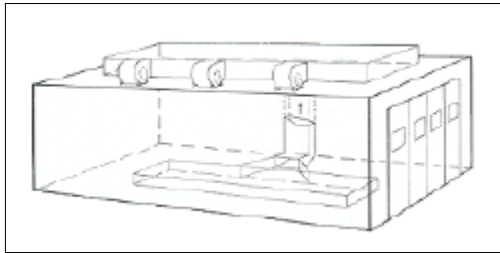
**Figura 2.2 Cabina de pintura tipo flujo vertical**

### 2.2.2 CABINAS DE FLUJO SEMIVERTICAL

Otro tipo son las llamadas cabinas de “Flujo Semivertical”, caracterizadas porque la corriente de aire baja desde un restringido techo filtrante, colocado en una extremidad en la instalación, y sale al exterior a través de adecuadas



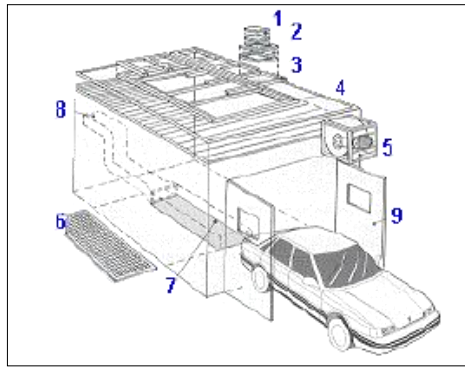
aberturas ubicadas estratégicamente en la zona inferior de la pared opuesta al techo filtrante.



**Figura 2.3** Cabina de pintura tipo flujo semivertical.

### **2.2.3 CABINAS DE FLUJO HORIZONTAL**

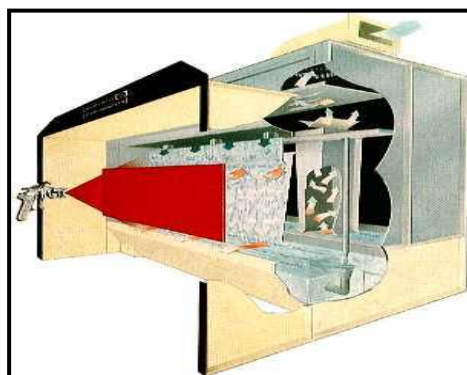
Las cabinas de pintura de “Flujo Horizontal”, que son aquellas cuya corriente aérea es horizontal al suelo, entrando el aire generalmente a través de marcos filtrantes, colocados en la estructura de las puertas, y saliendo a través de otros marcos también filtrantes ubicados estratégicamente en la pared opuesta. Para más señas, las cabinas de flujo semivertical y horizontal se suelen utilizar para el pintado de vehículos, fabricados industriales o para zonas de preparación.



**Figura 2.4** Cabina de pintura tipo flujo horizontal.

### **2.2.4 CABINAS TIPO GLOBO**

En función del sistema de impulsión y de extracción del aire, se encuentran las cabinas de pintura conocidas como tipo 'Globo', es decir, con sólo un grupo de impulsión de aire (un motor y un ventilador o solo un ventilador), o las del modelo 'Equilibrado', o sea, las que cuentan con un grupo impulsor y un grupo extractor.



**Figura. 2.5** Cabina tipo globo

### **2.2.5 TIPO HÚMEDO**

Estas cabinas de aplicación de pintura líquida con medio de filtración tipo húmedo, le permitirán cumplir con los trabajos más severos de pintura, en donde la formación de overspray es abundante.

Estas cabinas son fabricadas en acero galvanizado e integran un sistema doble de captación de overspray, mediante una cortina frontal de agua y una cascada posterior. Estas cabinas son ideales para la aplicación convencional o electrostática de pintura.

El sistema de extracción de aire de estas cabinas de aplicación de pintura líquida, permite que las partículas de pintura que no se adhieran (overspray) a las piezas a procesar, serán arrastradas hacia la cortina de agua, después a la zona posterior de los eliminadores en cascada, el overspray así captado será entonces arrastrado hasta el tanque de retención de agua donde se acumulará y recolectará manualmente o en forma automática mediante una micro separadora centrífuga de lodos de pintura.

La figura 2.6 presenta una cabina de pintura estándar tipo cortina de agua y sus elementos.



**Figura 2.6 Cabina de pintura tipo cortina de agua.**

En función del sistema utilizado para alcanzar la temperatura deseada en la fase de secado, se pueden distinguir cabinas con renovación total del aire de reciclado, o con renovación parcial del aire interior de la cabina (hay que dejar bien claro que es precisa una renovación mínima del 20% del aire). Pero, prácticamente, todos los modelos de cabina existentes en la actualidad tienen un mismo sistema de trabajo, y todos los pasos de la fase de secado son automatizados, de manera que la única preocupación del operario es pulsar un botón.

En la actualidad, hay una tendencia encaminada al aumento de la productividad consistente en la utilización de arcos automáticos infrarrojos, con los que se logra una reducción de tiempos, sobre todo en el caso de piezas. Teniendo en cuenta que cerca del 80% del trabajo de un taller son

golpes sobre piezas que no requieren pintar todo el vehículo, supone un aumento apreciable de la producción.

Respecto al sistema de filtrado, es prácticamente idéntico en todos los modelos, siendo lo más habitual el empleo de filtros secos. Es cierto que existe un sistema de filtrado por cortina de agua, pero está en desuso.

Hoy en día, las exigencias legislativas medioambientales están extendiendo el empleo de grupos depuradores de carbón activo, gracias a los cuales se reduce drásticamente la expulsión de gases nocivos a la atmósfera exterior.

No obstante, los expertos precisan que la utilización de una cabina de pintura es, indudablemente, uno de los factores que influyen en el acabado de un vehículo, siendo el principal objetivo de un buen profesional un acabado perfecto. Sin embargo, consideran que sería un grave error pensar que por el simple hecho de pintar en una buena cabina se pueden descuidar otros aspectos como la preparación de la chapa, un lijado perfecto, una limpieza tan cuidadosa como para garantizar que ninguna partícula de polvo haya quedado en la superficie a pintar. O sea, preparación y limpieza son dos ingredientes básicos para el acabado final.

### **2.3 CABINAS DE PINTURA GARANTÍAS PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL**

Las crecientes exigencias en materia de protección medio ambiental están condicionando la concepción, producción y utilización de gran cantidad de

productos industriales de uso cotidiano. En este cambiante contexto tal vez uno de los sectores más afectados sea el relacionado con la especialidad de pintado de automóviles. Las medidas proteccionistas aludidas, cada vez más necesarias para garantizar la vida sobre la corteza terrestre, afectan a todos y cada uno de los actores que intervienen en el proceso de pintado de los vehículos. Desde el productor de la materia prima, hasta el aplicador del producto, incluyendo todos los pasos intermedios (almacenaje, envasado, etc.). Es importante preguntar cuál es el papel que juegan las cabinas de pintura como garantes del cumplimiento de las normativas. En qué medida su especialidad resulta fundamental en la protección del medio, y cómo asumen los profesionales de la reparación la tarea que les corresponde desarrollar en este sentido.

## **2.4 LA IMPORTANCIA DE LA FILTRACIÓN**

En primer lugar habría que aclarar que la utilización de cabinas de pintura no supone, en sí misma, actividad de protección medio ambiental alguna.

Sin embargo, sí existe un componente fundamental a la hora de garantizar el cumplimiento de las normas, evitando la emisión de gases y productos nocivos; protegiendo la salud de los profesionales y garantizando buena calidad en el acabado de las reparaciones. Se está hablando de los sistemas de filtración de estos recintos casi herméticamente cerrados. La filtración y depuración de los residuos ocasionados por la pintura es un aspecto fundamental para la protección del medio natural. También lo es lógicamente,

el mantenimiento en perfectas condiciones de todos y cada uno de los elementos filtrantes presentes en la cabina.

Se puede encontrar éste tipo de componentes en las cabinas bajo múltiples formas y aplicaciones. En este contexto tal vez los más importantes son: los filtros de suelo del habitáculo (para la retención de partículas sólidas), los filtros de extracción o evacuación (para la eliminación de olores y gases); y los filtros situados en la parte superior "Plenum" (para la depuración de partículas ambientales). Junto a ellos existen otros como los grupos depuradores, los cartuchos de carbón activo, etc.

## **2.5 EVOLUCIÓN CONSTANTE**

Las cabinas de pintura a pesar del mantenimiento prácticamente invariable de su aspecto exterior no son unos equipos inmutables en su configuración técnica. A lo largo de los últimos años, estos recintos de trabajo han tenido que adaptarse a las nuevas exigencias en lo que respecta a las condiciones de trabajo y materiales empleados. Hoy en día existe una mayor automatización de los equipos y también es mayor la preocupación por la evacuación de elementos nocivos para la salud, lo que ha llevado al aumento de los caudales de aire en su interior. Junto a estas innovaciones hay que añadir la reducción de los consumos energéticos (electricidad y combustibles) y la incorporación de nuevos elementos de seguridad, como dispositivos, presostatos de máximo y mínimo, manómetros de control y regulación de las presiones de trabajo, etc. De otro lado, se ha iniciado la incorporación de

sistemas de reparación rápida, en los que la novedad es incluir elementos de lijado y secado en el área de pintado, aumentando la transparencia de las paredes, ya que con la utilización de secado por infrarrojos, no es necesario mantener aislamiento térmico en las mismas. En cualquier caso, la evolución de estos equipos está supeditada en gran medida a la aparición de nuevas tecnologías de trabajo y de nuevas normativas, que podrían traducirse en la incorporación de elementos de filtración más específicos con sistemas aún más completos.

## **2.6 LA DIRECTIVA COV**

La directiva COV establece límites para la reducción de la emisión de disolventes en la Unión Europea. Es de aplicación a una amplia gama de procesos industriales, incluidas las actividades de pintado en plantas preparadas para ello y las actividades de elaboración de pintura. No aplica a las operaciones de pintado al aire libre tales como el mantenimiento de edificios, puentes, etc.

## **2.7 VENTAJAS DE LA CABINA DE PINTURA PARA EL TALLER**

El objetivo fundamental de un taller de chapa y pintura, es dar un servicio satisfactorio al cliente. Así, además de esa fidelización, no sólo habrá ganado un cliente, sino también, y cara al futuro, a los clientes potenciales de su



círculo social. Por ello, los expertos coinciden en señalar que todo taller de chapa y pintura debe tener su cabina por tres razones, a saber:

- Garantizar un acabado perfecto en cada vehículo pintado.
- Pintando en una cabina se respeta el medio ambiente, ya que la mayoría de las partículas de pintura, los humos y los gases se retienen por una serie de filtrados.
- Ajustándose a la ley, y pensando en la prevención de riesgos laborales, una instalación de pintura, junto a otros medios, permite al pintor y a sus ayudantes trabajar en un ambiente exento de toxicidad y otros elementos contaminantes.

Hablando económicamente, pintando el coche en una instalación de pintura, el vehículo obtiene un acabado como recién salido de fábrica. Además, los tiempos de secado son más cortos y el profesional puede realizar el pintado de varios coches al día.



**Figura 2.7** Cabina para pintado de automóviles

## **2.8 VENTILACIÓN**

Ventilar es cambiar, renovar, extraer el aire interior de un recinto y sustituirlo por aire nuevo del exterior a fin de evitar su enrarecimiento, eliminando el calor, el polvo, el vapor, los olores y cuanto elemento perjudicial o impurezas contenga el aire ambiental encerrado dentro del local. De no llevarse a cabo esta renovación, la respiración de los seres vivos que ocupan el local se haría dificultosa y molesta, siendo un obstáculo para las normales actividades que se desarrollan dentro del habitáculo.

### **2.8.1 RENOVACIONES O CAMBIOS DE AIRE**

La cantidad de aire necesaria para efectuar una ventilación puede depender entre otros factores de:

Dimensiones y características del local,

Actividad a que está destinado,

Calor a disipar o carga térmica,

Granulometría de los sólidos a transportar.

Se ha de advertir que la ventilación en absoluto modifica las cualidades del aire respecto a su temperatura, humedad y demás aspectos que son

estudiados en el aire acondicionado, centrándose en el movimiento del aire y su consiguiente desplazamiento y traslación.

## **2.8.2 RENOVACIÓN DEL AMBIENTE**

En locales cerrados habitados por personas, cuyo objetivo principal basa en eliminar los olores, humos y otros contaminantes que pueda contener el aire que se respira, sustituyéndolo por aire fresco. El Reglamento de Instalaciones de calefacción, Climatización y Agua caliente Sanitaria, por medio de su instrucción técnica IC.02, apartado 02.3, señala que los niveles de ventilación necesarios con sistema de extracción mecánica, tales como cocinas, aseos, cuartos de baño, recepciones, etc., deberán suministrarse, si es posible, desde espacios adyacentes. Así mismo facilita un cuadro, que repetimos en la tabla 2.1, en el cual se indican los valores de ventilación mínima y máxima según el tipo de actividad. El proyectista deberá aplicar el mayor de los valores que resulte por persona o por unidad de superficie, cuando ambos se consignen en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Caudales aconsejados para la renovación del aire.**

Tipo de local	Requerimiento de aire de ventilación en dm <sup>3</sup> /s			
	Por persona		Por m <sup>2</sup> de superficie	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
<b>1. Locales de viviendas</b>				
1.1. Locales vivideros	2,5	4,0	0,40	—
1.2. Aseos y cuartos de baño (1) (2)	—	—	2	3,5
1.3. Cocinas (1) (2)	—	—	0,80	1,5
<b>2. Locales comerciales</b>				
2.1. Tiendas. Locales de venta en general	3,5	6,0	—	—
2.2. Restaurantes, bares, cafeterías y similares:				
— Comedores	5,0	8,0	—	—
— Cafetería, bares, etc.	10	15	—	—
— Cocinas (1) (2)	15	—	3,5	—
2.3. Hoteles, residencias, moteles, etc.				
— Dormitorios	3,5	6,0	—	—
— Cuartos de baño (1) (2)	—	—	2	3,5
— Salones sociales	7,0	10	—	—
— Vestíbulo de entrada	4,0	7,0	—	—
2.4. Peluquerías, barberías, gimnasios, etc.:				
— Peluquería de señoras	10	14	2,0	—
— Peluquería de caballeros	3,5	6	—	—
2.5. Teatros, cines, salas de conciertos, salones de actos, etc.:				
— Salas (no fumadores)	2,5	4,0	1,2	—
— Salas (fumadores)	5,0	8,0	2,5	—

Tabla 2.2 Caudales aconsejados para la renovación del aire (continuación)

Tipo de local	Requerimiento de aire de ventilación en dm <sup>3</sup> /s			
	Por persona		Por m <sup>2</sup> de superficie	
	mínimo	máximo	mínimo	máximo
2.6. Salas de fiesta, bingo, casinos, etc.	7,0	10	—	—
2.7. Locales para el deporte:				
— Zona de deporte (3)	10	14	—	—
— Zona de espectadores	6	10	—	—
2.8. Vestuarios (4)	15	22	2,5	5
2.9. Oficinas:				
— Espacios generales	7	10	0,50	—
— Salas de reunión	12	18	2,50	—
— Salas de espera	5	8	—	—
— Salas de descanso	7	10	—	—
— Salas de computadoras	2,5	4	—	—
— Salas de reproducción y perforación	3,5	5	—	—
<b>3. Locales institucionales</b>				
3.1. Escuelas:				
— Aulas, laboratorios y talleres	5	7	—	—
— Aulas magnas, salas de conferencias, etc.	2,5	3,5	1,25	—
— Bibliotecas	3,5	5	—	—
— Comedores	5	8	—	—
— Dormitorios	3,5	7	—	—
3.2. Hospitales:				
— Habitaciones y salas comunes	5	8	—	—
— Quirófanos (5)	10	—	—	—
— Locales auxiliares en quirófanos	8	—	—	—
— Unidades de vigilancia intensiva	15	—	—	—
— Areas de fisioterapia	7	12	—	—
— Autopsia	15	20	—	—
— Oficinas	16	20	—	—
— Entradas, pasillos, etc.	10	15	—	—
3.3. Museos y salas de exhibición	3,5	7	—	—

Otra manera de calcular la ventilación es por renovaciones o cambios del aire circundante. En la tabla 2.2, se indica para cada problema una cantidad de renovaciones como base de partida. Es de advertir que tenemos que ser cautelosos a la hora de calcular una ventilación por renovaciones en naves donde exista una carga de calor liberada por el proceso productivo.

**Tabla 2.3 Número de renovaciones de aire por hora.**

Naturaleza del local	Renovaciones de Aire a la Hora
Ambientes nocivos	30-60
Bancos	2-4
Bares de hoteles	4-6
Bibliotecas	4-5
Cafés y bares de cafés	10-12
Calas de barco en general	6-10
Calas de barco transportando clientes	10-20
Cantinas	4-6
Cavas para champiñones	10-20
***Cines	10-15
Cocinas comerciales o de escuelas	15-20
Cocinas domésticas	10-15
Cocinas grandes para hospitales, cuarteles, hoteles	20-30
***Despachos	4-6
Discotecas	20-30
Fábricas en general	6-10
Forja	15-20
Fundiciones	20-30
Garajes	6-8
Grandes almacenes	4-6
Habitaciones en los barcos	10-20
«Hall» para asambleas	4-6
Hospitales	4-8
Iglesias	1/2-1

**Tabla 2.4 Número de renovaciones de aire por hora (continuación)**

<b>Naturaleza del local</b>	<b>Renovaciones de Aire a la Hora</b>
Instalaciones de decapado	5-15
Laboratorios	5-15
Lavabos	10-15
Lavandería	20-30
Locales para ventas (almacenes, etc.)	4-8
Mataderos	6-10
Naves deportivas	4-8
Panadería	20-30
Piscina cubierta	6-7
Pisos	3-5
Pollería	6-10
Quirófanos	8-10
Residencia	1-2
Restaurante	6-12
***Sala de baile	6-8
Sala de billares	6-8
Sala de calderas	20-40
Sala de máquinas	20-30
Sala de un club	8-10
Sala oscura de fotografías	10-15
Sala para banquetes	6-10
Sala para clases (Aulas)	4-8
Sala de baños	5-10
Talleres de fabricación	6-10

Las renovaciones de aire hasta un número de ocho veces a la hora, aseguran la eliminación de las poluciones provocadas por las personas. Los cambios de aire llevados a cabo con frecuencia aseguran la eliminación del calor y el vapor en las zonas calentadas. En los climas cálidos, la cifra de cambios por hora debe ser al menos duplicada.

Cuando se fuma en los locales marcados con asterisco, es aconsejable doblar el número de renovaciones de aire indicado.

Para determinar qué caudal se precisa de un ventilador destinado a renovar el ambiente de un local, es necesario que, en primer lugar, se fije la función a que éste va destinado y, de acuerdo con la misma, establecer el número de veces por hora que debe cambiarse el volumen total de aire, esto es, sustituirlo por otro exterior no contaminado.

El proceso a seguir es el siguiente:

Se Calcula primero el volumen en m<sup>3</sup> del local, para lo que se multiplica el valor de las tres magnitudes que lo definen: ancho, largo y alto.

En la tabla 2.2 se encuentra el número de renovaciones por hora necesarias para ventilar el local.

Multiplicando el volumen del local por el número de renovaciones se obtiene la cantidad de aire a sustituir, expresado en m<sup>3</sup> /h.

Para una mejor interpretación de las tablas se ejemplifican dos aplicaciones:

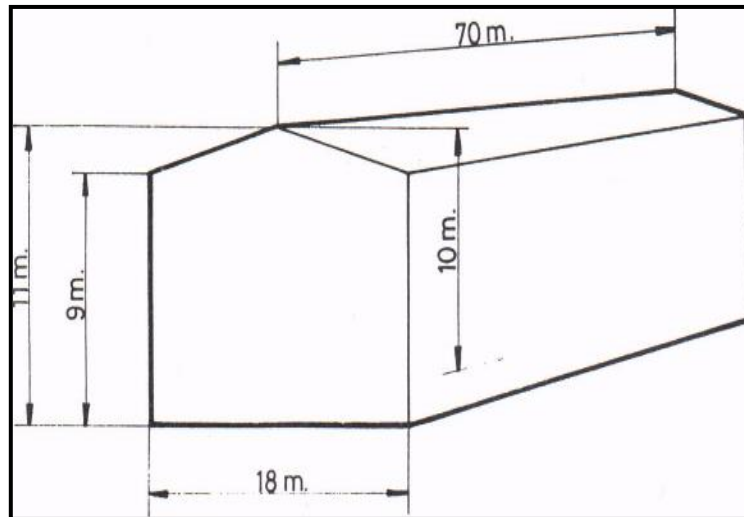
Ejemplo 1: Supóngase que se trata de ventilar una nave destinada a taller de fabricación (Fig. 2.4) cuyas dimensiones son: longitud 70 m; ancho 18 m; altura media 10 m.

1. Cálculo del volumen del local.

$$V = 70 \times 18 \times 10 = 12.600 \text{ m}^3$$



2. Según la tabla 2.2 seleccionaremos de 6 a 10 renovaciones por hora (apartado taller de fabricación), quedándonos con 8 renovaciones como término medio.



**Figura 2.8 Taller de fabricación.**

3. El caudal necesario o volumen de aire a extraer será:

$$V = 12.600 \text{ m}^3 \times 8 \text{ renov./h} = 100.800 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Entre la gama de ventiladores se escoge uno capaz de dar este caudal. En caso de pretender una mejor distribución de la ventilación, o incluso para rebajar el grado de ruido, será conveniente distribuir este caudal entre diversos aparatos. Esta última solución presenta además la ventaja de poder tener en marcha un solo aparato o dos, en momentos en los que no se precise una renovación tan activa del ambiente como la total.

Ejemplo 2: Ahora considérese una oficina privada cuyas dimensiones sean: largo 4 m; ancho 8 m; altura 3 m; trabajan en ella seis empleados, en su mayoría fumadores.

Procediendo al igual que el ejemplo anterior, se tiene:

$$V = 4 \times 8 \times 3 = 96 \text{ m}^3$$

En la tabla 2.2 se escoge de 4 a 6 renovaciones de aire por hora y persona (apartado despachos), y, por término medio, se acepta 5 renovaciones/hora. Como sea que se fuma y, por consiguiente, habrá humo de tabaco en el ambiente, se duplica el número de renovaciones resultando la cifra de 10 renovaciones/hora.

El caudal o volumen de aire a cambiar vendrá determinado por la expresión:

$$V = 96 \text{ m}^3 \times 10 \text{ renov./h} = 960 \text{ m}^3 / \text{h}.$$

Igualmente, se puede aplicar la tabla 2.1 hallando los m<sup>2</sup> de superficie y multiplicándose por los m<sup>3</sup> /s por m<sup>2</sup> precisos para cada caso. O recurriendo al número de personas que conviven con un local cerrado y multiplicándolas por los d m<sup>3</sup> /s por persona que se señalan en la mencionada tabla.

La velocidad del aire también tiene importancia cuando el caudal de aire se lo considera proyectado sobre las personas, ya que es sabido, y está comprobado, que produce sobre la piel del cuerpo humano una sensación de frescor en función de la misma. Es de resaltar que tal efecto depende de la temperatura, humedad, vestido, hábito, edad, sexo, etc., pero, para

condiciones ambientales normales, se pueden aceptar los valores medios que se facilitan en la tabla 2.4.

**Tabla 2.5 Valores medios de la velocidad del aire.**

Naturaleza del local	Renovaciones de Aire a la Hora
Talleres de pintura	30-60
Talleres con hornos	30-60
Talleres con soldadura	15-25
***Teatros	10-15
Tiendas	6-8
Tintorerías	20-30
Tocinería	6-10
Tren laminador	15-20
Vestuarios en piscinas	8-10
W.C.	5-10

La pureza de la atmósfera es solamente uno de los factores a considerar. La temperatura y movimiento del aire son quizás más importantes. Por ello se establecen dos opciones distintas de ventilación: la ventilación de verana y la de invierno.

En verano el calor puede ser excesivo, y los efectos de la temperatura y una mala ventilación repercuten en el ciclo productivo planteándose dos problemas. El primero: se debe calcular la ventilación para sacar el vapor de agua, gases, etc. El segundo: cómo extraer el aire caliente sustituyéndolo por otro exterior más fresco. Hay que decidirse por el resultado del cálculo que proporcione un mayor caudal de aire.

En invierno, por el contrario, se debe reducir la ventilación al mínimo, dejando inicialmente la precisa para dotar de un ambiente aceptable.

### **2.8.3 VENTILACIÓN LOCALIZADA.**

Para la evacuación de polvo, humos, gases, etc., lo apropiado es captar el contaminante en el mismo lugar donde se origina, siendo los elementos básicos de una instalación de captación: campana o colector, separador o filtro (cuando se precisen), y extractor.

En la tabla 2.5 se presenta los diversos modos y aplicaciones para ventilación y extracción industrial para diferentes industrias y productos.

**Tabla 2.6 Valores para ventilación localizada.**

Operación	Clase de campana o colector	Movimiento de Aire, Caudal, Velocidad	En general Velocidad de Transporte m/seg
Ensacado	Cabina o recinto Tolva	Sacos de papel 20 m <sup>3</sup> /h por dm <sup>2</sup> de abertura Saco textil 40 m <sup>3</sup> /h por dm <sup>2</sup> de abertura	De 10 a 15
Esmaltado o pistola	Cabina con operario en el interior Cabina con el operario en el exterior	De 0,5 a 1 m/seg a la entrada de la cabina De 0,75 a 1 m/seg a la entrada de la cabina	De 6 a 10
Farmacia Mezcladora	Totalmente cerrada	De 0,5 a 1 m/seg en la abertura	De 10 a 15
Molino centrífugo	Recinto	1,5 m/seg en la abertura	De 6 a 10
Molino de martillos	Campana local	1 m/seg en la abertura	De 10 a 15
Amasadoras	Campana	1,5 m/seg en la abertura	De 10 a 15
Forja	Campana de dosel	1 m/seg en las aberturas	De 6 a 10
Fundición (colada)	Campana lateral	1.500 m <sup>3</sup> /h por m lineal de campana con velocidad de 8 m/seg en la ranura de extracción	De 10 a 20
Fundición: criba de sacudidas	Recinto	1 m/seg en las aberturas de aspiración, pero no menos de 1.000 m <sup>3</sup> por m <sup>2</sup> de superficie de criba	De 10 a 20
Fundición: Túnel de enfriamiento (moldes de fundición)	Recinto	500 m <sup>3</sup> /h por m lineal del recinto	De 10 a 20
Trituración, amolado	Recinto	1 m/seg en las aberturas	De 10 a 20
Fusión de no ferrosos	Recinto campanas	1 m/seg en la abertura de la campana	De 6 a 10
Colada de no ferrosos	Campana	De 5.000 a 10.000 m <sup>3</sup> /h	De 6 a 10
Horno de cocina	Campana de dosel Panel con filtro aspirador	0,5 m/seg a la entrada de la campana De 1 a 2 m/seg a la entrada de los filtros. Caudal de 2 a 3.000 m <sup>3</sup> /h por m <sup>2</sup> de superficie del horno	De 6 a 10 De 6 a 10
Laboratorios	Campana con puertas	0,5 m/seg a la entrada de la puerta	De 6 a 10

#### 2.8.4 MANERAS DE VENTILAR

La ventilación puede llevarse a efecto de las siguientes maneras:

- Extracción del aire viciado del local.
- Impulsión de aire nuevo dentro del local.
- Extracción e impulsión reunidas en una misma instalación. La impulsión para la introducción del aire exterior y la extracción para expulsar el aire enrarecido.

El sistema de extracción de aire es, probablemente, el más empleado. Esencialmente consiste en disponer a lo largo del local, o en lugares estratégicos, una serie de ventiladores extractores pudiéndose poner también en el techo del local a ventilar. La misión de los ventiladores consiste en aspirar el aire interior adulterado y expulsarlo fuera a la atmósfera. Esto sucede así porque en los alrededores de la boca del ventilador se origina una depresión, la cual atrae el aire de las capas superiores del habitáculo, que está muy viciado, y las arrastra al interior del extractor desde donde son arrojados hacia afuera del edificio (Fig. 2.6, A).

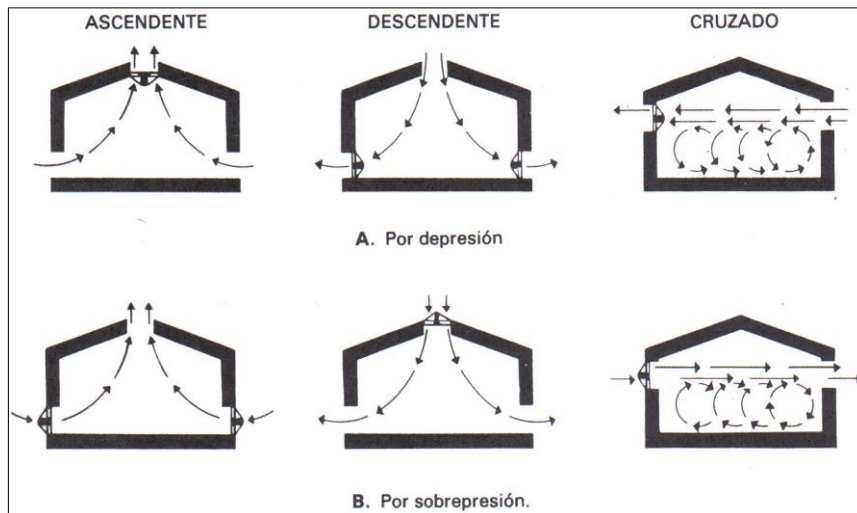
Lógicamente, para que exista corriente de aire a través del ventilador es necesario que en otros puntos del edificio haya huecos por los que pueda entrar el aire en mayor cantidad con que los extractores eliminan el volumen de aire enrarecido.

Estos huecos pueden ser ventanas, puertas o simplemente rendijas, aunque lo más acertado es disponer de toberas para la entrada de aire.

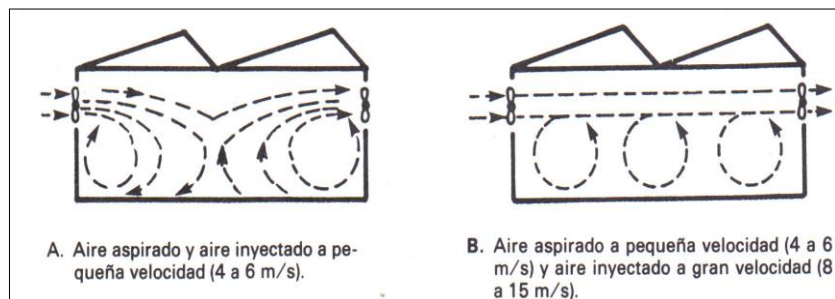
En el método por impulsión, como su nombre indica, los ventiladores recogen el aire exterior limpio y lo empujan hacia el interior del recinto, creando una sobrepresión dentro del circuito que obliga al aire impuro a salir por las aberturas previstas para tal fin. A su vez la sobrepresión impide que penetre aire del exterior por sitios que no están dentro del planteamiento general de una instalación (Fig. 2.9).

Una de las ventajas de la impulsión consiste en poder dotar al ventilador de un filtro para retener las partículas microscópicas y demás contaminantes que proliferen por el aire exterior. Además puede controlarse la cantidad de aire entrante y repartir más eficazmente el volumen de aire sobre las secciones que necesiten mayor renovación.

El sistema de extracción-impulsión reunidas en una misma instalación viene determinado por un estudio de las bocas de entrada y salida del aire así como por la configuración geométrica del local, en virtud de que se usan ventiladores para impulsar el aire limpio y para extraer el aire viciado, lo cual lleva a considerar adecuadamente todas las variables posibles, pues, por un lado, se tiene depresión (extractores) y, por otro, sobrepresión (impulsores) siendo conveniente que los impulsores den más aire que el desalojado por los extractores para que dentro del recinto exista sobrepresión y la instalación funcione correctamente, estimándose en un 20% más (Fig. 2.10).



**Figura 2.9 A y B Formas de ventilación**



**Figura 2.10 Ay B Extracción – impulsión**

### 2.8.5 SISTEMAS DE VENTILACIÓN

La ventilación espontánea es aquella que se realiza a través de rendijas, puertas, ventanas y otros huecos que conectan con el exterior, causada principalmente por las distintas temperaturas que se detectan entre los interiores del local y el exterior, a las que se añade la acción del viento, por cuya comunicación se crean diferencias de presión entre ambos ambientes. En esta sección del capítulo se hace referencia a la ventilación espontánea y la



ventilación natural y la mecánica que reflejan dos formas distintas de ventilar y que se trata separadamente.

### **2.8.5.1 VENTILACIÓN NATURAL**

La ventilación natural es la que emplea la fuerza del viento y las diferencias de temperatura para lograr el movimiento del aire que da origen a la ventilación de los locales, pudiendo establecerse como principios básicos de la ventilación natural los siguientes:

- Diferencia de altura.
- Diferencia de temperaturas exterior e interior.
- Diferencia de presión.
- Acción del viento.

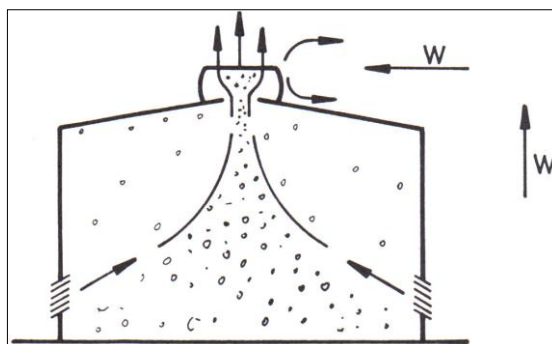
Carga térmica, de cuyo estudio se deducirá el procedimiento más acorde con el problema a resolver.

Sin embargo, el comportamiento de cada uno de los factores considerados produce diversos efectos. Así la acción del viento sobre un edificio origina unas zonas de sobrepresión que son variables de acuerdo con la dirección del mismo, creando, en el lado opuesto y laterales, unas zonas de depresión. Las diferencias térmicas entre el interior y el exterior del local, entrando viento por la parte superior o inferior, es causa de zonas de sobrepresión y depresión, en conclusión, las diferencias de presión son la razón de que se

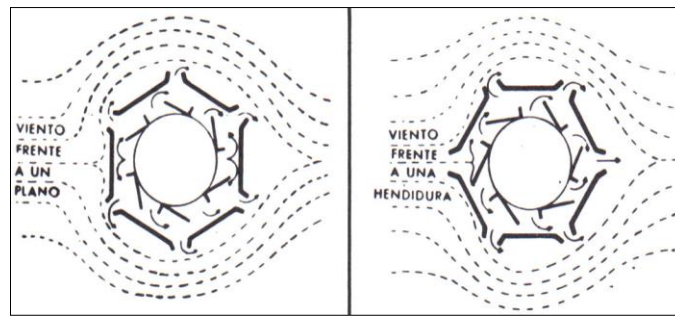
acelere la circulación del aire provocando la aireación del recinto que tratamos de ventilar.

Para la ventilación de grandes naves de tipo industrial, suelen utilizarse varios sistemas de ventilación natural, desde el simple hueco en la cubierta pasando por los lucernarios, las ventanas altas ubicadas en los laterales, la ventilación forzada ya sea en cubierta, por sombreretes, chimeneas de ventilación, y cuando la nave esta construida con dientes de sierra, mediante compuertas colocadas en los mismos.

Es obligado reseñar los ventiladores estáticos llamados Aeraspiratos y los ventiladores Resa, estos últimos funcionan conforme a la figura 2.8 estando el ventilador de forma que no solamente no le afecte el viento, sino que lo aproveche creando una succión en la parte superior que ayuda a una salida más rápida .Si el viento sopla en sentido longitudinal, el ventilador, al estar provisto de baffles deflectores, crea igual efecto de succión que el comentado anteriormente (Fig. 2.9).

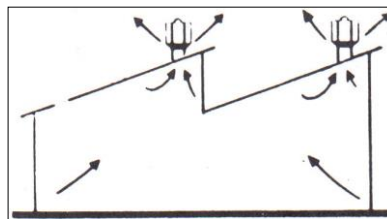


**Figura. 2.11 Funcionamiento del ventilador estático**



**Figura 2.12 Acción del viento sobre las toberas**

Aeraspiratos son aparatos estáticos que actúan por mediación de la depresión y por el roce del viento exterior al pasar por sus toberas (Fig 2.12), según el conocido principio Venturi, pudiendo adaptarse a cualquier tipo de cubierta. La figura 2.13 muestra su funcionamiento en una instalación simple.



**Figura. 2.13 Funcionamiento de una instalación simple.**

#### 2.8.5.2 Ventilación mecánica

Cuando la ventilación natural de ningún modo puede llevarse a cabo o es insuficiente, como ocurre en muchas situaciones, se debe recurrir a la ventilación por medios mecánicos para conseguir la necesaria renovación del volumen de aire que se concentra en el interior de un recinto cerrado.

La ventilación por medios mecánicos suele efectuarse por intermedio de ventiladores y extractores de aire que pueden montarse de manera individual en el lugar elegido o bien emplear una instalación colectiva que ampare un circuito de tubería.

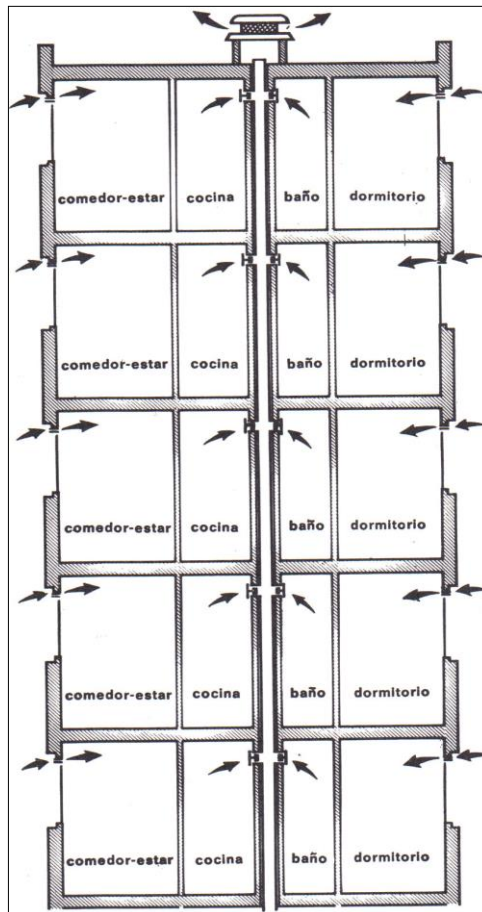
Una de las formas más comunes de ventilación individual es la que se efectúa en las cocinas por medio de las campanas extractoras de humo situándola lo más cerca posible de los fogones, sin que resulte molesta para quien está cocinando.

Es necesario dotar a las campanas de un potente ventilador extractor que realice la aspiración principal proporcionando el caudal necesario y, además, supla la pérdida de carga que se origina a lo largo de la tubería de salida. Una abertura en la parte exterior para introducir aire fresco, complementará la instalación.

La ventilación colectiva se lleva a cabo mediante un circuito de entrada y salida de aire, o por intermedio de un colector general de extracción conectado a un ventilador de potencia adecuada que expulsa el aire viciado al exterior.

Como puede verse en la figura 2.14 estos ventiladores se sitúan en la parte más alta del edificio y la aspiración de cada departamento se logra a través de bocas de extracción regulables, mientras que el aire tomado del exterior penetra en los recintos cerrados por entre los pasos de aire regulables,

recorriendo la vivienda por las aberturas de la misma y colándose por las rendijas que existen entre marco y puerta en los momentos que aquellas están cerradas. Puesto en funcionamiento el ventilador éste crea una depresión en el circuito consiguiendo la aspiración del aire viciado y su renovación.



**Figura 2.14 Esquema de una ventilación colectiva**

## **2.9 VENTILADORES**

Dentro de la ventilación mecánica hay que considerar al elemento principal que da origen al nombre: el ventilador de accionamiento mecánico.

Pero, ¿qué es un ventilador? Se define por ventilador un aparato para mover aire y que utiliza un rodete como unidad impulsora. Un ventilador tiene al menos una abertura de aspiración y una abertura de impulsión. Las aberturas pueden tener o no elementos para su conexión al conducto de trabajo.

La densidad del aire estándar que se mueve, llamando densidad del aire a la unidad de masa por unidad de volumen, es de 1,2 Kg./m<sup>3</sup>.

Los ventiladores pueden dividirse en dos grandes grupos: ventiladores axiales o helicoidales y ventiladores radiales o centrífugos. Los primeros lanzan el aire en dirección axial y, en los segundos, la corriente de aire se establece radialmente a través del rodete. Van accionados por medio de un motor eléctrico y la transmisión puede ser directa o por medio de poleas y correas trapezoidales.

A su vez, los ventiladores se pueden clasificar conforme:

- Aumento de presión que produce.
- La forma de los alabes.
- La disposición de estos últimos.
- Sus diversas aplicaciones.

Los ventiladores también se conocen con el nombre de extractores. La diferencia entre un ventilador y un extractor consiste en que el primero

descarga el aire o aforo, venciendo una cierta presión en su boca de salida; el segundo saca el aire o aforo del recinto por aspiración y los descarga con una ligera presión.

### **2.9.1 TIPOS DE VENTILADORES**

En el mercado puede encontrarse una amplia gama de ventiladores que satisfagan las necesidades industriales y domésticas más exigentes.

Desde los ventiladores corrientes pasando por los especiales concebidos para conducir gases o productos con propiedades peculiares, hasta ventiladores diseñados exclusivamente para cumplir con determinados requisitos, en baja, media y alta presión, el abanico de posibilidades es tan extenso como necesidades a cubrir, y, por consiguiente, esta reseña se limita a los de uso más común y generalizado de empleo cotidiano en el que hacer industrial.

#### **2.9.1.1 VENTILADORES AXIALES Y HELICOIDALES**

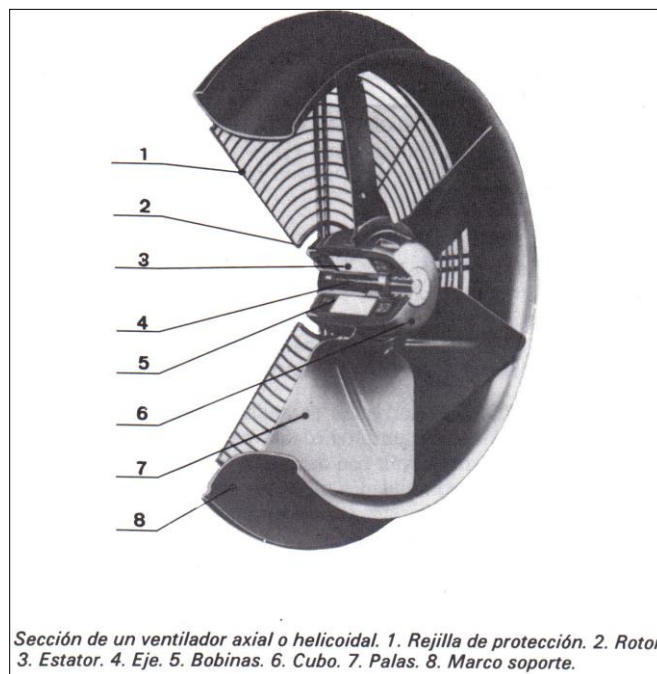
En los ventiladores axiales o helicoidales el flujo o corriente de fluido gaseoso es esencialmente paralelo al eje longitudinal o eje de giro de la hélice o rodete, y son especialmente apropiados para la impulsión o aspiración de grandes volúmenes de aire a baja presión, entendiéndose por tal cuando la presión del ventilador es inferior a 80 mm de c.d.a.

Los ventiladores de hélice son los más utilizados para ventilación de locales e instalaciones similares, ya que ofrecen habitualmente claras ventajas sobre

los centrífugos. Entre otros motivos, por presentar una mayor simplicidad en su montaje, así como la posibilidad que ofrecen de poder invertir la dirección de giro.

La principal distinción de estos aparatos es la forma de las palas, las cuales poseen una inclinación con relación a su eje de manera que al girar el mismo efectúa un movimiento semejante al que haría una hélice o tornillo, en virtud del cual el aire se ve forzado a pasar a través de las mismas adquiriendo la velocidad que dichas palas le transmiten.

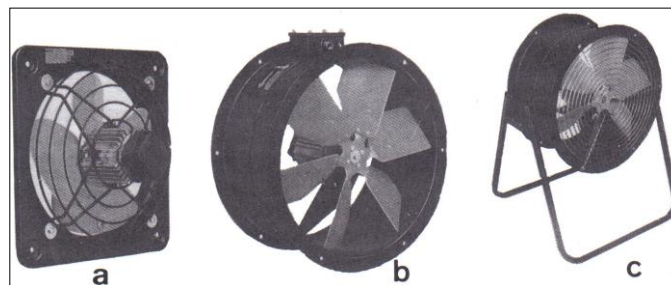
En la figura 2.15 se muestra una sección de los ventiladores axiales donde se dejan al descubierto las partes esenciales de que constan estas unidades.



**Figura. 2.15 Sección de un Ventilador axial o helicoidal.**



La figura 2.16 presenta algunos de los modelos más habituales de ventiladores helicoidales. La figura 2.16 (a) representa un ventilador con marco soporte; también con un aro soporte. La figura 2.16 (b) muestra un ventilador de los denominados tubulares por la envolvente tubular que le cubre sirviéndole de protección. Se construyen con motor con caja de conexiones en el exterior y movidos por correas. La figura 2.16 (c) es indicativa de un ventilador helicoidal tubular móvil cuyo chorro de aire es orientable en todas direcciones con lo cual se le da una movilidad para casos en que se precise una aplicación parcial e inmediata para solucionar un problema localizado de ventilación.



**Figura 2.16 a, b, c Modelos de ventiladores helicoidales.**

Normalmente, en estos ventiladores en descarga libre la resistencia al paso del aire es muy pequeña. Como ejemplo se tiene los extractores colocados en un muro que hacen pasar el aire de una cara a otra del mismo. Al elegir el aparato se busca aquel que dé el caudal deseado a presión cero o, en todo caso, con algunos mm de c.d.a. coincidiendo prácticamente con el caudal máximo que proporcione el ventilador.

En otras circunstancias, al colocar uno o varios ventiladores, se encuentra con una cierta resistencia al paso del aire. El ventilador se verá obligado a vencer la resistencia ofrecida por la nave o instalación.

### **2.9.1.2 VENTILADORES CENTRÍFUGOS**

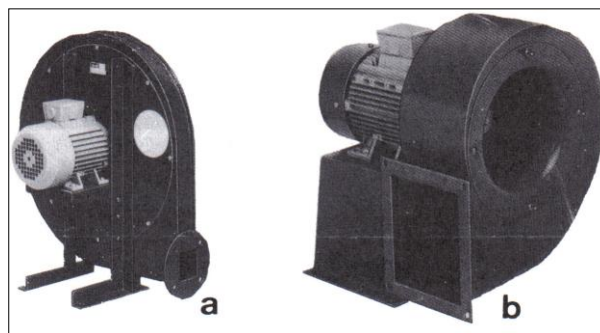
El ventilador centrífugo consiste esencialmente en una rueda o rodete provisto de una serie de alabes o paletas radiales, denominada turbina, que gira dentro del interior de una envolvente con figura de espiral, llamada voluta, y ésta tiene dos bocas, una de aspiración situada en el eje de la turbina y otra de impulsión abierta tangencialmente con relación al rodete, siendo recomendados para mover caudales pequeños pero a elevada presión.

Por la acción de la fuerza centrífuga causada por la rotación de la turbina, el fluido (aire, gas o vapor) acarreado por los alabes o paletas es despedido hacia la periferia, donde lo recoge la voluta, de sección creciente en forma gradual, y lo conduce al orificio de salida transformando parcialmente la energía cinética en energía estática o presión. El lanzamiento del fluido hacia la periferia crea en la boca de aspiración una depresión que facilita la entrada de fluido en cantidad igual a la desalojada, estableciéndose de esta manera un caudal continuo, y la suma de la depresión en la boca de aspiración y de la presión en la boca de impulsión representa la altura manométrica total ejercida por el ventilador.

El rendimiento de los ventiladores centrífugos es limitado a causa de que el aire impulsado cambia en 90°. Es decir, el fluido entra de manera axial, gira

en ángulo recto a través de los alabes y es despedido en disposición radial. Esto provoca pérdidas de energía motivada por el choque y a los remolinos.

En la figura 2.17 se puede ver la imagen de un ventilador centrífugo de alta presión (Fig. 2.17 (a)) y otro que puede construirse en baja y media presión (Fig. 2.17 (b)).



**Figura 2.17 a y b Ventiladores centrífugos**

Por supuesto que los ventiladores centrífugos pueden llevar una sola turbina, doble turbina o triple turbina, formando un único conjunto y con eje de accionamiento común. De la misma manera existen de simple aspiración y de doble aspiración. Los primeros aspiran el aire axialmente por el centro de la carcasa desde un solo lado y, el segundo, desde los dos lados en aspiración bilateral.

## **2.9.2 SELECCIÓN DE VENTILADORES**

Para la selección de un ventilador en particular hay que acudir al catálogo del fabricante en el que se publican las características del ventilador en cuestión en forma de gráficos o tablas. Las unidades más comunes empleadas por los fabricantes corresponden a:

- Presiones, mm de c.d.a.,
- Caudal, m<sup>3</sup>/h
- Potencias, CV o kW.

Para seleccionar el ventilador hay que buscar que el punto de funcionamiento o punto de trabajo, que como ya hemos dicho se obtiene por intersección de la característica de caudal-presión, se encuentre en la zona de máximo rendimiento. Ello es correcto si se mira el aspecto energético y también la cuestión de minimizar el ruido que se origina en la impulsión de aire forzada por el ventilador.

Por lo que respecta a las condiciones de estabilidad del ventilador se puede decir que se definen las inestabilidades de caudal como aquellas en las que se producen variaciones rápidas y persistentes en la relación caudal-presión. Su repercusión más inmediata tiene el efecto de que se inicien ruidos y vibraciones que incluso pueden llegar a causar daños mecánicos.

En caso de anomalías imprevistas o de duda razonable, siempre se debe consultar al fabricante cuyos servicios técnicos nos facilitarán más información sobre el comportamiento del ventilador según sea el caudal y la presión que esté dando o requiramos y para las condiciones que ha sido diseñado.

Otros datos que se deben conocer se refieren a la red de alimentación proporcionando:

- Tensión (monofásica o trifásica),
- Frecuencia (50 o 60 Hz),
- Potencia disponible en la red.

Igualmente es muy importante tener en cuenta la naturaleza de los materiales o gases que se desean arrastrar. Si los materiales a mover son fibrosos, abrasivos o corrosivos, es posible que se deteriore prematuramente el ventilador y que disminuya su eficacia. Si el aire aspirado lleva vapores ácidos, lo adecuado sería un ventilador protegido de la corrosión; y cuando el motor se encuentre inmerso en la corriente de aire, la protección y clase térmica estarán en consonancia con las condiciones del ambiente.

Este sistema de ventiladores en serie se da con frecuencia en la ventilación de túneles de galería en las minas y en la ventilación transversal de los túneles que se realiza a grandes profundidades con respecto al nivel del terreno exterior, para reemplazar el aire viciado por aire puro.

## **CAPITULO III**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **3.1 Planteamiento de alternativas**

Sobre la base del marco teórico referencial se puede observar que existen varios tipos de cabinas de pintura siendo la mayoría de estas de una gran complejidad y de alto costo.

La cabina a construirse, motivo del presente proyecto, tiene por finalidad proveer de un espacio adecuado para la realización de prácticas de pintura por parte de los estudiante de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA, en tal razón y en base a las cabinas presentadas en el capítulo anterior, modificadas para que sean lo más sencillas y económicas sin disminuir sus características se plantean las siguientes alternativas.

- CABINAS DE FLUJO VERTICAL
- CABINAS DE FLUJO SEMIVERTICAL
- CABINAS DE FLUJO HORIZONTAL
- CABINAS TIPO GLOBO
- CABINA TIPO HÚMEDA

## **3.2 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

### **3.2.1 PRIMERA ALTERNATIVA**

La primera alternativa es una cabina de pintura de flujo vertical, en la que el aire desciende desde el techo filtrante hacia el suelo en dirección vertical. La evacuación de aire contaminado hacia el exterior se la realiza a través de espacios abiertos a nivel del piso dejados para este efecto.

#### **Ventajas:**

- Su ventilación descendente permite que el aire de renovación contenga una mínima cantidad de impurezas.
- El acabado del pintado en estas cabinas es de alta calidad.

#### **Desventajas:**

- Los extractores se ubican a nivel del piso y se requieren en un número mínimo de tres.
- Alto costo de mantenimiento.
- Requiere de una estricta hermeticidad.

### **3.2.2 SEGUNDA ALTERNATIVA.**

La segunda alternativa es una cabina de flujo semivertical. El aire circula diagonalmente desde la parte superior de una de las paredes verticales y se evacua por un espacio abierto en la parte inferior de la pared opuesta.

**Ventajas:**

- El sistema de ventilación de aire de estas cabinas de aplicación de pintura líquida, permite que las partículas de pintura que no se adhieran a las piezas a procesar, sean arrastradas a través de una reja posterior con un sistema de filtrado.
- Se requiere de un solo ventilador.

**Desventajas:**

- Se necesita de un ventilador centrífugo de gran tamaño.
- Su construcción requiere de un sistema de conductos tanto para la succión, distribución, y evacuación del aire.
- Requiere de una estricta hermeticidad.

**3.2.3 TERCERA ALTERNATIVA**

La tercera alternativa es una cabina de pintura de flujo horizontal. El aire fluye paralelo al suelo a través de rejillas o espacios libres en paredes opuestas ubicadas estratégicamente.

**Ventajas:**

- Requiere de uno a dos ventiladores.
- El aire puede ser aspirado e inyectado a baja velocidad.
- El aire puede ser aspirado a baja velocidad e inyectado a gran velocidad.



**Desventajas:**

- Su funcionamiento es mas optimo en espacios grandes.
- Cuando circula el aire en la cabina y hace un ligero contacto con el piso existe la posibilidad de que se levanten partículas de polvo e impurezas.
- Hay que limpiar el piso de la cabina con mucha más frecuencia.
- Requiere de una estricta hermeticidad.

**3.2.4 CUARTA ALTERNATIVA**

La cuarta alternativa es una cabina de pintura tipo globo. El aire contaminado circula en base a un sistema extractor ubicado en la parte superior de la campana de captación y el aire de renovación ingresa a través de rejillas ubicadas en la parte inferior de las paredes de la cabina.

**Ventajas:**

- Ocupa espacios muy pequeños.
- Adecuada para la práctica en pintura aeronáutica.
- Requiere de un solo ventilador.
- Se pueden pintar piezas pequeñas y medianas según las dimensiones de la cabina.
- Su funcionamiento y operación son sencillos al igual que su mantenimiento.
- La mayor parte de la superficie del techo abarca la superficie filtrante y de ventilación.
- El aire dentro de la cabina circula desde abajo hacia arriba, creando un flujo vertical y ascendente que garantiza la adecuada renovación de aire del interior de la cabina.

- No requiere de una estricta hermeticidad.

#### **Desventajas:**

- La construcción de estas cabinas son para fines de entrenamiento, un pequeño porcentaje esta dedicado a la comercialización.
- Si el operador no apunta correctamente el soplete y dentro del campo de acción de la cabina puede escapar las partículas no adheridas al objeto a pintar.

#### **3.2.5 QUINTA ALTERNATIVA**

Es una cabina de tipo húmedo. El aire circula de tal manera que arrastra las partículas de pintura que no se adhieran a las piezas a procesar hacia una cortina de agua.

#### **Ventajas:**

- Ofrece un acabado de alta calidad.
- No necesita de una estricta hermeticidad debido a sus cortinas de agua.
- Posee el sistema de overspray que arrastra a las partículas de pintura que no se adhieran a las piezas a procesar hacia la cortina de agua.

#### **DESVENTAJAS**

- Su construcción es de gran complejidad.
- Su mantenimiento requiere de un mayor tiempo.
- Ocupa grandes espacios.

- Se requiere de ventiladores además de una motobomba, válvulas y tubos para sus paredes de agua. Se debe construir un tanque para el almacenamiento y un sistema micro separador centrífugo de lodos de pintura.
- Son más eficaces para piezas grandes ya que en piezas pequeñas se desperdiciaría agua y energía.

### **3.3 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

Para la evaluación de cada una de las alternativas, se asigna un valor de ponderación  **$X_i$**  a los parámetros de selección que se consideran de mayor importancia para la selección de la mejor alternativa.

La asignación de los valores  **$X_i$**  dependerá de la importancia que el proyectista considere para cada parámetro y su valor asignado estará entre:

$$0 < X_i \leq 1$$

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se evaluara cada parámetro, y la alternativa que se obtenga con el valor mas alto de calificación de parámetros será la seleccionada para su construcción.

De acuerdo a los aspectos: técnico, económico y complementario se han considerado los parámetros de selección, cada uno con una calificación base de acuerdo a su influencia en el proyecto; esta calificación va de 0.5 a 1.0 puntos y a

su vez permitirá seleccionar la mejor alternativa de acuerdo a las necesidades y a los aspectos mencionados.

A continuación se define cada uno de los parámetros:

### **3.3.1 Aspecto Técnico**

**3.3.1.1 Funcionalidad.-** Habla acerca de las características de funcionamiento de la cabina de pintura, para que cumpla con los fines para la que será construida. Por la importancia de este parámetro se da un valor de 0.8.

**3.3.1.2 Rendimiento.-** Este parámetro se refiere a que se debe tener un alto grado de seguridad para que la cabina de pintura satisfaga las necesidades por las que fue proyectada. Se le asigna un valor de 0.7.

**3.3.1.3 Facilidad de Operación y Control.-** Las opciones presentadas deben perseguir una finalidad primordial, la misma que constituye en la facilidad y sencillez de operación y control. A este parámetro se le asigna un valor de 0.8.

**3.3.1.4 Materiales.-** Trata del material recomendable y su facilidad de adquisición para que la construcción sea óptima. Este parámetro tiene un valor de 0.9.

**3.3.1.5 Proceso de Construcción.-** Para evaluar este parámetro se evita entrar en procesos complicados, haciendo así más sencilla la construcción de la cabina

de pintura, de esta manera se ahorra recursos como tiempo y dinero que es uno de los principales fines del proyecto, por lo que a este parámetro se le asigna un valor de 0.9.

**3.3.1.6 Fiabilidad.-** Este factor es muy importante y trata de evaluar el funcionamiento satisfactorio de cada una de las alternativas. Su valor es de 0.6.

### **3.3.2 ASPECTO ECONÓMICO**

**3.3.2.1 Costo de Fabricación.-** De este parámetro dependerá la elección de los materiales para la construcción de la cabina, tomando en cuenta los precios más bajos sin dejar pasar por alto su alta calidad, por lo que a este parámetro se le asigna un valor de 0.8.

### **3.3.3 ASPECTO COMPLEMENTARIO**

**3.3.3.1 Tamaño.-** Se refiere al espacio ocupado por la máquina. El valor de este criterio es de 0.5.

**3.3.3.2 Forma.-** Trata de la estética de cada uno de los dispositivos. También se le asigna un valor de 0.6.

### 3.4 SELECCIÓN

En la presente sección se resume los resultados obtenidos en la alternativa en estudio para determinar cual de ellas cumple satisfactoriamente con las expectativas planteadas.

#### 3.4.1 Matriz de evaluación

**Tabla 3.1 Matriz de evaluación**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN DE PARÁMETROS (Xi)	ALTERNATIVAS				
		1	2	3	4	5
Funcionalidad	0.8	0.6	0.6	0.6	0.7	0.5
Rendimiento	0.7	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6
Facilidad de operación y control.	0.8	0.5	0.5	0.6	0.8	0.5
Materiales	0.7	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4
Proceso de fabricación	0.9	0.6	0.5	0.4	0.8	0.5
Fiabilidad	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
Costo de fabricación	0.8	0.3	0.5	0.5	0.7	0.4
Tamaño	0.5	0.3	0.3	0.1	0.5	0.4
Forma	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

### 3.4.2 Matriz de decisión.

**Tabla. 3.2 Matriz de decisión**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	VALORACIÓN DE PARÁMETROS (Xi)	ALTERNATIVAS				
		1*Xi	2*Xi	3*Xi	4*Xi	5*Xi
Funcionalidad	0.8	0.48	0.48	0.48	0.56	0.4
Rendimiento	0.7	0.42	0.35	0.42	0.49	0.42
Facilidad de operación y control.	0.8	0.25	0.25	0.48	0.64	0.4
Materiales	0.7	0.28	0.35	0.35	0.42	0.28
Proceso de fabricación	0.9	0.54	0.45	0.36	0.72	0.45
Fiabilidad	0.6	0.24	0.24	0.24	0.30	0.30
Costo de fabricación	0.8	0.21	0.4	0.56	0.6	0.32
Tamaño	0.5	0.15	0.15	0.05	0.25	0.20
Forma	0.6	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
TOTAL		2.87	2.97	3.24	4.28	3.07

### **3.4.3 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

Una vez realizado el análisis y la evaluación de parámetros de cada alternativa se determina que la cuarta alternativa, cabina de pintura tipo globo es la más adecuada para ser construida para los talleres del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ya que presenta las mejores condiciones de construcción y diseño.

### **3.5 UBICACIÓN**

Previa la construcción de la cabina de pintura se analiza su ubicación. Para lo cual, se considera el Bloque 42 en el cual se encuentran los talleres de Mecánica Básica, Motores a Reacción y Motores Recíprocos; y el Bloque 41 que dispone del cuarto del compresor el cual se encuentra en condiciones de inoperabilidad.

Por hallarse el Bloque 42 ocupado en su aforo total por los talleres indicados y no existir espacio disponible, considerando además, a la cabina de pintura como una infraestructura independiente de ellos, se ha considerado ubicarla en el cuarto del compresor ubicado en el Bloque 41 ya que dicho compresor fue reemplazado y ubicado en sitio aledaño al taller de Mecánica Básica.



## CAPITULO IV

### CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA DE PINTURA

#### 4.1 UBICACIÓN DEFINITIVA.

La construcción de la cabina de pintura seleccionada se la realiza en el Bloque 41 del ITSA (Fotos 4.1 a, b; 4.2), los materiales y herramientas que utilizan son de fácil adquisición y de fácil manejo.



a



b

**Figuras 4.1 Bloque 41. a) Puerta lateral, b) puerta frontal.**



**Figura 4.2 Interior del bloque 41 (lugar de construcción).**

## 4.2 DIMENSIONES DE LA CABINA

Las dimensiones de esta son:

- Largo:           **1.50 m**
- Ancho:           **0.60 m**
- Altura:           **2.50 m**

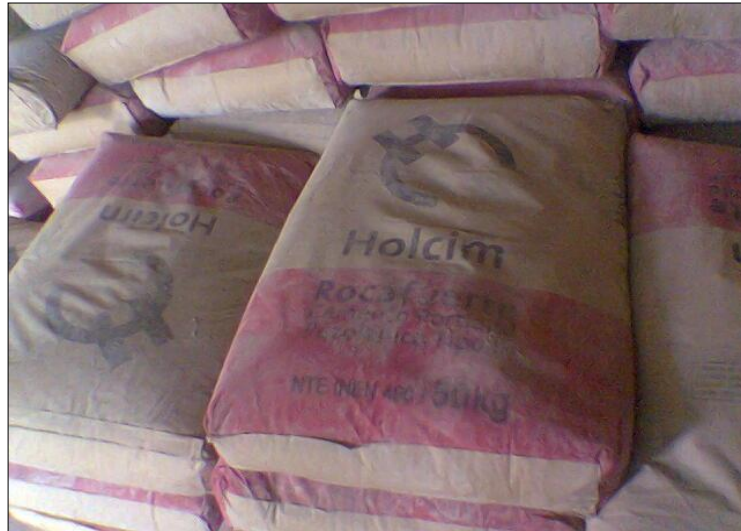
## 4.3 MATERIALES

Los materiales que utilizan en la construcción de la cabina son:

- Bloques de 15 cm.
- Arena.
- Cemento.
- Angulo estructural en “L” de 25 mm x 25 mm x 2mm
- Un tubo estructural de acero, cuadrado de 25 mm x 3mm
- Pletinas de hierro de 1/2” \* 1/8”
- Planchas de tol galvanizado para la campana de captación.
- Un extractor de aire.

**4.3.1 CEMENTO.-** Es una mezcla de caliza quemada, hierro, sílice y alúmina, y las fuentes más comunes donde se pueden obtener estos materiales son el barro, la piedra caliza, esquisto y mineral de hierro. Esta mezcla se mete a un horno de secar y se pulveriza hasta convertirlo en un fino polvo, se empaqueta y se pone a la venta en fundas de papel de 50 kg. El cemento fragua y endurece al reaccionar

químicamente con el agua. En el curso de esta reacción, denominada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una pasta y cuando le son agregados arena y grava, se forma lo que se conoce como "concreto".



**Figura 4.3 Cemento**

**4.3.2 ARENA.-** La arena o árido fino es el material que resulta de la desintegración natural de las rocas o se obtiene de la trituración de las mismas, y cuyo tamaño es inferior a los 5mm.

Para su uso se clasifican las arenas por su tamaño. A tal fin se les hace pasar por unos tamices que van reteniendo los granos mas gruesos y dejan pasar los más finos.

➤ Arena fina: es la que sus granos pasan por un tamiz de mallas de 1mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25mm.

- Arena media: es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 2.5mm de diámetro y son retenidos por otro de 1mm.
- Arena gruesa: es la que sus granos pasan por un tamiz de 5mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5mm.



**Figura 4.4 Arena**

**4.3.3 BLOQUES.-** Son elementos fabricados a base de cemento, arena y piedra triturada moldeados en formas especiales, vibrados o a presión mecánica.

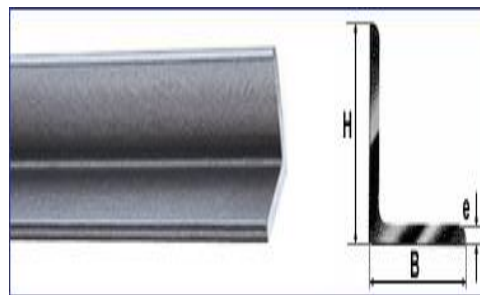


**Figura 4.5 Bloques.**

**4.3.4 ÁNGULO ESTRUCTURAL “L”.-** Los ángulos estructurales “L”, son productos cuyas alas son iguales y forman un ángulo de 90° entre si.

Este perfil después de ser laminado es enderezado en frío.

Los ángulos estructurales “L” se aplican en la construcción de estructuras metálicas livianas y pesadas, donde las partes van unidas por soldadura o apernadas y son capaces de soportar esfuerzos dinámicos. Ejemplos de aplicación entre las más importantes se tiene: torres de alta tensión, grúas, carrocerías, partes de carros. También son empleados en elementos de menor sollicitación, como soportes, marcos, muebles, barras de empalme y ferretería eléctrica en general.



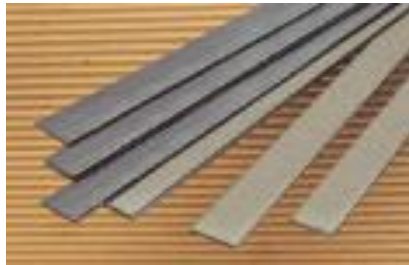
**Figura 4.6 Angulo**

**4.3.5 PLANCHAS DE TOL GALVANIZADO.-** Estas planchas vienen en diferentes espesores, además de ser resistentes a la corrosión son muy utilizados en trabajos industriales como: ventilación, recubrimiento estructural, automotriz, etc.



**Figura 4.7 Plancha de tol**

**4.3.6 PLATINAS.-** Es un pedazo de metal perfectamente plano para que ajuste a una superficie o brinde la sujeción a una o dos piezas.



**Figura 4.8 Platinas.**

#### **4.3.7 TUBO DE ACERO GALVANIZADO REDONDO**

Ideal para aplicarse en:

- Cercas
- Barandales
- Andamios
- Muebles tubulares
- Estructuras decorativas, etc.



**Figura 4.9 Tubos de acero galvanizado**

#### **4.4 HERRAMIENTAS**

Las herramientas que se utilizan en la construcción de la cabina de pintura son las utilizadas en albañilería, a continuación describiremos algunas de ellas:

**4.4.1 PALA.-** Es un instrumento o herramienta de mano compuesta de una placa metálica y un cabo de madera, la placa puede terminar recta y en este caso sirve para cavar zanjas, para hacer revolturas, morteros y mezclas, emparejar superficies, etc. O puede terminar redondeada y en punta sirviendo entonces principalmente para excavar. Puede tener cabo recto y largo o más corto y terminando en un mango para ahí tomar la pala con la mano y con la otra el cabo.



**Figura 4.10 Pala**

**4.4.2 PALETAS.-** En principio las llanas dibujadas al lado son suficientes para realizar cómodamente.

A estas la mayor parte de sus trabajos. Se les llama también "llanas" para alisar las juntas.



**Figura 4.11 Paletas**

**4.4.3 MARRO O COMBO.-** Se conoce como un marro a una masa de hierro provista de un mango. Se les denomina según el peso de la masa de hierro y los hay de muchos tamaños, los más pequeños tienen el mango corto y se usan con una mano para clavar estacas o bien los albañiles lo emplean para rastrear piedras toscamente esta herramienta la usamos en el derrocamiento de la base donde se alojaba el compresor de la antigua red neumática del ITSA.





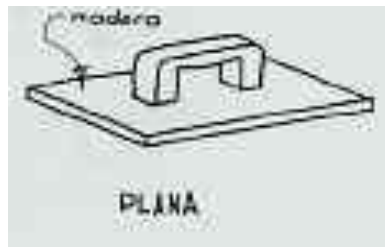
**Figura 4.12 Combo**

**4.4.4 CUÑA.-** Barra de acero cilíndrica corte de 30 a 40cm de largo y de 38 a 51mm de diámetro terminada en punta o como cincel que se usa para romper piedras colocándola en las grietas y golpeando con un marro.



**Figura 4.13 Cuña**

**4.4.5 PLANA.-** Rectángulo de madera de unos 30cm de largo por unos 15cm de ancho y de dos a tres de gruesos que sirve para hacer acabados ásperos en aplanados y recubrimientos.



**Figura 4.14 Plana**

**4.4.6 METRO O CINTA MÉTRICA.-** Es el más común, de cinta metálica, muy útil, versátil y que no ocupa espacio porque se enrolla sobre sí mismo. Deberá ser de 5 metros como mínimo, así como ancho y resistente para que no se doble.



**Figura 4.15 Flexómetro**

**4.4.7 NIVEL.-** Los niveles de burbuja son aliados insustituibles en bricolaje, sobre todo, en albañilería y carpintería. Con una burbuja en el centro, el nivel sirve para medir con precisión la línea vertical y la horizontal: por ejemplo para saber si un cuadro está bien colgado o si un ladrillo no tiene más inclinación de la debida. Algunos niveles digitales emiten un sonido cuando hemos alcanzado la horizontalidad o verticalidad adecuada, facilitando enormemente el trabajo. Cuanto más grande es el nivel, más preciso: unos 60 cm. de largo suele ser suficiente



**Figura 4.16 Nivel**

Como se puede observar la construcción de la cabina no entra en procesos complicados, tanto los materiales como las herramientas se los puede adquirir en cualquier ferretería, cabe mencionar que antes de la construcción de la cabina fue necesario preparar el espacio físico en el Bloque 41, siendo indispensable remover el compresor de la antigua red neumática, su acumulador parte de la tubería de distribución de aire, su conexión eléctrica, su base de concreto entre otras partes.

#### **4.5 PREPARACIÓN DEL SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN**

En la presente sección se presenta la preparación del sitio para proceder a la construcción del a cabina de pintura.



**Figura 4.17 Compresor del antiguo sistema neumático.**



**Figura 4.18 Deposito de aire**



**Figura 4.19 Desarmado del compresor**



**Figura 4.20 Separación del a base**



**Figura 4.21 Remoción del deposito de aire**



**Figura. 4.22 Remoción de la base de concreto**



**Figura 4.23 Limpieza del lugar de construcción**

#### **4.6 SELECCIÓN DEL EXTRACTOR**

Para la selección del extractor de aire, se calcula el volumen total de la cabina multiplicando las tres dimensiones: alto, ancho, profundidad.

$$\underline{V_c} = L \cdot A \cdot H \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Donde.

Vc: Volumen de la cabina

L: Largo

A: Ancho

H: alto

$$\underline{V_c} = 1.50\text{m} \times 0.60\text{m} \times 2.50\text{m} = \mathbf{2.25 \text{ m}^3}$$

Según la tabla 2.2 para cabinas y talleres de pintura es de 30 a 60 renovaciones de aire por hora, Para el presente cálculo se considera el valor medio 45

renovaciones de aire por hora ya que el tamaño de la cabina en relación a un taller. Para determinar el caudal de aire requerido se multiplica el número de renovaciones por el volumen de la cabina.

$$Q = Vc \cdot N$$

Donde:

Q: caudal

N: Número de renovaciones por hora.

$$V = 2.25 \text{ m}^3 \times 45 \text{ renov/hora} = 101.25 \text{ m}^3/\text{hora}$$

En base al cálculo realizado se ha de seleccionar un extractor que permita renovar 101.25 m<sup>3</sup>/hora (aproximadamente 60 cfm). Considerando, que las sustancias componentes y disolventes de la pintura son altamente contaminantes y por recomendación en manuales de ventilación en los que se indica que se debe considerar entre el 50 y 100 % adicional del caudal, se ha considerado un incremento de aproximadamente el 66 %, por tanto el extractor debe tener una capacidad de 100cfm.

## **4.7 CONSTRUCCIÓN**

### **4.7.1 MÁQUINA, HERRAMIENTA Y EQUIPOS**

En la construcción de la cabina de pintura, se utilizaron además de las herramientas para la obra civil, máquinas, herramientas y equipos para la fabricación de la

campana de captación. En las tablas 4.1, 4.2 y 4.3 se presenta la codificación de las máquinas, herramientas y equipos empleados.

**Tabla 4.1 Codificación de Máquinas**

Nº	MAQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Soldadora	Eléctrica 220 ; 55 – 220 A	M-1
2	Dobladora de tol	95 cm de cuchilla	M-2
3	Pulidora	½ Hp ; 1700 rpm	M-3
4	Esmeril de Banco	120 V AC; 60 hz	M-4



**Tabla 4.2 Codificación de Herramientas**

Nº	HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Flexo metro	5 m	H-1
2	Escuadra	45 cm	H-2
3	Rayador		H-3
4	Entenalla	5 pulg.	H-4
5	Sierra manual	Diente grueso	H-5
6	Cisalla	Manual	H-6
7	Banco de trabajo		H-7
8	Taladro	Dril 12 mm	H-8
9	Brocas	Varios diámetros	H-9
10	Cepillo de acero	4 pulg.	H-10

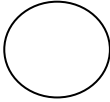
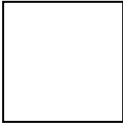
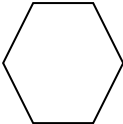

**Tabla 4.3 Codificación de Equipos**

N	EQUIPO	CARACTERÍSTICA	CÓDIGO
1	Compresor y equipo de pintura	50 psi; ½ Hp	E-1
2	Suelda Oxiacetilénica	Carburo al agua	E-2

## 4.7.2 DIAGRAMAS DE PROCESOS

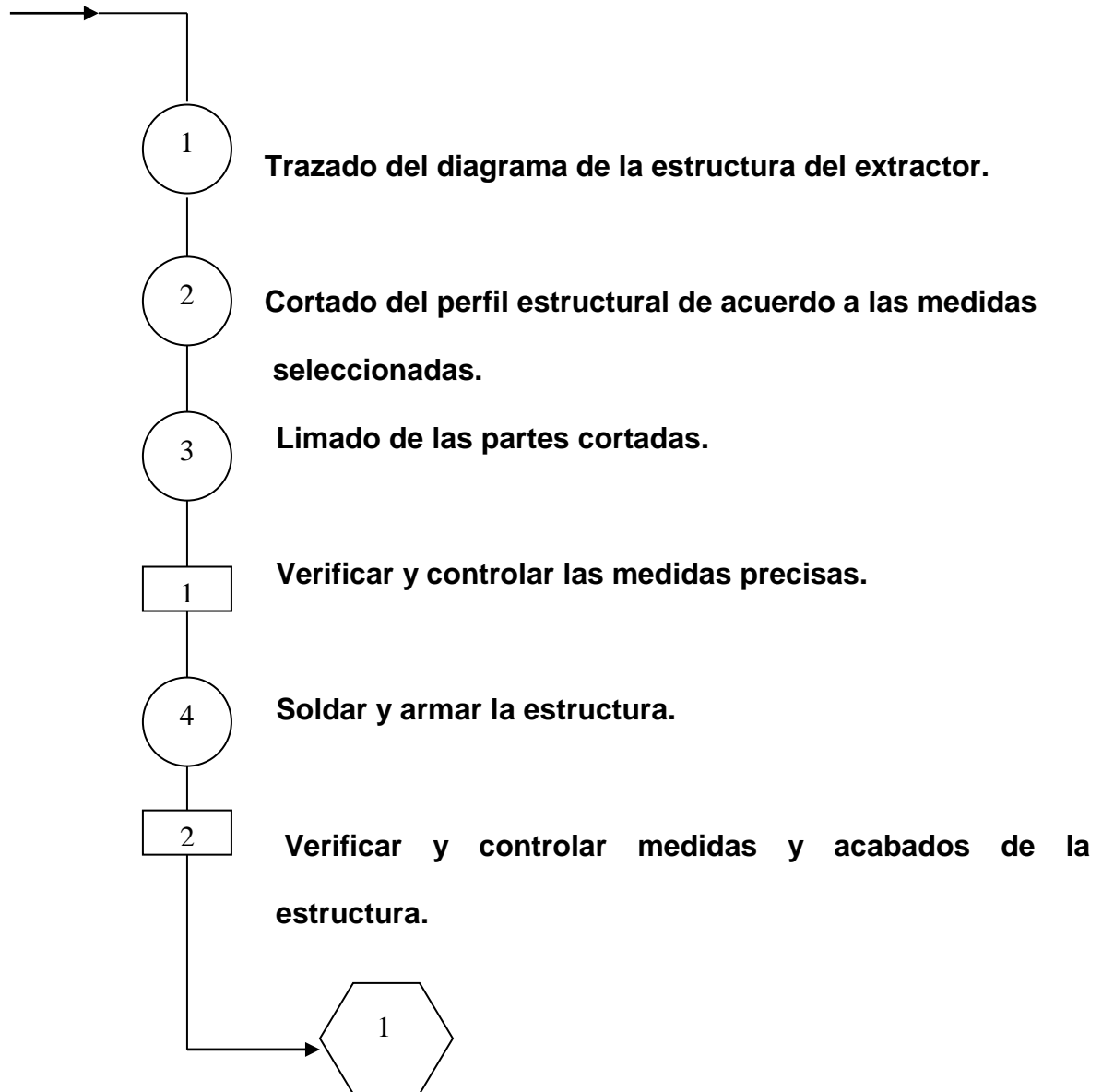
La tabla 4.4, presenta la simbología utilizada en los diagramas de procesos.

**Tabla 4.4 Simbología.**

Detalle	Símbolo
Operación	
Inspección	
Producto semi elaborado	
Líneas de conexión	

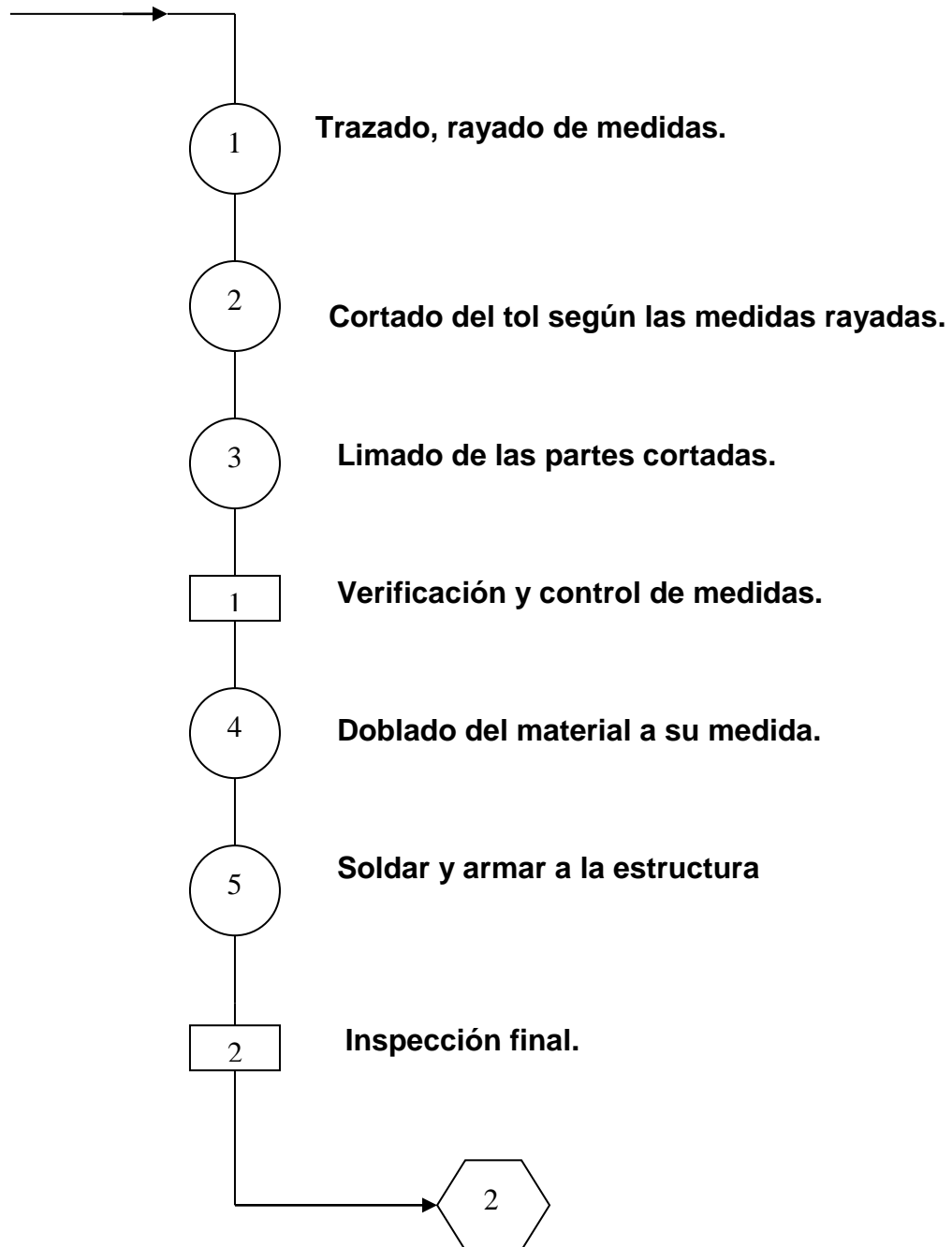
#### 4.7.2.1 Diagrama de procesos de la estructura de la campana de captación del extractor.

**Material:** Perfil estructural "L"

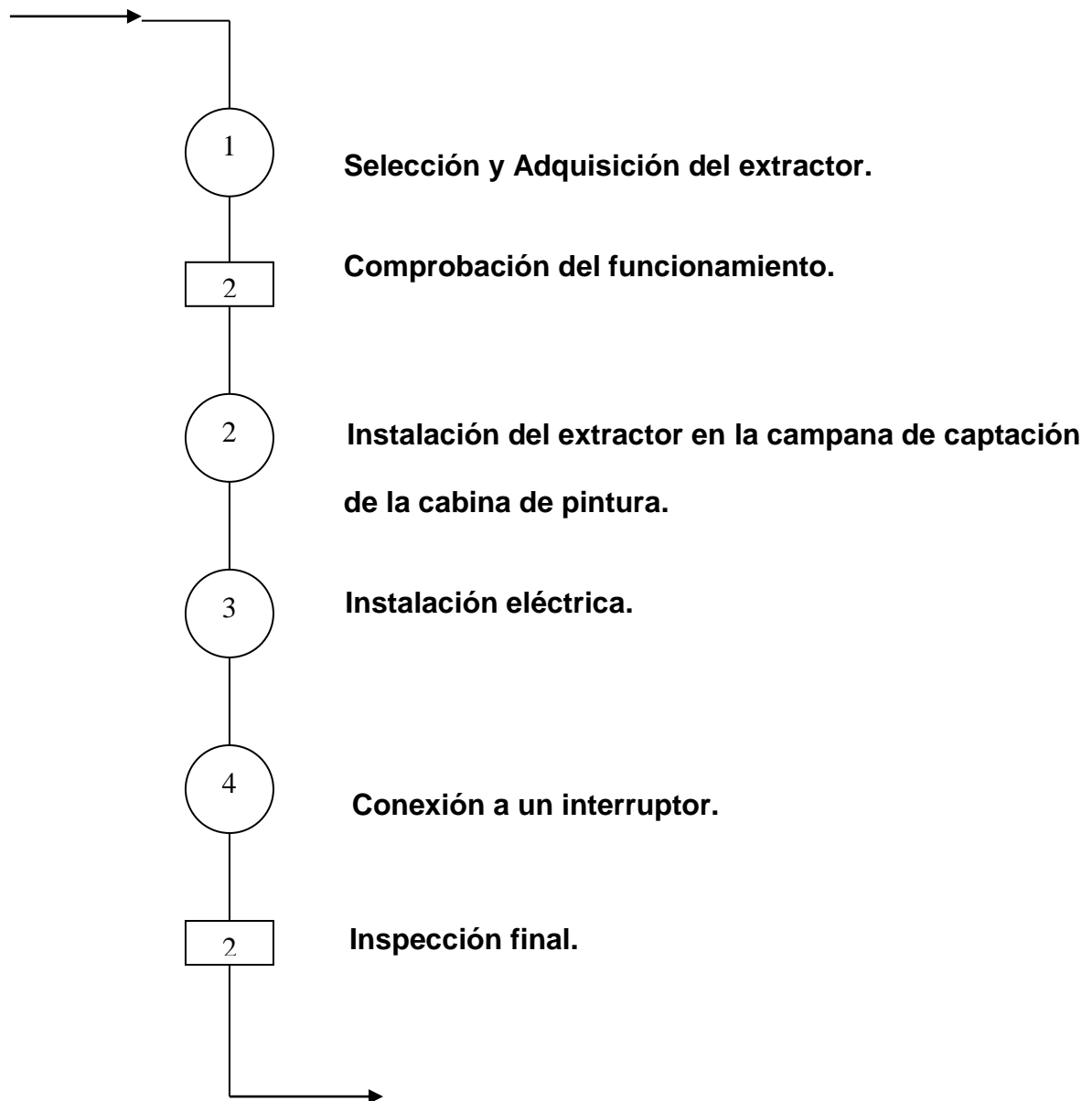


#### 4.7.2.2 Diagrama de procesos de la cubierta de la estructura.

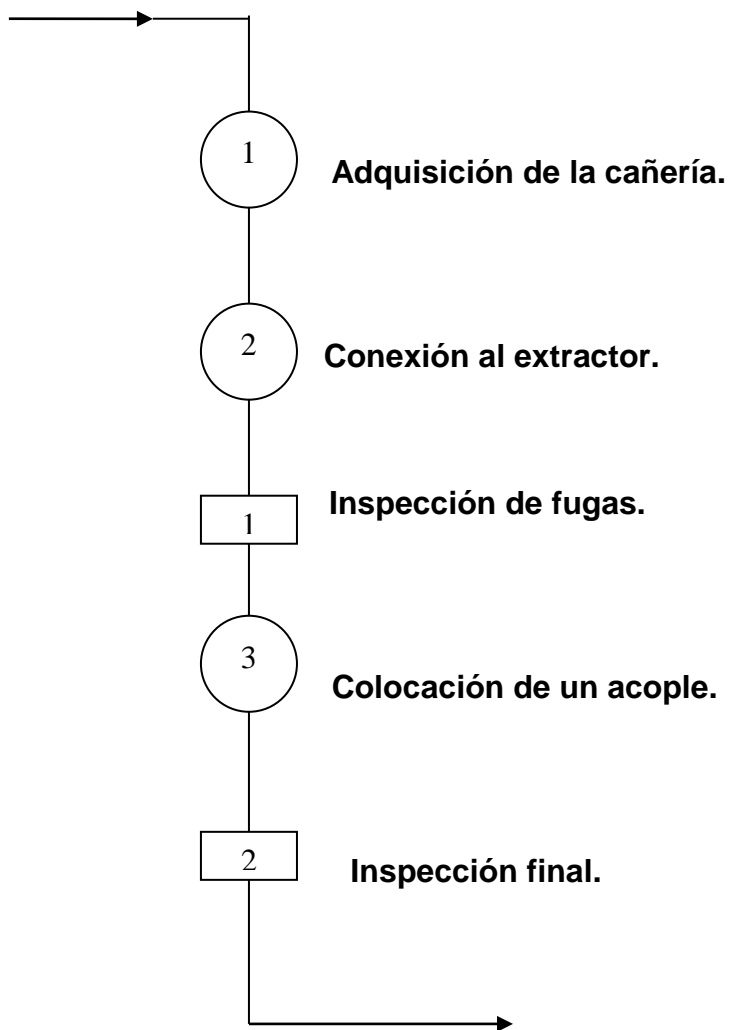
Material: **Tol galvanizado.**



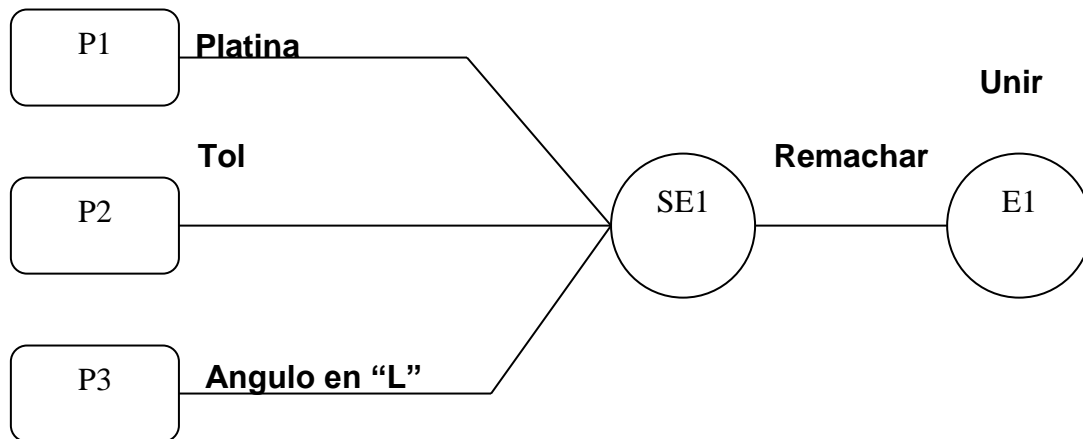
#### 4.7.2.3 Diagrama de procesos de la instalación del extractor en la campana de captación.



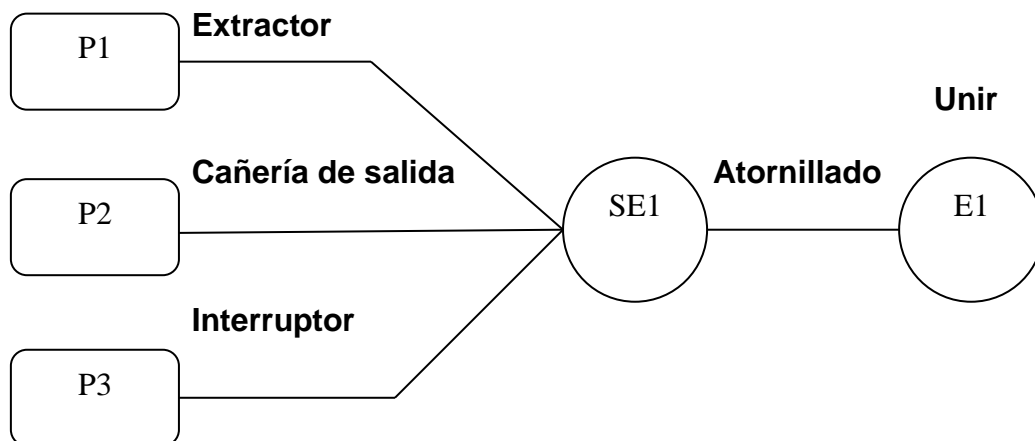
**4.7.2.4 Diagrama de procesos de instalación de la cañería de salida de los gases.**



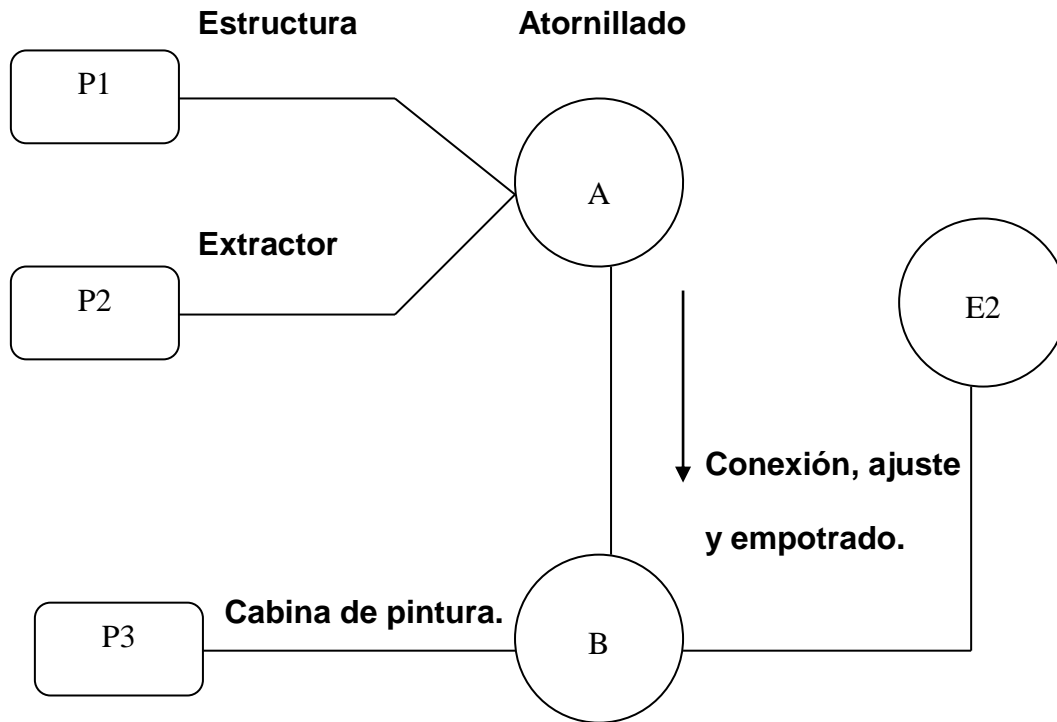
**4.7.2.5 Diagrama de ensamble de la estructura de la campana de captación.**



**4.7.2.6 Diagrama del ensamble del extractor a la campana y a la cañería de evacuación.**



#### 4.7.2.7 Diagrama de ensamblaje final.



## CAPITULO V

### ELABORACIÓN DE MANUALES

Es importante disponer de la documentación necesaria que permita realizar un correcto manejo y a su vez un correcto mantenimiento de la cabina de pintura con el fin de evitar accidentes aprovechar al máximo su rendimiento, y alargar la vida útil de la misma.



## **5.1 TIPOS DE MANUALES**

A continuación daremos a conocer los diferentes tipos de manuales que aplicaremos en nuestro equipo de pintura aeronáutica.

- **Manual de seguridad.**
- **Manual de operación.**
- **Hoja de registro.**

### **5.1.1 MANUAL DE SEGURIDAD**

En este manual se da a conocer las normas de seguridad que se deben tener en cuenta para la utilización de la cabina de pintura, con la finalidad de evitar accidentes y futuras enfermedades profesionales a las personas que laboran en esta, de igual manera, prevenir daños a la cabina y equipos que se emplean conjuntamente.

### **5.1.2 MANUAL DE OPERACIÓN**

El manual de procedimientos abarca la verificación y normas de operación de la cabina de pintura para aprovechar al máximo sus características.

### 5.1.3 MANUAL DE MANTENIMIENTO

En este manual se da a conocer las actividades y procedimientos normalizados y secuenciales en función de su utilización y tiempo para una adecuada conservación en condiciones estándar de operación y de esta manera prolongar la vida útil de la cabina de los equipos de pintura.


### 5.1.4 HOJA DE REGISTROS

En este documento se ha de registrar todas las actividades realizadas en la cabina en cuanto a su mantenimiento, chequeo y verificación. Sirve para llevar una correcta información de la cabina de pintura y su operación.


### 5.1.5 CODIFICACIÓN DE LOS MANUALES


Tabla 5.1 Codificación de los manuales


Manual	Código
Manual de Seguridad	ITSA-VP-01
Manual de Operación	ITSA-VP-02
Manual de Mantenimiento	ITSA-VP-03
Hoja de Registro	ITSA-VP-04


	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. 1 de 1</b>
	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Cod. ITSA-VP-01</b>
	<b>Elaborado por:</b> Pablo Vicuña.	<b>Revisión No. 01</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo.	<b>Fecha:</b>
<p><b>1 OBJETIVO</b></p> <p>Documentar las medidas de seguridad necesarias para realizar un correcto uso y mantenimiento de la cabina de pintura, con el fin de evitar posibles accidentes.</p> <p><b>2- ALCANCE</b></p> <p>Determinar las medidas de seguridad que debe aplicar el usuario antes de utilizar la cabina de pintura.</p> <p><b>3.-PROCEDIMIENTOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizar la protección para ojos, ya que cuando se trabaja con materiales pulverizados se desprenden pequeñas partículas que pueden afectar la vista.</li> <li>2. Usar guantes de hule apropiados para evitar que los residuos de pintura contaminen nuestra piel, no olvidemos que las manos están mas expuestas a contaminarse en el proceso de pintado.</li> <li>3. Proteger la nariz y boca con una mascarilla adecuada para evitar la ingestión e inhalación de gases tóxicos.</li> <li>4. Usar un overol o mandil para proteger el resto de nuestro cuerpo. Es importante recalcar que estos deben ser impermeables.</li> <li>5. No opere la cabina más allá de los límites permisibles en especial con el tamaño de los objetos a pintar y el extractor.</li> <li>6. Es importante que conozca el funcionamiento del equipo, en caso de no conocerlo pida el adiestramiento en el mismo.</li> <li>7. Limpie la cabina antes de usar, tenga cuidado con las esponjas y otros elementos textiles que pueden ser aspirados por el extractor.</li> </ol> <p><b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD:</b> _____</p>		



	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. 1 de 1</b>
	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Cod. ITSA-VP-02</b>
	<b>Elaborado por:</b> Pablo Vicuña.	<b>Revisión No. 01</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo.	<b>Fecha:</b>
<p><b>1 OBJETIVO:</b></p> <p>Registrar los procedimientos de operación de la cabina de pintura.</p> <p><b>2 ALCANCE:</b></p> <p>Evitar un paro o falla del equipo de entrenamiento de pintura aeronáutica por falta de conocimiento sobre la operación del mismo.</p> <p><b>3 PROCEDIMIENTOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tenga preparado el equipo de pintura auxiliar listo para su uso (aerógrafo).</li> <li>2. Introduzca el objeto a pintar (lamina), y asegúrese de que este sujeto En las barras de soporte.</li> <li>3. Adopte una buena posición para el pintado, tenga solo lo necesario que que va a ocupar durante su trabajo.</li> <li>4. Encienda el extractor de gases.</li> <li>5. Mantenga encendido el extractor de gases durante el trabajo, si va a cambiar de lámina no lo apague.</li> <li>6. Al terminar el trabajo deje prendido el extractor durante 5 minutos, luego apáguelo.</li> <li>7. Por ultimo limpie la cabina y verifique que todo se encuentre apagado Y desconectado.</li> </ol> <p><b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. 1 de 1</b>
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Cod. ITSA-VP-03</b>
	<b>Elaborado por:</b> Pablo Vicuña.	<b>Revisión No. 01</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo.	<b>Fecha:</b>
<p><b>1. OBJETIVO:</b></p> <p>Conservar en perfectas condiciones de operación la cabina de pintura para aprovechar su rendimiento al máximo y alargar su periodo de vida.</p> <p><b>2. ALCANCE:</b></p> <p>Contempla la estructura física de la cabina y la sección de extracción de gases.</p> <p><b>3. PROCEDIMIENTOS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apague por completo la sección de extracción de gases de la cabina de pintura.</li> <li>2. Limpie todas las suciedades superficiales de toda la cabina de pintura.</li> <li>3. Una vez que toda la parte externa de la cabina esta limpia remueva la rejilla de filtración, saque el filtro y límpielo y con una brocha limpie toda la parte de la boca de extracción.</li> <li>4. El motor del extractor únicamente necesita de lubricación de su cojinetes cada seis meses, tome en cuenta el tiempo de funcionamiento y si lo va a realizar luego de que la cabina ha estado operando asegurese de que este completamente frío.</li> <li>5. Proceda a desarmar los conductos de evacuación de gases y límpielos Con una brocha y aire a presión.</li> <li>6. Para la lubricación del extractor utilice un aceite de tipo no detergente 10 W o 20 W SAE tipo ML o un aceite para motor eléctrico aplicando de 10 a 20 gotas.</li> </ol> <p><b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

	<b>MANUALES</b>	<b>Pág. 1 de 2</b>
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Cod. ITSA-VP-03</b>
	<b>Elaborado por:</b> Pablo Vicuña.	<b>Revisión No. 01</b>
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Guillermo Trujillo.	<b>Fecha:</b>
<p>7. Una vez que a realizado los procedimientos anteriormente descritos asegúrese de que todo quede en su lugar correspondiente.</p> <p>8. Por ultimo limpie las paredes de la cabina y la superficies de sujeción de los objetos a pintar.</p>		
<p><b>FIRMA DE RESPONSABILIDAD</b> _____</p>		

	<b>HOJA DE REGISTRO</b>	<b>Código No.</b>
	<b>LIBRO DE VIDA DE MANTENIMIENTO DE LA CABINA DE PINTURA</b>	<b>Registro No.</b>
		<b>Hoja:            de.</b>

<b>No.</b>	<b>Fecha Inicio</b>	<b>Fecha finalización</b>	<b>Trabajo realizado</b>	<b>Material y/o Repuesto utilizado</b>	<b>Responsable</b>	<b>Observaciones</b>

-----  
**RESPONSABLE**



	<b>HOJA DE REGISTRO</b>	<b>Código No.</b>
	<b>LIBRO DE DE MANTENIMIENTO DE LA CABINA DE PINTURA DAÑOS</b>	<b>Registro No.</b>
		<b>Hoja:            de.</b>

No.	FECHA	DAÑO PRODUCIDO	CAUSA DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA	OBSERVACIONES

-----

**RESPONSABLE**

## CAPITULO VI

### ESTUDIO ECONÓMICO

En este capitulo vamos a conocer la cantidad de dinero que hemos utilizado en la adquisición de los materiales y la construcción de nuestra cabina de pintura.

#### 6.1 PRESUPUESTO

Los costos de este proyecto justifican la necesidad de que el ITSA tenga su área de entrenamiento en pintura aeronáutica, capaz de satisfacer las necesidades tanto de profesores como de los alumnos de la carrera de MECÁNICA AERONÁUTICA.

Al realizar una cotización tanto de materiales como de mano de obra, se determino que la construcción de la cabina de pintura tiene un presupuesto estimado de **1100 USD**.

#### 6.2 ESTUDIO ECONÓMICO

Para la construcción de la cabina de pintura se considera los siguientes puntos:

- Materiales de construcción.
- Obra civil.
- Maquinaria - herramienta.

➤ Otros.

A continuación se detalla cada uno de estos rubros utilizados en la construcción de este proyecto.

### **6.2.1 Materiales de construcción**

En este rubro se hace constar todos los materiales utilizados para la construcción de nuestra cabina de pintura.

**Tabla 6.1 Costo de los materiales de construcción.**

<b>MATERIALES ESTRUCTURALES</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR (USD)</b>
Extractor de gases	1	280
Ducto flexible de ventilación	1	62
Remaches	60	2
Platina	1	5.90
Angulo estructural "L"	1	5.45
Tubo de acero galvanizado 2"	1	4.80
Planchas de tol galvanizado	2	57.40
Pintura con fondo anticorrosivo	1	9.50
Bloques de 15	80	16.80
Cemento (quintales)	2	11.40
Arena	6	9.90
Cable gemelo 16 AWG	6m	5.40
Interruptor	1	4.50
<b>TOTAL</b>		<b>475.05</b>

### 6.2.2 Maquinaria – Herramienta.

Para la construcción de la cabina de pintura, se utilizó las máquinas-herramientas existentes en el taller de suelda del Ala de Investigación y Desarrollo N.-12

**Tabla 6.2 Maquinaria-herramienta.**

<b>MAQUINARIA – HERRAMIENTA</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Valor (USD)</b>
Cizalla eléctrica	6
Dobladora de tol	5
Taladro	5
Amoladora	5
Equipo de pintura	5
<b>Total</b>	<b>26</b>

### 6.2.3. Mano de obra.

Los costos de mano de obra comprenden los procesos de preparación de pintura, instalaciones, etc.

**Tabla 6.3 Mano de obra.**

<b>MANO DE OBRA</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Valor (USD)</b>
Limado-cortado	6
Pintado	10
Conexiones eléctricas	15
Acabados	17
<b>TOTAL</b>	<b>48</b>

#### **6.2.4 Obra Civil.**

Este rubro comprende el trabajo de albañilería que se realizó en la construcción de la cabina de pintura.

**Tabla 6.4 Obra civil**

<b>Trabajos de obra civil</b>	<b>Valor (USD)</b>
OBRA CIVIL	180
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>

### 6.2.5 Otros gastos

En este rubro se tiene los materiales empleados en la realización de la parte escrita del proyecto de tesis, entre otros como por ejemplo el transporte, Internet, impresiones, CDS, y la compra de un compresor que se la realizara entre dos personas.

**Tabla 6.5 Otros gastos**

<b>Detalle</b>	<b>Valor (USD)</b>
Otros	255
<b>TOTAL</b>	<b>255</b>

**Tabla 6.6 Costo total.**

<b>ITEM</b>	<b>MONTO</b>
Materiales	475.05
Maquinas, herramientas y equipos	26
Obra Civil	180
Mano de obra	48
Otros	255
<b>TOTAL</b>	<b>984.05</b>

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 Conclusiones**

- El análisis del funcionamiento de cabinas de pintura y sus diferentes tipos han permitido construir una cabina adecuada para la realización de práctica académica por parte de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, contemplando normas de seguridad para un trabajo de excelente calidad.
  
- En función de la selección de la cabina a construir se ha determinado los materiales adecuados y equipo de ventilación correspondiente a fin de satisfacer los requerimientos de las prácticas que se realizan en ella.
  
- Las pruebas de funcionamiento de la cabina realizadas permiten concluir que encuentra en condiciones estándar de operación.
  
- Los manuales de operación y mantenimiento de la cabina permiten facilitar de manera secuencial y concatenada realizar procedimientos correspondientes para una correcta operación y un efectivo mantenimiento de esta.



## 7.2 Recomendaciones

- Se recomienda al personal que va a trabajar revisar los manuales, y hojas de registro que estén debidamente llevados y actualizados a la fecha correspondiente.
  
- Se recomienda al personal que se encuentre haciendo uso de la cabina use el equipo de proyección personal adecuado para este tipo de trabajo.
  
- Se recomienda al personal que se encuentre a cargo de la cabina de pintura, haga cumplir los manuales de operación, seguridad, mantenimiento y hojas de registro adecuadamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- E. Carnier Royo, (1994). Ventilación Industrial. Segunda edición. Madrid-España. Editorial Paraninfo.
  
- Fundación MAPFRE, (1983). Curso de higiene industrial. Madrid España. Impreso por Central de Artes Graficas S.A.
  
- [http:// www.google.com](http://www.google.com)
  
- [http:// wanadoo.com/Cabinas de Pintura/documentos.htm](http://wanadoo.com/Cabinas de Pintura/documentos.htm)
  
- [http:// www.monografias.com/trabajoscabinasde pintura](http://www.monografias.com/trabajoscabinasde_pintura)