

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE – LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**ANÁLISIS Y PRUEBAS A LOS SISTEMAS DE LA
ULTIMA TECNOLOGÍA APLICADOS A LOS
VEHÍCULOS MARCA HYUNDAI MODELOS 2002**

**SANTIAGO SOLIS S.
JUAN SÁNCHEZ S.**

LATACUNGA – ECUADOR

2003

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo ha sido desarrollado en su totalidad por los Señores: SANTIAGO SOLIS S. y JUAN SÁNCHEZ S bajo nuestra dirección.

ING. GUIDO TORRES
DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. OSCAR ARTEAGA
CO-DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Un mes que te fuiste

Los días han transcurrido y tu presencia nadie lo ha podido llenar , desde que te fuiste los días y las noches ya no han sido igual a las que solíamos tener, solo nos queda la resignación del saber que tu estarás junto a nuestro padre Dios conduciendo y cuidándonos nuestros senderos.

De ti solo nos quedan tus sabios consejos con los que nos supiste enrumbar por el camino del amor el respeto y la consideración hacia nuestro prójimo.

PARA PAPÁ JULIO

Por todas las veces que estuviste a mi favor, por toda la verdad que me hiciste ver, por toda la alegría que me diste, por lo malo que hiciste bueno. Estaré por siempre agradecido tu fuiste quien me ha sostenido y nunca me ha dejado caer; tú fuiste mi fuerza cuando fui débil, tu fuiste mi voz cuando no pude hablar. Tu fuiste mis ojos cuando no pude ver; tu viste lo mejor que había en mi.

Me levantaste cuando no podía alcanzar, me diste fe porque creíste que soy todo lo que soy, porque tu me amaste. Me distes alas y me hiciste volar, tocaste mi mano y pude tocar el cielo.

Perdí mi fe, me la devolviste; dijiste que no había estrella fuera del alcance, estuviste a mi lado y muy firme. Tuve amor y lo fue todo. Estoy agradecido por cada día que me diste.

Tal vez no sé mucho, pero sé que esto es verdad, fui bendecido por que tu me quisiste. Estuviste siempre allí para mí. El viento suave que me llevo una luz en la oscuridad, iluminó tu amor en mi vida.

INDICE

Agradecimiento

Dedicatoria

Introducción

I. CAPITULO

MARCO TEÓRICO

Objetivos	1
Generalidades	2
Métodos Operativos	6
Características y Elementos Básicos	7
Tipos de Cabina	8
Cabina tipo	10
Importancia de la Filtración	11
Parámetros de Funcionamiento	12
Fase de Pintado	12
Fase de Estufado	13
Fase de Secado	14
Fase de Enfriamiento	15
Temperaturas	15
Caudal de aire de Inyección	16
Caudal de aire de Descarga	16
Velocidad en Ductos	17
Materiales que se utilizan en los Hornos	19
Materiales de paredes Internas y Externas	19
Materiales de Perfiles	19
Aislamiento Térmico	20
Aislamiento de Paredes	20
Aislamiento de Conductos	20
Material y Uniones de Ductos	21
Ventiladores	22
Iluminación	24

Factores de Reflexión de Techo y Paredes	24
Método de Alumbrado	25
Sistemas de Calentamiento	25
Sistemas de Impulsión y Expulsión de Aire	27
Sistema de Accionamiento y Control	29
Termocuplas	29
Controladores	30

II. CAPITULO

DISEÑO

Objetivos	33
Dimensiones del Horno	34
Cálculo de Peso	34
Peso de Paredes	34
Pesos que soportara el Horno	34
Diseño de la Estructura	35
Reacciones	40
Esfuerzo Máximo	41
Cálculo del Factor de Seguridad	42
Transferencia de Calor	42
Perdidas de Calor en Paredes	44
Perdidas de Calor en Ventanas	47
Perdidas de Calor en Ductos	49
Perdidas de Calor en el Piso	50
Perdidas de Calor en la Fase de Pintado	52
Perdidas de Calor en la Fase de Secado	52
Calor necesario para el Aire de Secado	53

Calor necesario para el Aire de Pintado	54
Potencia Total Necesaria que debe generar en la Fase de Secado	55
Potencia Total Necesaria que debe generar en la Fase de Pintado	55
Nivel de Iluminación	55
Altura de Suspensión de los Aparatos de Alumbrado	56
Distribución de los Aparatos de Iluminación	57
Número Mínimo de Aparatos de Alumbrado	58
Cálculo de Flujo Luminoso	59
Potencia de Iluminación	61
Caudal de Aire	62
De Inyección	62
De Descarga	62
Dimensionamiento de Ductos	63
Perdidas de Presión en Ductos y Accesorios	63
Selección de Ventiladores	67
Selección del Ventilador Inyector	68
Selección del Ventilador de Descarga	69
Diseño Eléctrico y de Control	70
Selección de Control de Temperatura	70
Selección del Sensor de Temperatura	71
Cómo medir la temperatura con una termocupla y un voltímetro	71

III. CAPITULO

PLANES DE PRODUCCIÓN

Objetivos	73
Administración de Materiales	74
Plan Maestro de Producción	75

Estudio de Métodos

75

Operación	76
Transporte	77
Inspección	77
Demora	77
Almacenaje	77
Actividad Combinada	77
Elaboración del Diagrama de Operaciones del Proceso	78
Tablas de Secuencia de Trabajo	79
Dimensiones del Prototipo	87
Materiales	87
Paredes Internas y Externas	87
Aislamiento de Paredes	87
Vidrios	88
Resistencias	88
Ventiladores	88
Ventilador de Inyección	88
Ventilador de Descarga	89
Filtros	89
Construcción del Tablero de Control	89
Termocupla	89
Controlador de Temperatura	90
Contactores	91
Interruptor Principal	91
Consejos de uso y Mantenimiento de una Cabina de Pintura	91
Antes de Pintar	91
Preparación	92
Pre-Pintado	92
Pintado	93
Fase de Secado	93
Pruebas	94
Mantenimiento	97

IV. CAPITULO

MANEJO DE SOFTWARE

Objetivos	98
Manejo del Software	99
Balance Térmico	101
Fase de Pintado	103
Fase de Secado	103
Sumatoria de Perdidas	103
Potencia Total Necesaria	103
Diseño de Estructura	104
Selección de Ventiladores	107
Ventilador Inyector	107
Ventilador de Descarga	109
Cálculo de Flujo Luminoso	110
Aparatos de Alumbrado	110

V. CAPITULO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Objetivos	113
-----------	-----

Conclusiones	114
Recomendaciones	116

I. CAPITULO

MARCO TEORICO

1.1.- OBJETIVOS

1. Conocer las características y elementos básicos de las cabinas de pintura.
2. Definir los diferentes tipos de cabinas que existen.
3. Determinar los beneficios que tienen la cabina de pintado y él porque de la importancia de la filtración .
4. Conocer las diferentes fases de funcionamiento de las cabinas
5. Determinar ciertos parámetros de calculo para el diseño de las cabinas de pintado.
6. Conocer los diferentes materiales que se utilizan para la construcción de la cabina de pintado.
7. Definir los diferentes sistemas de calentamiento, sistemas de impulsión y expulsión de aire , sistema de accionamiento y control que usan las cabinas.

1.2. GENERALIDADES

La cabina de pintado es una instalación en la que se produce un ambiente idóneo para el pintado.

Varios factores son los que hacen indispensable su instalación en talleres; por un lado, permiten la presurización y ventilación necesaria para efectuar las operaciones de pintado, y por otro, garantizan las condiciones más óptimas de protección física del aplicador, al evitar la producción de una atmósfera peligrosa.

Una cabina de pintado es un recinto cerrado, que dependiendo de las utilidades que se le quieran dar, tiene unas determinadas dimensiones (por ejemplo para el pintado de automóviles son 7m x 4m 3m), por el cual circula lentamente aire a 20 ó 25 °C desde el techo de la cabina hacia el suelo del mismo, donde se encuentra situado el colector de evacuación del aire hacia el exterior.

En el proceso de pintado se crean unos lodos de pintura que normalmente contienen cantidades de disolventes, partículas de pintura, agentes coagulantes y pueden contener también aceites. Estos lodos deben ser tratados como residuos peligrosos.

Una vez aplicada la pintura, se seca la película en una cabina de secado. Las temperaturas de horneado oscilan entre los 20 y 80 °C como máximo. El secado puede llevarse a cabo en la propia cabina de pintado o en otra aparte.

En el caso de las cabinas – hornos de pintado y secado la diferencia fundamental entre ambas fases de funcionamiento estriba en que en la fase de secado, el aire aspirado del exterior, antes de ser impulsado al plenum de distribución es recirculado a través del intercambiador de calor en una proporción aproximada del 65%. De esta forma se consigue la temperatura de secado, que habitualmente es de 60 °C, frente a los 20 °C que se alcanzan durante la fase de pintado.

El objetivo fundamental de un taller de chapa y pintura, no hay que olvidarlo, es dar un servicio satisfactorio al cliente. Así, además de esa fidelización, no solo habrá ganado un cliente, sino también, y de cara al futuro, a los clientes potenciales de su círculo social. Por ello, los expertos coinciden en que todo taller de chapa y pintura debe tener su cabina por tres razones a saber:

1.- Garantizar el acabado perfecto en cada vehículo pintado.

2.- 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.

3.- 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.

Cuando se pinta el vehículo en una cabina de pintado, éste tiene 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.

En el diseño de una cabina de pintura, los criterios de calidad de acabado deben ir unidos a los de salubridad del trabajo en el interior de la

misma. Así pues, además de conseguir la eliminación de depósitos intempestivos de polvo en el momento del pintado, debe obtenerse un grado de ventilación suficiente para mantener la concentración ambiental de contaminantes durante el pintado por debajo de los límites higiénicos recomendados.

Estudios técnicos realizados en cabinas de pintado de automóviles, en los que se ha relacionado velocidad de aire y concentraciones ambientales de contaminantes, han permitido establecer los siguientes principios básicos que garantizan alcanzar satisfactoriamente ambos objetivos:

- El sentido de las corrientes de ventilación debe ser vertical descendente, con impulso de aire por el techo y salida por el suelo. Las corrientes de aire horizontales no son admisibles en estas operaciones.
- El flujo de aire debe mantenerse regular y homogéneo en la zona de trabajo.
- El caudal de aire del sistema de ventilación, que no define por sí mismo la calidad de la instalación, debe ser suficiente para mantener una velocidad media del aire, igual o superior a 0.4 m / seg. con valores individuales no inferiores a 0.3 m / seg.

En las cabinas de pintado de vehículos de turismo, la velocidad media citada se obtiene midiendo en 10 puntos alrededor del vehículo, 3 para cada costado, 2 adelante, y otros 2 para atrás, a 0.5 m de él y a 0.9 m de altura sobre el suelo.

En las cabinas destinadas al pintado de grandes vehículos como camiones o autobuses, las medidas deben realizarse a 0.5 m. del vehículo, a 1.5 m. de altura, 2 adelante, 2 atrás y por tramos de 1.5 m. a 2 m. en ambos costados.

Las mediciones deben hacerse con un anemómetro capaz de indicar las velocidades de aire comprimidas entre 0.1 y 1 m / seg. * 0.05 m / seg.

Para cumplir estos principios básicos es recomendable seguir las siguientes normas:

- La superficie filtrante del plénum de impulsión debe abarcar la mayor parte posible del techo de la cabina, al menos el 80% del mismo. Superficies inertes mayores pueden provocar turbulencias perjudiciales.
- La superficie de salida del aire debe estar distribuida uniformemente por el suelo, normalmente mediante un foso central o dos canales longitudinales bajo el emparrillado metálico.
- La profundidad del foso o de los canales longitudinales favorece la verticalidad del flujo de aire. Se recomiendan profundidades de 0.4 metros o mayores.
- Los paneles filtrantes del aire impulsado, y en su caso los del extraído, deben revisarse y renovarse con una periodicidad adecuada a las condiciones de trabajo de cada taller. Ensuciamiento excesivo de los filtros pueden modificar totalmente la eficacia del sistema de ventilación.
- La distancia del vehículo a las paredes de la cabina debe ser alrededor de 1m. y la del techo de la cabina a la zona alta del automóvil no debe ser inferior a 1 m.

Al margen de lo expuesto, no debe olvidarse la conveniencia de que la cabina disponga de un dispositivo de depuración del aire expulsado, éstos pueden ser filtros secos o dispositivos por vía húmeda, que evite tanto la formación de incrustaciones indeseables en los conductos de salida, como la contaminación ambiental exterior.

- Las operaciones de limpieza de pistolas y utensilios con disolventes y las de preparación de pinturas, mezclas y disoluciones, deben realizarse bajo la acción de un dispositivo de aspiración, normalmente frente a campanas verticales o en pequeñas cabinas abiertas.
- Las operaciones de preparación de chapa previas al pintado es conveniente que se realicen sobre plataformas dotadas de aspiración.

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 cabina, se puede 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.

1.3. MÉTODOS OPERATIVOS:

Frecuentemente, aún a pesar de disponer de instalaciones y equipos en condiciones adecuadas, y debido a hábitos de trabajo desafortunados, se producen situaciones de riesgo higiénico fácilmente evitables. Por este motivo, es conveniente recordar la necesidad de:

- Efectuar todas las operaciones de pintado a pistola en el interior de la cabina de pintura o, alternativamente, en un lugar adecuadamente acondicionado con planos aspirantes, incluidas las aplicaciones de imprimaciones, aparejos y cementos a piezas sueltas de los vehículos.
- Mantener la ventilación conectada durante un tiempo razonable antes de penetrar en la cabina tras el secado de las aplicaciones.

- Mantener siempre tapados los recipientes con disolventes utilizados en la limpieza de pistolas y utensilios.
- Los trapos o desperdicios impregnados de pintura deberán ser recogidos en recipientes metálicos, cerrados.
- Utilizar prendas de protección personal cuando la naturaleza de las operaciones realizadas así lo requiera.

1.4. CARACTERÍSTICAS Y ELEMENTOS BÁSICOS

1.- 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 sobrepresiones. La construcción de la cabina debe ser modular, pero sólida.

2.- 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 en perímetro del recinto de pintura, como en los paneles que conforman el grupo impulsor. Además, la cabina debe tener un acabado que garantice su funcionamiento a lo largo de su vida útil de trabajo (10 a 15 años) de 15 a 20 mil horas de trabajo.

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

4.- La velocidad de aire en el interior de la cabina hay quien afirma que es la característica fundamental, y debe ser siempre superior a 30 m / seg. para asegurar una correcta evacuación de gases. Esta magnitud debe asegurar una renovación de aire alrededor de los 250 a 300 renovaciones / hora. O sea, la ventilación de la cabina debe garantizar una sobrepresión constante y uniforme en el interior del habitáculo, y además se tiene que

ajustar al tipo de pintura que se utilice. Tampoco hay que olvidar que el caudal de aire debe estar de acuerdo al espacio.

5.- 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 afectaría el acabado final.

6.- 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 el intercambiador de calor debe tener una potencia térmica capaz de generar más de 80000 Kcal. / h.

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

8.- 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 del 85 o 90 % de las partículas de pintura “over spray” que no se depositan.

1.5. TIPOS DE CABINA

Los distintos tipos de cabinas de pintura existentes en el mercado de automoción hoy en día se reducen a las dimensiones del recinto, el número de filas de luces, así como la potencia y características del grupo impulsor, pero, en líneas generales, el escaparate es el siguiente:

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

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

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.

Dentro de éste grupo, también están las cabinas de pintura de “Flujo Horizontal”, que son aquellas cuya corriente de aire 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 filtrantes ubicados estratégicamente en la pared opuesta. Generalmente, las cabinas de flujo semivertical y horizontal se suelen utilizar para el pintado de vehículos, fabricados industriales o para zonas de preparación.

2.- 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 las del modelo “Equilibrado”, o sea, las que cuentan con un ventilador, grupo impulsor y grupo extractor (dos motores y dos ventiladores).

3.- 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 cabinas existentes en la actualidad tiene 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, esto supone un aumento apreciable de la producción.

Respecto al sistema de filtrado, es prácticamente idéntico en todos los modelos, siendo los más habituales 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.

1.6. CABINA TIPO

La cabina tipo más requerida por el taller en la actualidad consta de unas dimensiones que oscilan entre 6.6 x 4 x 2.8 y de 7.20 x 4 x 2.85; con dos filas de luces (1500 W); con un grupo impulsor capaz de generar 24000 m³/h y de 120000 Kcal./h; una temperatura de 60°C en fase de secado, y con un cuadro de mandos automáticos.

La instalación de un grupo expulsor, que a la vez purifique los gases que se emiten al exterior, también es una posibilidad, aunque no la más habitual. El precio medio rondaría los \$ 11,000 dólares.

A la hora de elegir una cabina de pintura (para coches, furgonetas, camiones o motos), las variables que tiene en cuenta el taller son el volumen y el tipo de vehículo. Al mismo tiempo, no debería olvidarse del

servicio técnico y asistencia del fabricante y la disposición rápida de piezas de recambio.

Respecto a sí el taller debe tener en cuenta el tipo de acabado (base agua, acrílicos, poliuretano, etc.), los especialistas consultados afirman que “las principales diferencias entre la pintura convencional y al agua se encuentran en el trato que debe darle el pintor, así como en los tiempos de secado. A la hora de elegir un tipo de cabina, la diferencia no es tal”.

1.7. 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 medioambiental 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. Estamos 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.

Podemos encontrar éste tipo de componentes en las cabinas bajo múltiples formas y aplicaciones. En este contexto tal vez lo más importante son: los filtros del suelo del habitáculo (para 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.

1.8. PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Este tipo de horno de pintura automotriz nos proporciona un ambiente limpio para poder pintar, poder aumentar la producción y también nos proporciona un ambiente limpio para la persona que se encuentre pintando.

El funcionamiento de todos los hornos de pintura, básicamente son el mismo funcionamiento, ya que tiene tres fases; una fase de pintado, una fase de estufado y una fase de secado de la pintura.

1.8.1. FASE DE PINTADO

En la fase de pintado ponemos el cierre de la cabina en la posición de **PINTADO**, para evitar la interrupción de otras personas en el momento en que estemos pulverizando la pintura sobre el vehículo.

Verificar que el vehículo que se va a proceder a pintar haya sido limpiado en su totalidad en todas las partes en que se va a pulverizar la pintura, también debemos proteger debidamente todas las partes que no se han de pintar con papel. Después de todo esto procedemos a colocar el vehículo dentro de la cabina de pintura.

Antes de encender el interruptor principal o llevarlo a la posición ON, verificar que las palancas que controlan el flujo de aire estén correctamente ubicada en este caso exista la disposición en que el aire fluya normalmente.

Accionamos o ponemos el interruptor principal en la posición ON, de inmediato se encenderá una luz referencial en el pirómetro, el valor de temperatura que debe estar en el teclado es o debe ser de 000.

Luego para limpiar todo el ambiente interno de la cabina debemos poner en la posición ON el interruptor del extractor de gases para sacar todos los residuos de gases que hayan quedado de otras sesiones de pintado.

También es importante accionar las lámparas desde su interruptor ubicado en el tablero de control, esto para obtener una visibilidad correcta en el interior de la cabina.

Por medio del pirómetro, tecleamos la temperatura de pintado que es de los 20°C, de inmediato el pirómetro compara la información recibida desde la termocupla con la información ingresada en el pirómetro, una vez comparada la información el pirómetro energiza los contactos de un relé y acciona el intercambiador de calor (las resistencias) y el ventilador de entrada de aire.

Es importante mantener encendido el extractor de gases todo el tiempo en que se ha de demorar en pintar el vehículo.

En estas condiciones ya puede comenzar a la pulverización de la pintura sobre toda la plancha hasta conseguir el pintado total de las superficies que se han dispuesto para ésto, a continuación de esto se pasará a la siguiente fase que es el estufado.

1.8.2. FASE DE ESTUFADO

Se considera la fase de **estufado** al tiempo que la cabina se demora en cambiar la temperatura de pintado a la de secado, en un tiempo aproximado de 20 minutos.

Con este procedimiento la plancha del vehículo va ascendiendo lentamente, lo cual facilita a la pintura su capacidad para poder extenderse lo mejor posible y que la evaporación artificial no se produzca demasiado rápido.

Para esta operación debemos tomar en cuenta que la temperatura de secado debe ser ya insertada o tecleada en el pirómetro.

1.8.3. FASE DE SECADO

En la fase de secado colocamos el cierre a la compuerta de acceso. Para esta fase, las palancas de control de flujo de aire deben situarse en la posición para que el aire comience la recirculación esto con el fin de no desperdiciar el calor del aire que se encuentra en el interior de la cabina.

Controlamos por medio del pirómetro que la temperatura sea la deseada para la cocción de la pintura, según las especificaciones del fabricante.

Alcanzada ya la temperatura de secado, por medio de un medidor de tiempo determinamos el tiempo que se ha de mantener esta temperatura. Este tiempo depende del tamaño del vehículo y de la calidad de la pintura; y puede ser de 30 a 60 minutos.

Cuando termina su tiempo de cocción un avisador acústico señalará este instante. Una vez finalizado el tiempo, tecleamos en el pirómetro la temperatura de 20°C, esto hará que el intercambiador y el ventilador de

entrada se apagaran, sin embargo el extractor de gases seguirá funcionando.

1.8.4. FASE DE ENFRIAMIENTO

La mayoría de las cabinas dispones de una fase de enfriamiento para mejorar los resultados del pintado.

Controlamos que el del intercambiador de calor y el ventilador de entrada de aire este apagado sólo con teclear la temperatura de 20°C.

Para el enfriamiento debemos controlar que las palancas de control de flujo de aire ya no estén en la posición de recirculación.

Esperamos un tiempo aproximado de 15 a 20 minutos para que la temperatura baje al nivel de 20°C. Esta operación nos permite eliminar la posible humedad y así evitar posibles formaciones de condensación en las partes metálicas de la instalación.

Es de mucha importancia no apagar el intercambiador de calor y el extractor de gases al mismo tiempo, pues si se hace así se concentrará una gran cantidad de calor residual y la cabina podrá padecer un calentamiento pernicioso.

Es necesario primero apagar el intercambiador de calor y dejar en funcionamiento el ventilador durante unos 10 a 15 minutos para que el aire vaya evacuando lentamente el calor residual que queda repartido por las instalaciones.

1.9. TEMPERATURAS

La temperatura ambiente se considera de 10 °C.

Se deberá utilizar una temperatura de 20 °C en la fase de pintado ($\Delta T_p = 20-10=10^\circ\text{C}$).

En la fase de estufado la temperatura debe alcanzar desde los 20 °C hasta los 50 °C en un tiempo aproximado de 20 minutos.

En la fase de secado debemos mantener una temperatura de 50 °C ($\Delta T_s=50-10=40^\circ\text{C}$).

1.10. CAUDAL DE AIRE DE INYECCIÓN

Actuará un ventilador de inyección de aire por la parte superior del horno, enviando el aire previamente a un intercambiador de calor que lo acondicionara.

La cantidad de aire necesario para la inyección es de 120 a 240 veces por hora el volumen interno de la cámara.

$$C_1 = V_i * \# r \quad (1.1)$$

en donde:

C_1 = caudal de inyección

V_i = volumen interior de la cámara

$\#r$ = número de renovaciones de aire.

1.11. CAUDAL DE AIRE DE DESCARGA

La cantidad de aire necesario para la descarga es 10 % menos el caudal de inyección, es decir:

$$C_2 = C_1 - 0,1 C_1 \quad (1.2)$$

En donde:

C_2 = Cantidad de aire de descarga.

1.12. VELOCIDAD EN DUCTOS

Los ductos tienen una velocidad máxima recomendable con el objetivo de mantener un factor de ruido controlado tanto la circulación de aire en ductos principales como ramales de entrada y de retorno como se muestra en la tabla 1.1; se escoge las máximas velocidades para aplicaciones industriales.

Pero en éste caso se ha tomado velocidades mucho menores a las máximas para obtener de esta manera un factor de ruido bajo, y una caída de presión estática baja con el objeto que los ventiladores entreguen el caudal necesario sin mayor esfuerzo.

TABLA 1.1. Velocidad máxima recomendada en ductos de sistemas de baja velocidad (cfm)					
APLICACIONES	FACTOR DE RUIDO DUCTO PRINCIPAL	FACTOR DE FRICCIÓN EN DUCTOS			
		DUCTO PRINCIPAL SUMINISTRO RETORNO		RAMALES SUMINISTRO RETORNO	
RESIDENCIAS	600	1000	800	600	600
APARTAMENTOS CUARTOS DE HOTEL CUARTOS DE HOSPITAL	1000	1500	1300	1200	1000
OFICINAS PRIVADAS CUARTOS DIRECTORIOS LIBRERIAS	1200	2000	1500	1600	1200
TEATROS AUDITORIOS	800	1300	1100	1000	800
OFICINAS GENERALES TIENDA DE CLASE ALTA BANCOS	1500	2000	1500	1600	1200
TIENDAS DE CALSE MEDIA CAFETERIA	1800	2000	1500	1600	1200
INDUSTRIA	2500	3000	1800	2200	1500

Fuente: ARI. Manual de refrigeración y aire acondicionado

1.13. MATERIALES QUE SE UTILIZAN EN LOS HORNOS.

1.13.1.- MATERIALES DE PAREDES INTERNAS Y EXTERNAS.

Los materiales que se utilizarán son planchas de acero de las siguientes especificaciones:

Las planchas interiores tienen las siguientes medidas: (2400 mm x 1200 mm x 0.7 mm.) con un peso de 5 Kg./ m² ,

Las planchas exteriores tienen las siguientes medidas: (2400 mm x 1200 mm x 1 mm.) con un peso de 7.5 Kg. /m² ,

1.13.2. MATERIALES DE PERFILES.

Para la construcción se ha de utilizar un perfil tipo **C** de las siguientes medidas (50 mm. x 25 mm. x 3 mm.) de acero A36 con una dimensión longitudinal total de 85 m. cuyas especificaciones son las siguientes:

E = módulo de elasticidad del acero $E = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg. / cm}^2$

A = área = 2.70 cm²

Sy = resistencia a la fluencia = 2536 Kg. / cm²

Peso aproximado de 2.12 Kg. / m

Propiedades del eje "Y ":

I = inercia de Y = 1.57 cm⁴

Zy = módulo de sección Y = 0.91 cm³

ry = radio de giro en Y = 0.76 cm

Propiedades del eje " X ":

I = inercia 9.7 cm⁴

Z = módulo de sección X = 3.88 cm³

$r_x = \text{radio de giro en } X = 1.89 \text{ cm}$

1.14. AISLAMIENTO TÉRMICO

El aislamiento térmico irá entre las panchas de tol interiores y exteriores de las paredes y en el exterior de los conductos con el fin de evitar una pérdida excesiva de calor, ya que esto se traduce en gran ahorro de energía especialmente en la fase de secado.

1.14.1. AISLAMIENTO DE PAREDES

Para el aislamiento en paredes, techo y puertas se ha utilizado como material aislante aislaflex cuyas características podemos ver en el [anexo A](#), y son las siguientes:

$k_1 = 0.0382 \text{ W / m } ^\circ\text{C}$; coeficiente de conductividad térmica de aislaflex

$e_1 = 5 \text{ cm}$ = espesor del material aislante

1.14.2. AISLAMIENTO DE CONDUCTOS

Para el aislamiento de los conductos de entrada y de retorno de aire se ha utilizado poliestireno expandido cuyas propiedades podemos encontrar en el [anexo A](#), y estas son las siguientes:

$k_2 = 0.033 \text{ W / m } ^\circ\text{C}$; coeficiente de conductividad térmica del poliestireno expandido.

$e_2 = 2.54 \text{ cm}$ = espesor del material que cubrirá los ductos.

1.15. MATERIAL Y UNIONES DE DUCTOS

Los ductos se construirán de manera que proporcione resistencia estructural y estabilidad equivalente en lo mínimo a metal de lámina de no menos que los espesores de la tabla 1.2.

TABLA 1.2.	
Diámetro	Nº de calibre Americano U.S.
Hasta de 8" (20 cm) inclusive	24
Más de 8" hasta 18" (20 a 46 cm) inclusive	22
Más de 18" hasta 30" (46 a 76 cm) inclusive	20
Más de 80" (203 cm)	18

Fuente: ARI. Manual de refrigeración y aire acondicionado.

Estos se unen mediante el uso de cinchos y ganchos en S según se pueda observar en la figura 1.1. Es de extrema importancia que se mantenga el mínimo de fuga de aire en ductos. Con éste fin se puede sellar uniones utilizando cintas.

Unión de ductos.

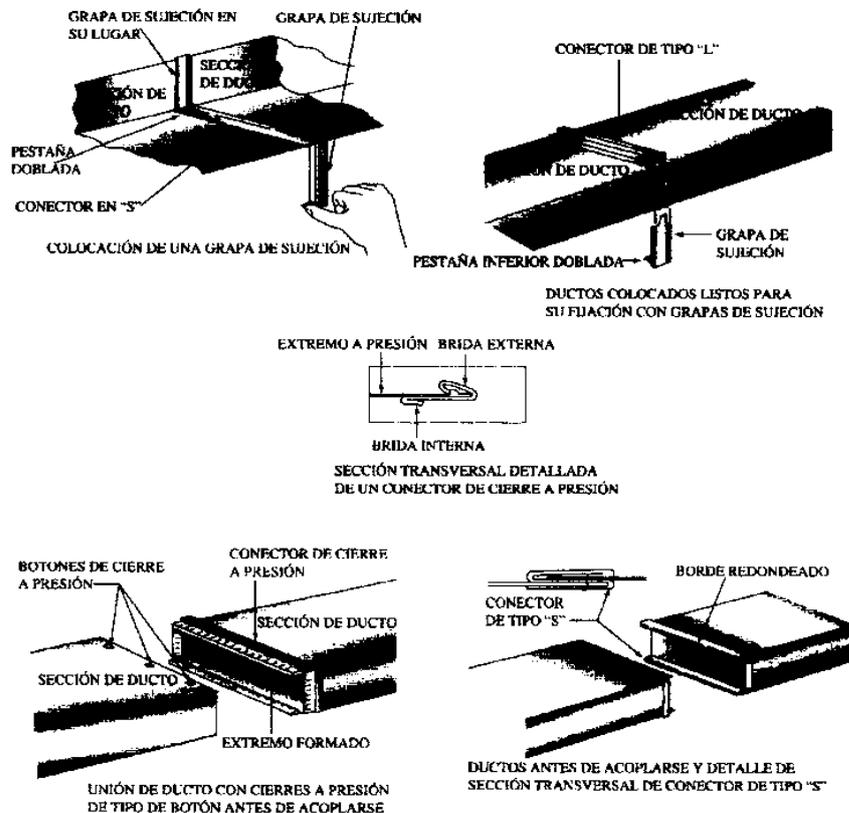


Figura 1.1

1.16. VENTILADORES

Se utilizarán dos ventiladores uno de inyección y otro de descarga.

El ventilador de inyección entrega un 10% más del caudal que el ventilador de descarga.

Los ventiladores de inyección y de descarga se escogerán dependiendo de los siguientes factores:

- 1) Cantidad de aire necesario.
- 2) La presión estática.

- 3) La densidad del aire en que se vaya a instalar el horno de pintura.
- 4) El espacio disponible.

La relación de densidad se encuentra en la figura 1.2. Donde con la altura de la ciudad en la que vayamos a instalar el horno y una temperatura promedio de la misma se obtendrá la relación de densidad, el mismo que sirve para obtener la presión estática a estas condiciones y saber la cantidad de aire que entregará cada ventilador.

Razón de densidad de aire y temperatura.

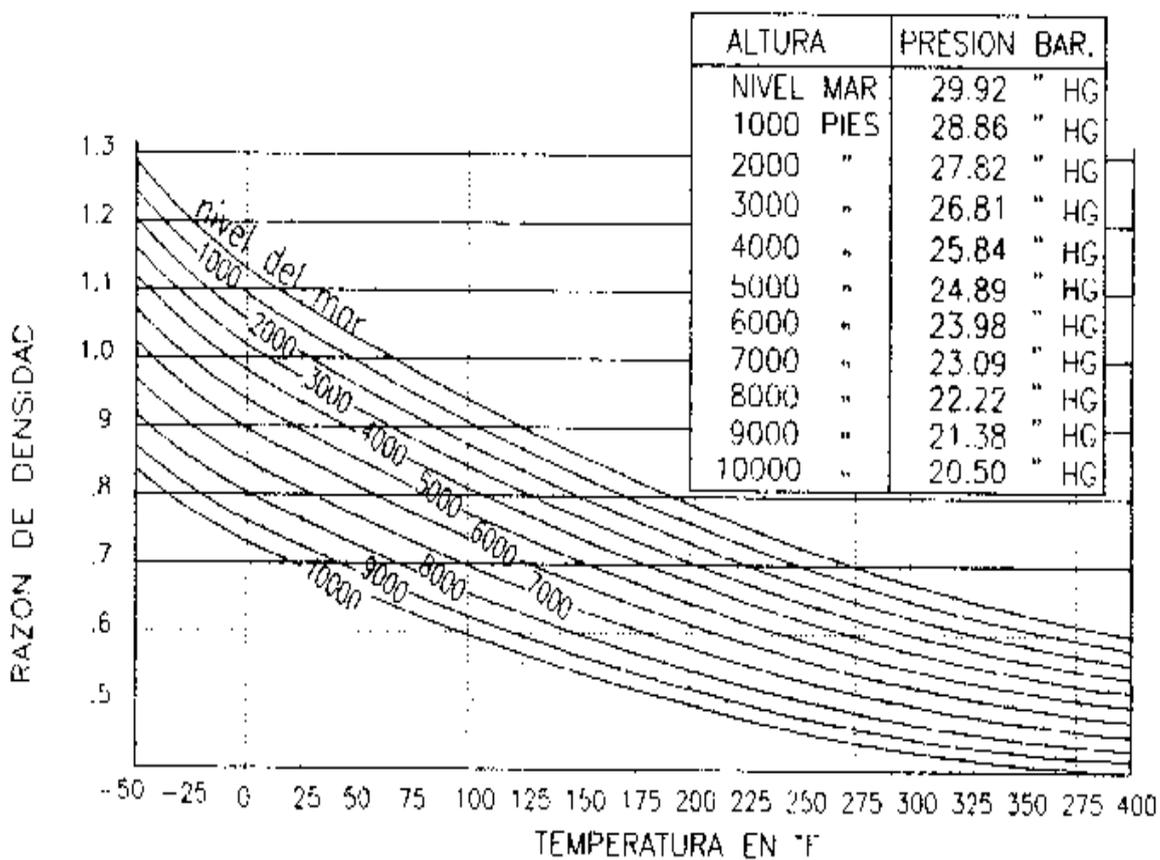


Figura 1.2

1.17. ILUMINACIÓN

El nivel de iluminación necesaria para conseguir una visión eficaz para cabinas de pulverización se encuentra en el **anexo B** cuyos valores son:

E = nivel de iluminación

E mínima = 700 lux

E recomendado = 1000 lux

En donde el lux es la unidad de medida de la intensidad de iluminación y representa la intensidad de iluminación de una superficie que recibe un lumen por metro cuadrado.

1.17.1. FACTORES DE REFLEXION DE TECHO Y PAREDES

En la tabla 1.3 se indican los valores de reflexión de techo y paredes de la siguiente manera; ya que el horno se pintara de color claro los valores son los siguientes:

Pt = 0.5 Factor de reflexión de techo.

Pp = 0.5 Factor de reflexión de las paredes.

TABLA 1.3

REFLEXIÓN EN	FACTOR
Techo color blanco	0.7
Techo color muy claro	0.7
Techo de color claro	0.5
Techo de color medio	0.3
Paredes de color claro	0.5

Paredes de color medio	0.3
Paredes de color oscuro	0.1

Fuente: Manual de OSRAN

1.17.2. METODO DE ALUMBRADO

El alumbrado general es un método de distribución uniforme de la luz que produce en todas los lugares del interior.

La iluminación semidirecta es la que la mayor parte del flujo luminoso se dirige directamente a la superficie que se trata de iluminar, una pequeña parte se hace llegar a dicha superficie previa reflexión en el techo y las paredes. Las sombras no son tan duras como en el caso de iluminación directa, y además se reduce el peligro de deslumbramiento.

1.18. SISTEMAS DE CALENTAMIENTO

Para el sistema de calentamiento se utilizan quemadores, éstos hay de diferentes tipos, que son quemadores que funcionan por medio de combustible como gasolina o diesel, quemadores a gas y quemadores eléctricos.

Un quemador es un aparato que sirve para introducir en un lugar el combustible, líquido, gaseoso o sólido, reducido a polvo, realizando una íntima mezcla con el aire con el objeto de obtener una fácil y completa combustión. Se construyen diferentes tipos de quemadores, notablemente diferentes entre sí, según la clase de combustible que han de quemar. También sus dimensiones son muy variables.

La función principal de los quemadores para combustible líquido es de obtener una subdivisión de éste en partículas muy pequeñas para favorecer su mezcla íntima con el aire. El combustible empleado generalmente en estos quemadores es llamado comúnmente fuel-oil, aunque también los hay que queman gas-oil, y tiene una temperatura de encendido comprendida entre los 300 °C y 600 °C; tal temperatura se alcanza tanto más fácilmente cuanto más finamente esté subdividido el combustible, cuanto más alto sea su temperatura inicial y cuanto más elevada sea la temperatura del aire.

Quemadores para gas. Son simples toberas a través de las cuales el gas fluye por presión propia, la cual debe regularse adecuadamente a fin de crear una llama ancha y sin humo; también en estos quemadores conviene precalentar ya sea el gas o el aire, tomando el calor del producido por la combustión.

En los quemadores eléctricos el lugar es calentado por medio de niquelinas las cuales vienen de diferentes números de wattios, dependiendo del calor que necesitamos en el lugar, se colocarán una cantidad determinada de niquelinas. Este tipo de quemadores es uno de los que menos contaminan el medio ambiente; pero son los menos utilizados por el alto costo de la energía eléctrica.

Los quemadores más utilizados son los que utilizan combustible ya sean éstos gasolina, diesel o gas; esto es por el bajo costo que los dueños emplearían para hacer funcionar un quemador en relación con lo que les costaría hacer funcionar el mismo quemador con energía eléctrica; pero son los quemadores que utilizan combustible los que más contaminan el medio ambiente.

1.19. SISTEMAS DE IMPULSION Y EXPULSION DE AIRE

En los sistemas de impulsión y expulsión de aire son utilizados generalmente ventiladores.

Estos ventiladores son máquinas destinadas a provocar la circulación de aire u otros gases con diversos fines. Si se emplea para extraer aire se lo denomina extractor; si se utiliza preferentemente para insuflar aire a baja presión se lo denomina soplante.

Esta máquina está constituida por un buje al que van unidas una serie de palas que, al poner en rotación la máquina, transmiten su energía mecánica a la masa de gases circundante, poniéndola en movimiento. El impulso producido por las palas puede servir para mover cierta corriente de gases en una conducción o bien para producir un simple movimiento de gases y, en particular, de aire, en los espacios, con fines refrigerantes.

Algunos ventiladores, llamados de baja presión, funcionan con empujes máximos de unos 100 mm de agua. Otros, llamados de presión media o alta, funcionan hasta a 700 u 800 mm de agua y se llaman más propiamente máquinas soplantes.

La caída del ventilador, es decir, la diferencia entre sus cargas hidráulicas a la entrada y a la salida, se calcula con la expresión siguiente:

$$h = p_2 - p_1 + \gamma (V_2^2 - V_1^2 / 2g) \quad (1.3)$$

Donde p_1 y p_2 son las presiones a la entrada y a la salida, (γ) el peso específico del fluido, V_2 y V_1 las velocidades del fluido en los extremos de la máquina y g es la aceleración de la gravedad. Por tanto, la potencia necesaria para el funcionamiento, expresada en caballos, viene dada por la expresión:

$$\text{Pot} = Q \times h / 75 \times \eta \quad (1.4)$$

Donde Q es el caudal y η el rendimiento.

Los ventiladores, según la forma de sus palas y la dirección de la corriente gaseosa, pueden ser centrífugos o bien helicoidales.

Ventiladores centrífugos. Tienen sus palas curvadas hacia atrás o bien hacia adelante. También se construyen modelos con las palas rectas, en dirección radial. Las palas suelen ser de chapa perfilada y se unen al buje mediante soldadura o roblonado.

En las grandes máquinas, para proporcionarle rigidez, se unen por su periferia a un anillo de hierro. El número de palas varía desde 4 ó 5 hasta un máximo de 30.

Ventiladores helicoidales. Tienen la ventaja de que los gases, al recorrer la máquina, siguen un trayecto casi rectilíneo, paralelo al eje de rotación. El buje es de forma aerodinámica, es decir, con su testa gruesa y redondeada y su cola en huso, mientras que la rueda está formada por cierto número de palas perfiladas en hélice. Delante de la rueda suele situarse un difusor formado por cierto número de palas adecuadamente curvadas, de modo que el gas que sale de ellas es aspirado por la rueda alcanzando a las palas móviles bajo un ángulo más favorable al rendimiento.

1.20. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO Y CONTROL.

1.20.1. TERMOCUPLAS.

Es un sensor de temperatura, su uso es muy común en la industria de plástico, fundiciones de metales, hornos; está compuesta por dos alambres de distinto material unidos en un extremo donde forme una junta, dicha unión al estar sometida a un cambio de temperatura genera en los extremos opuestos un voltaje en el orden de los milivoltios (efecto seebeck). Para cada grado centígrado corresponde un valor de voltaje en el extremo de la junta (**anexo A**), siendo un medio efectivo al momento de verificar el funcionamiento de una termocupla, el voltaje es proporcional a la temperatura aplicada en la junta, y propio de cada elemento.

Existe una infinidad de termocuplas, su diferencia radica en el tipo de material que está conformada, su configuración esta enfocada a brindar un amplio rango de medida, entre las termocuplas más comunes se puede encontrar las siguientes:

Termocupla Tipo E, junta de cromel y constantán, puede usarse en vacío o en atmósfera inerte, medianamente oxidante o reductora. Se puede usar para temperaturas entre -200 a $+ 260$ grados centígrados.

Termocupla Tipo T, junta de cobre y constantán, presenta una elevada resistencia a la corrosión por humedad atmosférica, condensación, se utiliza en atmósferas oxidantes o reductoras. Su rango de medición comprende de -200 a $+ 900$ grados centígrados.

Termocupla Tipo J, junta de hierro y constantán, adecuado en atmósferas con escaso oxígeno libre, la corrosión del hilo se vuelve crítica por encima de los 550 grados centígrados, siendo necesario un mayor

diámetro del hilo hasta su temperatura límite de 750 grados centígrados, es muy utilizado en la industria de plástico.

Termocupla Tipo K, junta de cromel y constantán, son recomendables en temperaturas de trabajo de 550 a 1250 grados centígrados, con atmósferas oxidantes, no se debe utilizar en atmósferas reductoras ni sulfurantes.

1.20.2. CONTROLADORES.

Es aquel que recoge la señal que desarrolla la termocupla, y la compara con el valor fijado, determina el error y emite una señal de control que actúa sobre la resistencia de calentamiento, según el algoritmo de control que tenga implementado, existe diferentes modos de control, entre los más difundidos están los siguientes:

Modo de control ON/OFF es lo más elemental y consiste en activar el mando de calentamiento cuando la temperatura está por debajo de la temperatura deseada SP (set point) y luego desactivarlo cuando la temperatura esté por arriba.

Inevitablemente debido a la inercia térmica del elemento a controlar, la temperatura estará continuamente fluctuando alrededor del SP. La inercia térmica es consecuencia del retardo en la propagación del calor en el interior del cilindro desde la resistencia calentadora hasta el sensor de temperatura, dichas fluctuaciones aumentarán cuanto mayor sea la inercia térmica, evidentemente éste algoritmo de control no es el más adecuado cuando se desea una temperatura constante y uniforme, ofreciendo la ventaja de provocar poco desgaste en los contactores electromecánicos, pues éstos se activan y desactivan lo mínimo necesario, estas desventajas pueden ser eliminadas a través de acciones de control manejadas por ciertos controles, como son:

La acción proporcional, consiste en mantener dentro de un porcentaje de variación de la temperatura deseada (banda proporcional), los controladores que usan éste tipo de acción se los conoce como controladores tipo P, tienen un control satisfactorio, sin embargo ocurre con frecuencia un error estacionario denominado offset, que en ciertos procesos se consideran intolerables; aparentemente éste error puede ser eliminado con la disminución de la banda proporcional, pero cuando esta se acerca a cero el sistema se vuelve inestable, asemejándose a un control ON/OFF ver figura 1.3. Por tal motivo es necesario introducir un error estacionario, que nos ayudaría a mantener constante la temperatura.

La acción integral, este presenta una gran ventaja, garantiza un error residual cero debido a la integración de dicha señal, logrando de esta manera que el valor fijado (set point) sea igual al valor presente (preset value), sin embargo la desventaja de este tipo de control es que no existe una buena estabilidad y rapidez de respuesta.

La acción derivativa, es un modo de control que se basa en la velocidad de la variación de la señal de error, lo cual es muy útil pues reduce el tiempo de estabilización del sistema evitando oscilaciones continuas.

Existen controles que pueden combinar las acciones de control antes mencionadas, con el fin de tomar las ventajas de cada uno, eliminando simultáneamente sus desventajas.

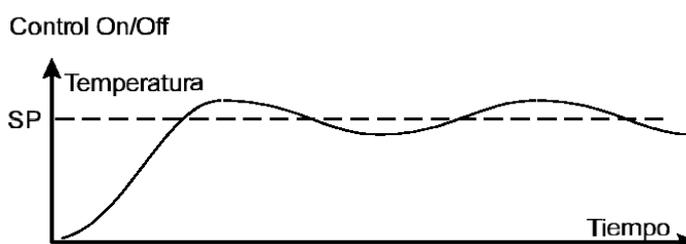


Figura 1.3

Modo de control proporcional – integral (PI) ver en la figura 1.4, siendo un control que aprovecha las ventajas de un control proporcional y uno integral, eliminando de esta manera el error residual, pues se reduce el offset generado por la acción proporcional.

Modo de control proporcional - derivativo (PD), esta combinación mejora notablemente la velocidad de respuesta del control, no obstante, no se elimina el error residual manteniéndose un offset en el proceso.

Modo de control proporcional – integral – derivativo (PID) ver en la figura 1.5, es el algoritmo de control más utilizado, surge como resultado de la combinación de las tres acciones de control antes mencionadas, su ventaja es el reducir el error estacionario, y se mejora la velocidad de respuesta de acuerdo con el proceso, generándose por tanto un sistema y un controlador estable.

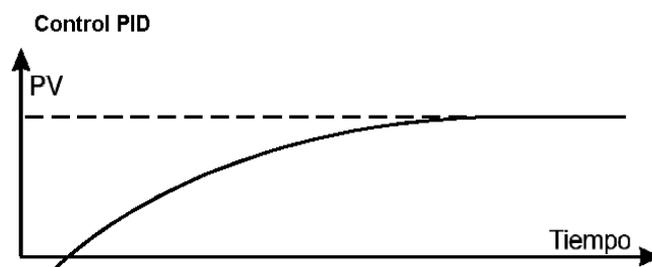


Figura. 1.4

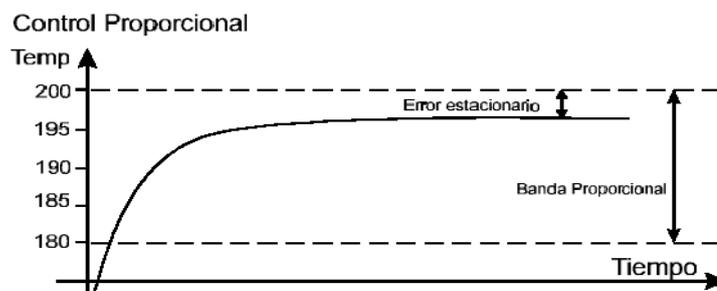


Figura 1.5

II. CAPITULO

DISEÑO

2.1.- OBJETIVOS

- 1) Obtener el factor de seguridad ideal.
- 2) Conocer las temperaturas que debemos llegar en las distintas fases
- 3) Definir el caudal de aire que deben entregar los ventiladores tanto de inyección como de descarga.
- 4) Conocer los parámetros de iluminación, las lamparas más recomendadas a utilizar y de esta manera obtener la mejor.
- 5) Seleccionar el control de temperatura como también su respectivo sensor.

2.2. DIMENSIONES DEL HORNO

Para la fabricación del Horno de Pintura Automotriz de las siguientes medidas interiores:

- 1) Altura : 2.7 m
- 2) Largo: 6.75 m
- 3) Ancho: 4 m

2.3. CALCULO DE PESOS

2.3.1 PESO DE PAREDES

Para las paredes internas de un horno de pintura se utilizará planchas de (2400 mm x 1200 mm x 0.7 mm) con un peso de 5 Kg. / m², por lo que el peso total de las planchas interiores en el techo es la superficie del techo por el peso de la plancha de cada metro cuadrado, esto es :

$$W_1 = \text{peso interior} = 6.75 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 5 \text{ Kg. / m}^2 = 135 \text{ Kg. (2.4)}$$

Para las paredes externas de un horno de pintura se utilizará planchas de (2400 mm x 1200 mm x 1 mm) con un peso de 7.5 Kg. / m², por lo que el peso total de las planchas exteriores es la siguiente:

$$W_2 = \text{peso exterior} = 6.83 \text{ m} \times 4.1 \text{ m} \times 7.5 \text{ Kg. / m}^2 = 210.02 \text{ Kg. (2.5)}$$

2.3.2 PESOS QUE SOPORTARÁ EL HORNO

$W_3 = \text{peso total del perfil es de } 85 \text{ m} \times 2.12 \text{ Kg./ m} = 180 \text{ Kg.}$

$W_4 = \text{peso del aislamiento térmico} = 1 \text{ Kg.}$

$W_5 = \text{peso de conductos; } 12.5 \text{ Kg.};$ es el resultado del peso total de los conductos de 50 Kg. apoyados en 4 puntos del techo.

$W_6 =$ el peso de dos personas = 150 Kg.

La estructura tiene 11 pórticos, por lo que el peso del techo es:

$$W_1' = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 \quad (2.1)$$

Reemplazando en 2.1 tenemos:

$$W_1' = 135 + 210.02 + 180 + 1 / 11 = 47.82 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto el peso concentrado en cada pórtico P es:

$$P = W_1' + W_5 + W_6 \quad (2.2)$$

Reemplazando en 2.2 tenemos:

$$P = 47.82 + 12.5 + 150$$

$$P = 210.32 \text{ Kg.}$$

2.4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Se utiliza un diagrama de cuerpo libre con el objetivo de obtener un mejor entendimiento. Ver figura 2.1. Es una estructura simétrica es pórtico de soporte fijo. Las notaciones, coordenadas y constantes de la estructura se encuentra en el diagrama de cuerpo libre.

Pórtico de I horno

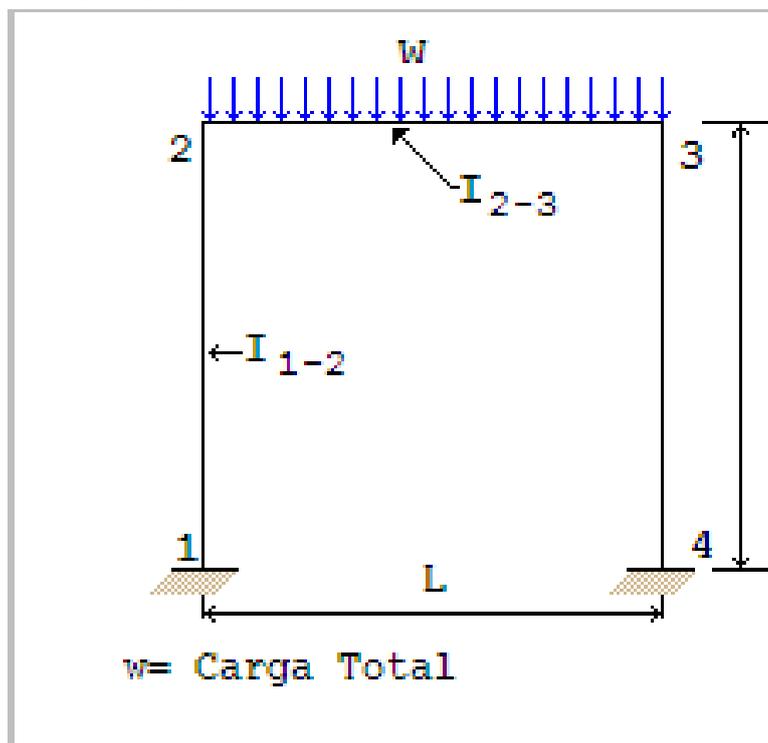


Figura 2.1

W = Peso distribuido

I_n = El momento de inercia de la sección transversal del miembro h en (cm^4)

h = Dimensiones del eje vertical en (m)

F y ϕ = Constantes que tienen valores adimensionales que dependen de las propiedades geométricas y físicas de la estructura

M_n = Momento de flexión en la sección definida por el índice (Kg . m)

H_n = Componente horizontal de la reacción de la estructura o arco en la sección definida por el índice (Kg)

V_n = Componente vertical de la reacción de la estructura o arco en la sección definida por el índice (Kg)

σ = Esfuerzo máximo que soporta la viga horizontal (Kg/cm^2)

S = Módulo de sección del eje X (cm^3) (anexo C)

M_x = Momento de diseño (Kg . m)

S_y = Resistencia a la fluencia del acero (Kg/cm^2)

n = Factor de seguridad

Las constantes de la estructura se obtiene por las siguientes fórmulas:

$$\phi = (I_{1-2} * L) / (I_{2-3} * h) \quad (2.3)$$

$$F = 6 [2 + (1 / \phi)] \quad (2.4)$$

Reemplazando los siguientes datos:

$$I_{1-2} = I_{2-3} = 1.57 \text{ cm}^4$$

$$L = 4 \text{ m.}$$

$$h = 2.7 \text{ m.}$$

En la ecuación (2.3)

$$\phi = 4 / 2.7 = 1.48$$

En la ecuación (2.4)

$$F = 6 [2 + (1 / 1.48)] = 16.05$$

Cálculos de los diagramas de momentos

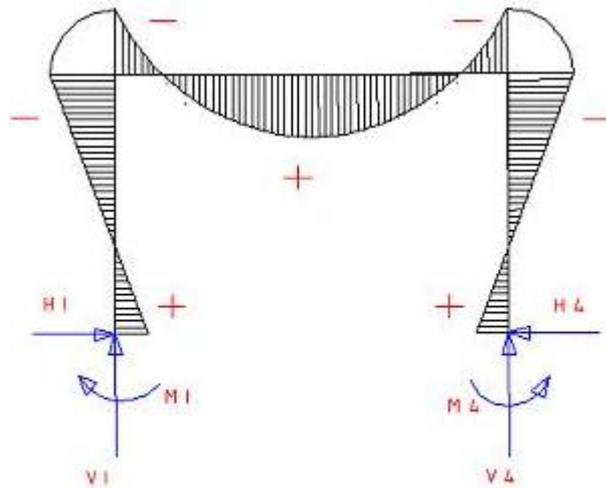


Figura 2.2

Los momentos en las secciones correspondientes de la mitad derecha de la estructura, son idénticos de la mitad izquierda.

Los cálculos de los momentos en los puntos 1 y 4 se resuelve con la ecuación 2.5 y 2.6.

$$M_1 = M_4 = (W * L) / (2 * F) \quad (2.5)$$

$$M_2 = M_3 = - (W * L) / F \quad (2.6)$$

$$W = 210.32 \text{ Kg}$$

$$L = 4 \text{ m.}$$

$$F = 16.05$$

Reemplazando en la ecuación (2.5)

$$M_1 = M_4 = (210.32 * 4) / (2 * 16.05) = 26.21 \text{ Kg} \cdot \text{m}.$$

Los mismos valores anteriores reemplazamos en la ecuación (2.6) para obtener los momentos en el punto 2 y 3.

$$M_2 = M_3 = - (210.32 * 4) / 16.05 = 52.41 \text{ Kg} \cdot \text{m}.$$

El momento de diseño se obtendrá con la carga distribuida de la viga horizontal. Se obtiene el momento de diseño con la fórmula (2.7).

$$M_x = \frac{W * x}{2} \left(1 - \frac{x}{L}\right) + M_2 \quad (2.7)$$

En donde:

X = Distancia media del ancho del horno.

Con los valores de:

$$W = 210.32 \text{ Kg}$$

$$x = 2 \text{ m}.$$

$$M_2 = 52.41 \text{ Kg} \cdot \text{m}.$$

Reemplazando en la ecuación (2.7)

$$M_x = \frac{210.32 * 2}{2} \left(1 - \frac{2}{4}\right) + 52.41$$

$$M_x = 157.57 \text{ Kg} \cdot \text{m}.$$

2.4.1. REACCIONES

Las reacciones horizontales en los puntos 1 y 4 son los mismos por lo que se utiliza la fórmula (2.8).

$$H_1 = H_4 = 3 M_1 / h \quad (2.8)$$

En donde:

$H_1 = H_4 =$ Reacciones horizontales
 $h =$ Altura del horno.

Con los valores de:

$M_1 = 26.21 \text{ Kg} \cdot \text{m}.$
 $h = 2.7 \text{ m}.$

Reemplazando en la ecuación (2.8)

$$H_1 = H_4 = (3 * 26.21) / 2.7 = 29.12 \text{ Kg}.$$

Las reacciones verticales en los puntos 1 y 4 se obtiene por la ecuación (2.9).

$$V_1 = V_4 = W / 2 \quad (2.9)$$

En donde:

$V_1 = V_4 =$ Reacciones verticales

Con el valor de:

$W = 210.32 \text{ Kg}.$

Reemplazando en la ecuación 2.9.

$$V_1 = V_4 = 210.32 / 2 = 105.16 \text{ Kg.}$$

2.4.2. ESFUERZO MÁXIMO

El esfuerzo máximo que soporta la viga horizontal se calcula por la siguiente fórmula (2.10).

$$\sigma_{MAX} = Mx / Z \quad (2.10)$$

En donde:

Mx = Momento de diseño

Z = Módulo de sección del eje x

Con los valores de:

$$Mx = 157.57 \text{ Kg} \cdot \text{m.}$$

$$Z = 3.88 \text{ cm}^3$$

Reemplazando en la ecuación (2.10) tenemos.

$$\sigma_{MAX} = 157.57 / 3.88 = 4061.08 \text{ Kg. / cm}^2$$

$$\sigma_d = 0.55 Sy$$

$$\sigma_d = 0.55 * 2536 = 1394.8 \text{ Kg / cm}^2$$

2.4.3. CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD.

El factor de seguridad será aceptado si el valor es mayor a 2.

$$n = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_d} > 2 \text{ proceso realizado con éxito.} \quad (2.11)$$

Reemplazando en la ecuación 2.11

$$n = \frac{4061.08}{1394.8} = 2.91$$

2.5. CALCULOS DE PERDIDAS DE CALOR

Para determinar la cantidad de calor necesario que debe entregar el intercambiador de calor para llegar a las distintas temperaturas que se necesita dentro de las distintas cabinas, tenemos que considerar las perdidas de calor en las paredes y ductos, en las distintas faces, por lo que lo dicho anteriormente se traduce en la siguiente ecuación 2.12.

$$Q = Q_a + Q_p + Q_c \quad (2.12)$$

donde :

Q = Calor necesario que debe generar las resistencias eléctricas.

Q_a = Calor necesario para calentar una cierta cantidad de masa de aire.

Q_p = Calor perdido por paredes, techo y puertas.

Q_c = Calor perdido por los ductos.

2.5.1. TRANSFERENCIA DE CALOR

La ecuación 2.13 fundamental de transferencia de calor es:

$$Q = \Delta T / \Sigma R \quad (2.13)$$

En donde:

ΔT = Diferencia de temperatura sobre el total (°C)

ΣR = Sumatoria de resistencias térmicas individuales (°C / W)

La transferencia de calor en una pared plana se obtiene por la ecuación 2.14:

$$Q = (k * A * (T_i - T_e)) / e \quad (2.14)$$

En donde:

T_i = Temperatura de la superficie interior de la pared [°C]

T_e = Temperatura de la superficie exterior de la pared [°C / W]

k = Coeficiente de conductividad térmica del material de la pared [W / m°C]
ver anexo A.

A = Área de la pared normal al flujo de calor [m²]

e = Espesor de las paredes [m]

La resistencia térmica por conducción se tiene por la ecuación 2.15.

$$R_c = e / k * A \quad (2.15)$$

En donde:

R_c = Resistencia térmica por conducción [°C / W]

La transferencia de calor por convección se obtiene por la ecuación 2.16.

$$Q = h * A [T_s - T_\alpha] \quad (2.16)$$

En donde:

h = Coeficiente convectivo de transferencia de calor indicado en el anexo K

[$W / m^2 \text{ } ^\circ K$]

A = Área de la superficie [m^2]

T_s = Temperatura de la superficie [$^\circ C$]

T_α = Temperatura de fluido circulante [$^\circ C$]

La resistencia térmica se tiene por la ecuación 2.17.

$$R_h = 1 / h * A \quad (2.17)$$

En donde:

R_h = Resistencia térmica por convección [$^\circ C / W$]

2.5.2. PERDIDAS DE CALOR EN PAREDES

Las paredes se encuentran constituidas como podemos observar en el siguiente gráfico.

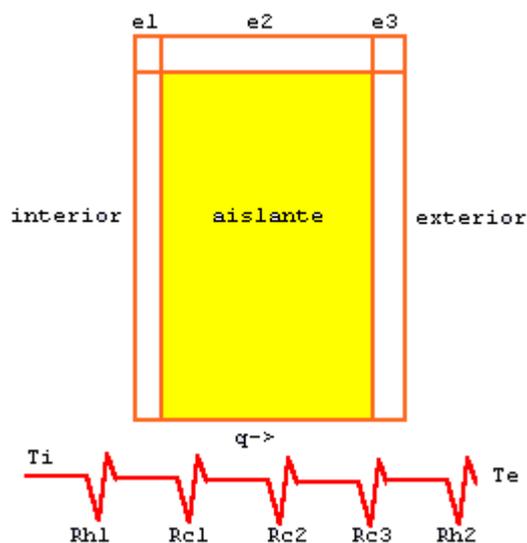


Figura 2.3 Perdidas de calor

La resistencia térmica por m^2 por conducción se utilizará la ecuación 2.15.

1) Para la pared interna tenemos:

$$e_1 = 0.0007 \text{ m}$$

$$k_1 = 36 \text{ W / m } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando en 2.15 tenemos:

$$R_{c1} = 0.0007 / 36$$

$$R_{c1} = 0.000019444 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C / W}$$

2) Para el material aislante aislaflex tenemos:

$$e_2 = 0.05 \text{ m}$$

$$k_2 = 0.0382 \text{ W / m } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando en 2.15 tenemos:

$$R_{c2} = 0.05 / 0.0382$$

$$R_{c2} = 1.3089 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C / W}$$

3) Para la pared exterior tenemos:

$$e_3 = 0.001 \text{ m}$$

$$k_3 = 36 \text{ W / m } ^\circ\text{C}$$

Reemplazando en 2.15 tenemos:

$$R_{c3} = 0.001 / 36$$

$$R_{c3} = 0.00002777 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C / W}$$

Para la resistencia térmica por convección utilizamos la ecuación 2.17.

Para el fluido por convección forzada y por convección libre será el mismo valor, debido a que h se ha considerado el valor de $15 \text{ W / m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$. El valor por cada metro cuadrado es:

Reemplazando en 2.17 tenemos:

$$R_{h_1} = R_{h_2} = 1 / 15 = 0.0666 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C / W}$$

Por lo tanto la sumatoria de resistencias térmicas por unidad de área será:

$$R = 2 (0.0666) + 0.00001944 + 1.3089 + 0.00002777$$
$$R = 1.4421 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C / W}$$

El área que rige a una sumatoria son:

$$\text{Techo : } 4 * 6.75 = 27 \text{ m}^2$$

$$\text{Laterales: } 2 (6.75 * 2.7) = 36.45 \text{ m}^2$$

$$\text{Posterior: } 4 * 2.7 = 10.8 \text{ m}^2$$

$$\text{Puertas : } 10.8 - 3 (0.4) = 9.6 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total} = 83.85 \text{ m}^2$$

Por consiguiente la resistencia térmica total en paredes se calculará con la ecuación 2.18.

$$R_c = \Sigma R / A_T$$

En donde:

R_c = Resistencia térmica de paredes

ΣR = Sumatoria de resistencias por conducción

A_T = Area total entre paredes y techo.

Reemplazando en 2.18 tenemos:

$$R_c = 1.4421 / 83.85 = 0.01719 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$$

Para calcular la pérdida de calor en la fase de secado, utilizaremos la ecuación 2.13.

En donde:

$$\Delta T_s = 50 - 10 = 40 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R_{c_s} = 0.01719 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$$

Reemplazando en 2.13 tenemos:

$$Q_{p_s} = 40 / 0.01719 = 2326.93 \text{ W}$$

Las pérdidas de calor en la fase de pintado tenemos:

$$\Delta T_p = 20 - 10 = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R_{c_p} = 0.017119 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$$

Reemplazando en 2.13 tenemos:

$$Q_{p_p} = 10 / 0.01719 = 581.73 \text{ W}$$

2.5.3. PERDIDA DE CALOR EN VENTANAS

La gráfica indica el flujo de calor en los vidrios.

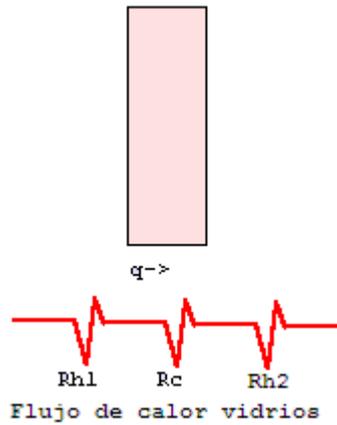


Figura 2.4. Perdidas de Calor en ventanas

Para la resistencia térmica por unidad de área tenemos la ecuación 2.15.

Donde:

$$e = 0.006 \text{ m}$$

$$k = 0.78 \text{ W / m } ^\circ\text{C}$$

$$A = 1.2 \text{ m}^2$$

Reemplazando en 2.15 tenemos:

$$R_c = 0.006 / 0.78 = 0.007692 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C / W}$$

Para el valor de las resistencias por convección tenemos la ecuación 2.17:

$$R_{h1} = R_{h2} = 0.0666 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C / W}$$

La resistencia térmica total por unidad de área en los vidrios es:

$$R_c = 0.007692 + 2 (0.0666) = 0.1408 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C / W}$$

La resistencia total por toda el área del vidrio es:

$$R_v = 0.1408 / 1.2 = 0.1173 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$$

La pérdida de calor en vidrios en la fase de secado calculamos por medio de la ecuación 2.13.

$$Q_{v_s} = 40 / 0.1173 = 341 \text{ W}$$

La pérdida de calor en vidrios en la fase de pintado calculamos por medio de la ecuación 2.13.

$$Q_{v_p} = 10 / 0.1173 = 85.25 \text{ W}$$

2.5.4. PERDIDA DE CALOR EN DUCTOS

Los ductos de acero al Cr-Ni cubierto de poliestireno expandido se muestra en la siguiente figura 2.5. Para la resistencia térmica tenemos:

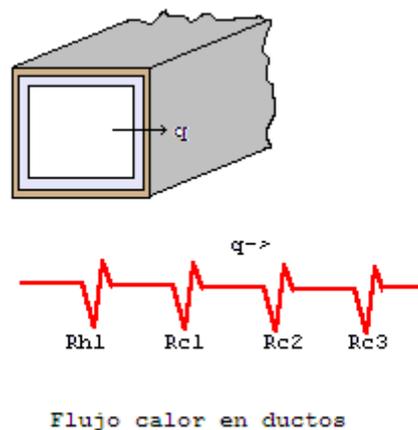


Figura 2.5. Perdidas de Calor en ductos

Para la resistencia térmica por cada metro cuadrado tenemos la ecuación 2.15.

1) Para el acero al Cr-Ni

$$R_{c1} = 0.0005 / 12.8 = 0.000039 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{W}$$

2) Para el aislante poliestireno expandido

$$R_{c2} = 0.0254 / 0.033 = 0.7696 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{W}$$

La resistencia térmica total en los ductos para los fluidos tenemos:

$$R_{h1} = R_{h2} = 0.0666 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C} / \text{W}$$

La sumatoria de resistencias en los ductos para un área total de 14 m² tenemos:

$$R_d = [(0.000039 + 0.7696 + 2 (0.0666)] / 14 = 0.0644 \text{ }^\circ\text{C} / \text{W}$$

El calor perdido en el fase de secado tenemos:

$$Q_{d_s} = 40 / 0.0644 = 621.11 \text{ W}$$

El calor perdido en la fase de pintado tenemos:

$$Q_{d_p} = 10 / 0.0644 = 155.27 \text{ W}$$

2.5.5. PERDIDA DE CALOR EN EL PISO

El piso de la cabina tiene un sobreelevado de 30 cm y en el interior de esta sobre elevación existe aire. La profundidad del piso se considera

0.7 m a una temperatura de 10 °C, se asume estos valores, ya que a profundidades mayores ya no influye la temperatura del subsuelo.

En la siguiente figura 2.6. indica todo lo dicho anteriormente.

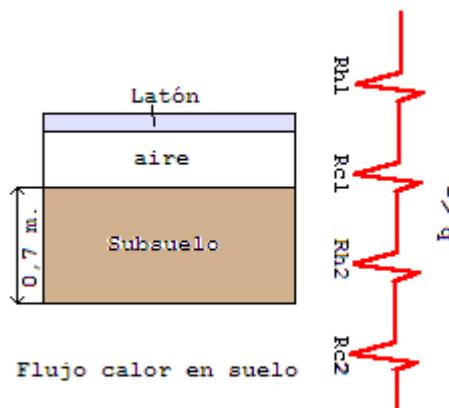


Figura 2.6. Pérdidas de Calor en el piso.

Para calcular la resistencia térmica por unidad de área, utilizaremos la ecuación 2.15.

1) Para el latón negro.

$$R_{c1} = 0.00002 / 36 = 0.000055 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$$

2) Para el subsuelo.

$$R_{c2} = 0.7 / 0.89 = 0.78651 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$$

La resistencia térmica por unidad de área de los fluidos es:

$$R_{h1} = R_{h2} = 0.0666 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$$

La sumatoria de resistencias por cada 27 m² de piso tenemos:

$$R = [2(0.0666) + 0.000055 + 0.78651] / 27 = 0.0418 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{W}$$

Para calcular la perdida de calor en el secado, utilizamos la ecuación 2.13.

Reemplazando en 2.13 tenemos:

$$Q_s = 40 / 0.0418 = 956.93 \text{ W}$$

Para calcular la perdida de calor en la fase de pintado, utilizamos la misma ecuación anterior.

Reemplazando en 2.13 tenemos:

$$Q_p = 10 / 0.0418 = 239.23 \text{ W}$$

2.5.6. PERDIDA DE CALOR EN LA FASE DE PINTADO

Con los valores obtenidos anteriormente aplicamos la ecuación de sumatoria de perdidas de calor en la fase de pintado, para esto se aplicará la fórmula 2.12:

Paredes	581.73 W
Ventanas	85.25 W
Ductos	155.27 W
Piso	239.23 W
<hr/>	
Total	1061.48 W

2.5.7. PERDIDA DE CALOR EN FASE SECADO

Paredes	2326.93 W
Ventanas	341 W
Ductos	621.11 W
Piso	956.93 W
<hr/>	
Total	4245.97 W

2.5.8. CALOR NECESARIO PARA EL AIRE DE SECADO

Para poder calcular el calor necesario para el aire de secado, utilizamos la ecuación 2.19.

$$Q_a = m * c_p * \Delta T \quad (2.19)$$

Donde:

Q_a = Potencia necesaria de calentamiento [Kw]

m = Masa de aire a calentar

c_p = Calor específico del aire a una cierta temperatura como se indica en el anexo D [Kcal / Kg °C]

ΔT = Diferencia de temperatura del interior y el ambiente [°C]

[Para obtener la masa de aire a calentar, calculamos con la fórmula 2.20.

$$m = V * \delta \quad (2.20)$$

Donde:

V = volumen de aire inyectado

δ = Densidad de aire a una cierta temperatura como se indica en el anexo D [Kg/m³]

Los valores de volumen de aire y de densidad son los siguientes:

$$V = 4000 \text{ cfm} = 6795.05 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\delta = 1.1774 \text{ Kg} / \text{m}^3 \text{ a } 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

Reemplazando en la ecuación 2.20 tenemos:

$$m = 6795.05 * 1.1774 = 8000.49 \text{ Kg} / \text{h}$$

Con los valores de:

$$c_p = 1.0057 \text{ KJ} / \text{Kg } ^\circ\text{C} = 0.2402 \text{ Kcal} / \text{Kg } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_s = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

Reemplazando en la ecuación 2.19, tenemos:

$$Q_{a_s} = 8000.49 * 0.2402 * 40 = 76868.70 \text{ Kcal} / \text{h}$$

$$Q_{a_s} = [76868.70 \text{ Kcal} / \text{h}] * [1.163 \times 10^{-3} \text{ Kw.h} / \text{Kcal}]$$

$$Q_{a_s} = 89.39 \text{ Kw}$$

2.5.9. CALOR NECESARIO PARA EL AIRE DE PINTADO

Las características del aire a la temperatura media de 15 °C es:

$$\delta = 1.22 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$c_p = 1.0055 \text{ KJ} / \text{Kg } ^\circ\text{C} = 0.2402 \text{ Kcal} / \text{Kg } ^\circ\text{C}$$

Para calcular la masa de aire en la fase de pintado, utilizamos la ecuación 2.20.

$$m = 6795.05 * 1.22 = 8289.96 \text{ Kg} / \text{h}$$

Con los valores de $\Delta T_p = 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Reemplazando en la ecuación 2.19

$$Q_{a_p} = 8289.96 * 0.2402 * 10$$

$$Q_{a_p} = [19912.48 \text{ Kcal / h }] * [1.163 \times 10^{-3} \text{ Kw.h / Kcal}]$$

$$Q_{a_p} = 23.15 \text{ Kw}$$

2.6. POTENCIA TOTAL NECESARIA QUE DEBE GENERAR EN LA FASE DE SECADO

Esto es el resultado de sumar las perdidas en la fase de secado y el calor necesario en la misma fase, esto es:

$$4.24597 + 89.39 = 93.63597 \text{ Kw.}$$

2.7. POTENCIA TOTAL NECESARIA QUE DEBE GENERAR EN LA FASE DE PINTADO

Es el resultado de sumar las perdidas de calor en la fase de pintado y el calor para calentar el aire en la misma fase, esto es :

$$1.06148 + 23.15 = 24.21148 \text{ Kw}$$

2.8. NIVEL DE ILUMINACIÓN

Se escogerá el nivel de iluminación mínimo para obtener un ahorro en luminarias.

En el anexo B veremos las características de las lámparas fluorescentes, como las principales tenemos:

- 1) Económico
- 2) Aprovechamiento de la luz de 30 a 94 lm / W
- 3) 7500 horas de vida útil.
- 4) Reproducción del CRI: 1 a 3
- 5) Se utiliza para la industria.
- 6) El fluorescente escogido es de 40 W de tubo recto cuyo flujo nominal es de 3000 lm como se indica en el anexo B1.

El flujo luminoso de las lámparas fluorescentes a la temperatura de 20 °C es del 100% .

El grado de color de la luz del fluorescente escogido es de la luz del día de número 19 en OSRAM de buenas características de reproducción de colores, como se indica en el anexo B2.

2.8.1. ALTURA DE SUSPENSIÓN DE LOS APARATOS DE ALUMBRADO

Para la suspensión de los aparatos de alumbrado se tomará en cuenta la ecuación.

$$h = H - d_{put} \quad (2.21)$$

En donde:

h = altura desde el techo al plano útil.

H = altura del local en metros.

d_{put} = distancia de techo a la lámparas.

Reemplazando los valores de:

$$d_{put} = 0.2 \text{ m}$$

$$H = 2.7 \text{ m}$$

Esto reemplazando en la ecuación (2.21), tenemos:

$$h = 2.7 \text{ m} - 0.2 \text{ m} = 2.5 \text{ m}$$

Para iluminación semidirecta la distancia (d) en metros de los aparatos al plano de trabajo se obtiene con la ecuación (2.22):

$$d = (4/5)h \quad (2.22)$$

Reemplazando en 2.22 tenemos:

$$d = (4/5) * 2.5 \text{ m} = 2 \text{ m}.$$

2.8.2. DISTRIBUCION DE LOS APARATOS DE ILUMINACION

La distribución de los sistemas de iluminación semidirecta se adaptará siempre $e / d \leq 1.5$ (2.23)

e = distancia longitudinal entre aparatos es:

$$e \leq 1.5 * d \leq 1.5 * 2 \leq 3, e = 3 \text{ m}$$

2.8.9. NUMERO MINIMO DE APARATOS DE ALUMBRADO (Nmin)

Para el número de aparatos necesarios en fila (n) se encuentra en la ecuación (2.24).

$$n = (L + e - (e/2)^2) / e \quad (2.24)$$

donde:

n = número de aparatos necesarios en fila

L = es la profundidad del local.

Reemplazando en 2.24 tenemos:

$$n = (6.75 + 3 - (3/2)^2) / 3 = 2.5$$

El número de aparatos en columna se obtiene de la ecuación (2.25).

$$n' = A / 1.5 d \quad (2.25)$$

En donde:

n' = número de aparatos en columna.

A = ancho del horno.

d = distancia de los aparatos al plano de trabajo.

Reemplazando en 2.25 tenemos:

$$n' = 4 / 1.5 * 2 = 1.33$$

Para obtener el número de lámparas, se obtiene con la ecuación (2.26).

$$N_{\min} = n * n' \quad (2.26)$$

En donde:

n = número de aparatos en fila

n' = número de aparatos en columna.

Reemplazando se obtiene:

$$N_{\min} = 2.5 * 1.33 = 3.33$$

Para éste caso se ha de colocar cuatro aparatos para distribuir 2 en cada lado.

2.8.10. CALCULO DE FLUJO LUMINOSO

Utilizaremos la ecuación 2.27.

$$K = (2 L + 8 A) / 10 H \quad (2.27)$$

En donde:

K = Índice del local

A = Ancho del local

L = Profundidad del local

Los valores de:

$$A = 4 \text{ m}$$

$$L = 6.75 \text{ m}$$

Reemplazando en la ecuación 2.27

$$K = [(2 \times 6.75) + (8 \times 4)] / (10 \times 2) = 2.275 \cong 2.5$$

Con el valor de K obtenemos los valores de μ , P_p y P_T del anexo ?

$$K = 2.5$$

$$P_p = 0.5$$

$$P_T = 0.5$$

$$\mu = 0.5$$

El factor de depreciación δ se refiere al ensuciamiento y a la limpieza que se da en el anexo ? para un ensuciamiento normal bajo cuya limpieza se hace cada 2 años.

$$\delta = 1.7$$

El flujo teórico necesario ϕ_0

$$\phi_0 = E \times S \times \delta / \mu \quad (2.28)$$

En donde es:

E = nivel mínimo de iluminación

S = superficie del piso

Con los valores de:

$$E = 700 \text{ lux}$$

$$S = 27 \text{ m}^2$$

$$\delta = 1.7$$

$$\mu = 0.5$$

Reemplazando en la ecuación 2.28 tenemos:

$$\phi_0 = (700 \times 27 \times 1.7) / 0.5 = 64260 \text{ lúmen}$$

El flujo luminoso por aparato es: $\phi_A = \phi_0 / N_{\min}$ (2.29)

En donde:

ϕ_0 = Flujo teórico necesario

N_{\min} = Número mínimo de lámparas

Reemplazando en (2.29) tenemos:

$$\phi_A = \phi_0 / N_{\min} = 64260 / 4 = 16065 \text{ lúmen por aparato.}$$

La lámpara fluorescente utilizada es de 40 W y entrega cada una 3000 lúmenes.

El número de lámparas que necesitamos es:

$\phi_0 / \text{lúmen cada lámpara.}$

$$64260 / 3000 = 21 \text{ lámparas}$$

2.8.11. POTENCIA DE ILUMINACIÓN:

La potencia consumida por iluminación es el número de lámparas instaladas por la potencia que consume cada lámpara como se indica en la fórmula 2.30.

$$\text{Potencia de Ilum} = \# \text{ lámparas} \times \text{potencia c / una} \quad (2.30)$$

Reemplazando en 2.30 tenemos:

$$\text{Potencia de Iluminación} = 21 \times 40 = 840 \text{ W}$$

2.9. CAUDAL DE AIRE

2.9.1. DE INYECCIÓN

Para obtener el volumen interno de la cámara aplicamos la ecuación 2.31.

$$V_i = b \times h \times l \quad (2.31)$$

En donde:

h = Altura : 2.7 m

l = Largo: 6.75 m

b = Ancho: 4 m

Reemplazando en 2.31 tenemos:

$$V_i = 2.7 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 6.75 \text{ m} = 72,9 \text{ m}^3 = 2574,81 \text{ ft}^3$$

#r = 2 veces por minuto

Con el volumen encontrado, para calcular el caudal de aire de inyección se aplicará la ecuación 1.1.

$$C_1 = 2574,81 \text{ ft}^3 \times 2 = 5149,63 \text{ cfm}$$

2.9.2 DE DESCARGA

Para calcular el caudal de aire de descarga se utilizará la ecuación 1.2

$$C_2 = C_1 - 0,1 C_1 \quad (1.2)$$

$$C_2 = 5149,63 - 514,963 = 4634,667 \text{ cfm}$$

2.9.3. DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS

Para el dimensionamiento de ductos se sugiere seguir los siguientes pasos, con el siguiente ejemplo en el ducto de suministro principal:

- 1) Con la cantidad de suministro de aire de 4000 cfm y la velocidad escogida de 1166 FPM, ubico éstos valores en la gráfica A2 del anexo E y obtenemos el diámetro equivalente de 21.3 in y la pérdida de presión de 0.1 por cada 100ft de longitud.
- 2) Con el diámetro equivalente de 21.3 in, ubico en la dimensión de ductos del anexo F con éste valor del diámetro obtengo los siguientes valores:

Dimensionamiento rectangular: 16 in * 24 in

Área equivalente: 2.47 ft²

2.9.4. PERDIDAS DE PRESIÓN EN DUCTOS Y ACCESORIOS

Con la pérdida obtenida de 0.1 por cada 100 ft de longitud anteriormente, obtengo la caída únicamente para el 1 ft de longitud de ducto principal, realizando una regla de tres.

$$0,1 \text{ in. H}_2\text{O} \times 1 \text{ ft} / 100 \text{ ft} = 0.001 \text{ in. H}_2\text{O}$$

Para obtener la caída de presión en accesorios primeramente hay que determinar el valor del coeficiente de interferencia para cada uno de los accesorios determinado en el anexo G.

El coeficiente obtenido se multiplicará por la presión dinámica ya que este valor depende de la velocidad que el aire pase por cada accesorio como se indica en la tabla del anexo H. Para obtener la caída de presión en accesorios se obtiene con la formula 2.32.

$$P_s = P_d \times C_o \quad (2.32)$$

En donde:

P_s = Pérdida de presión en el accesorio (in . H₂O)

P_d = Presión dinámica (in.H₂O)

C_o = Coeficiente de interferencia en accesorios

Todos los valores de dimensionamiento se encuentran en la tabla 2.1 y 2.2 además las perdidas de presión en ductos accesorios, velocidades, etc.

TABLA 2.1 RESUMEN DE COEFICIENTES DE INTERFERENCIA				
#	NOMBRE Accesorios	ACCESORIOS N°	PARAMETRO	COEFICIENTE Co
3-19	Damper	7-2	$\theta = 0^\circ$	0.17
6-21	Codo	3-5	$H/W=24/16=1.5$ $r/W=24/16=1.5$	0.08
8-12	Difusor	4-2	$A_o/A_1=0.6$ $\theta = 20^\circ$	0.07
10	Cola de milano	6-10	$r/W_c = 1.5$ $A_{1b} / A_c = 1.0$ $\theta = 20^\circ$	0.25 0.07
14	Rejillas	Fabricante		0.4
16	Colector	Fabricante		0.2
17-18	Recodo	Fabricante		0.03

Fuente: Bombas y Accesorios de Tyler G. Hicks.

TABLA 2.2 COEFICIENTES DE PERDIDAS DE PRESION EN INYECCION										
ELEMENTO	FLUJO DE AIRE	DIAMETRO EQUIVALENTE	DIMENSION RECTANGULAR	AREA	VELOCIDAD	PRESION DINAMICA	LONGITUD DUCTO	PERDIDA DE PRESION EN DUCTOS	COEFICIENTE DE ACCESORIOS Co	PERDIDA DE PRESION TOTAL
	Cfm	In	in * in	Ft²	Fpm	in.H₂O	ft	in.H₂O.c / 100ft		in H₂o
1 Filtros	4000		24 * 24	4	1000					0.48
2 Ducto	4000	25.1	22 * 24	3.43	1166		1	0.07		0.007
3 Damper	4000		12 * 18	1.4	2857	0.51			0.17	0.086
4 Ducto	4000		16 * 24	2.47	1619	0.17	1	0.16		0.002
5 Codo	4000		16 * 24	2.47	1166	0.08			0.08	0.006
6 Ducto	4000	21.3	16 * 24	2.47	1619		4	0.15		0.006
7 Difusor	2000		16 * 18	1.87	1070	0.07			0.07	0.005
8 Ducto	2000	18.5	16 * 18	1.87	1070		1.9	0.08		0.001
9 Cola de milano	2000				1070	0.07			0.25	0.018
10 Ducto	1000	15.1	12 * 16	1.24	806		3.2	0.065		0.002
11 Difusor	500				650	0.03			0.07	0.002
12 Ducto	500	11.9	10 * 12	0.77	650		4	0.05		0.002
13 Rejillas	500			1	500	0.02			0.4	0.008
14 Ducto	1000	12	22 * 4	0.78	1300		6.5	0.2		0.002
15 Colector	4000		14 * 14	1.36	2941	0.54			0.2	0.108
16 Recodo	4000		12 * 18	1.4	2857	0.51			0.03	0.015

TOTAL: PERDIDAS DE PRESION EN INYECCION

0.75

COEFICIENTES DE PERDIDAS DE PRESION EN DESCARGA										
14 Ducto	900	12	22 * 4	0.78	1154		6.5	6.16		0.002
15 Colector	3600		14 * 14	1.36	2647	0.44			0.2	0.088
17 Recodo	3600		12 * 18	1.4	2571	0.41			0.03	0.012
18 Damper	3600		12 * 18	1.4	2571	0.41			0.17	0.07
20 Codo	3600		16 * 24	2.47	1457	0.14			0.08	0.011

TOTAL: PERDIDAS DE PRESION EN DESCARGA

0.183

2.9.5. SELECCION DE VENTILADORES

Hay dos tipos de ventiladores: centrífugos y axiales, según la dirección del flujo de aire a través del impulsor.

La figura 2.7 muestra una vista exploradora de un ventilador centrífugo. Son de aspas inclinadas hacia adelante que es la más común y la de aspas curvas hacia atrás. La ventaja del ventilador de aspas curvas hacia atrás es que no crea sobrecarga de presión. Su desventaja es que es más ruidosa. Se ha escogido el ventilador centrífugo, debido que en el interior del horno al momento de proceder al pintado no debe existir sobrecarga.

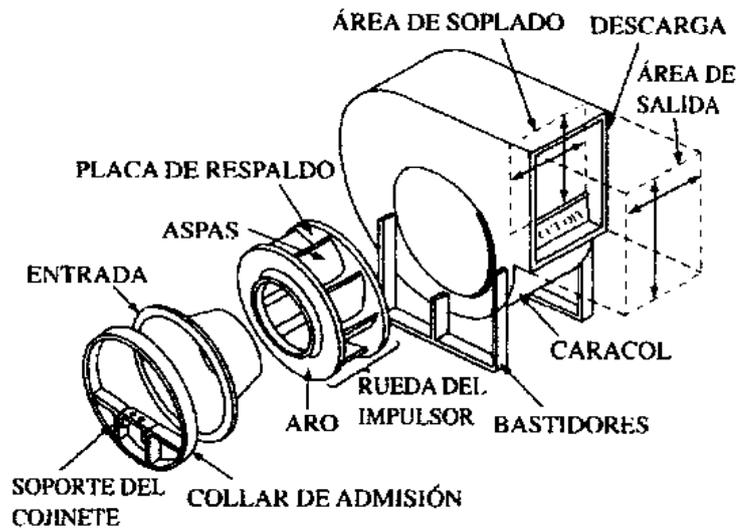


Figura 2.7. Ventilador Centrífugo.

2.9.6. SELECCIÓN DEL VENTILADOR INYECTOR

Para obtener la caída de presión real (P_{st}) debemos acudir a la ecuación 2.33.

$$P_{st} = \Sigma P_s - P_v \quad (2.33)$$

Donde:

P_{st} = Caída de presión estática al nivel del mar.

ΣP_s = Sumatoria de caídas de presión en accesorios y ductos.

P_v = Recuperación estática a la reducción de velocidad, equilibra la pérdida de fricción en la sección precedente, para aplicaciones prácticas se considera que el 50 % de la presión de velocidad disponible se convertirá en presión estática, como se indica en la ecuación 2.34.

$$P_v = 0.5 (V_1 / 4005)^2 - (V_2 / 4005)^2 \quad (2.34)$$

Donde:

V_1 = velocidad de salida del ventilador = 2857 fpm

V_2 = velocidad de entrada del ventilador = 1619 fpm

Reemplazando tenemos:

$$P_v = 0.5 (2857 / 4005)^2 - (1619 / 4005)^2$$

$$P_v = 0.09102 \text{ in. H}_2\text{O}$$

Para la presión estática al nivel del mar tenemos:

$$P_{st} = 0.75 - 0.216 = 0.534 \text{ in H}_2\text{O}$$

La presión estática a 2800 m es:

$$P_{es} = P_{st} / \text{relación de densidad del aire} \quad (2.35)$$

Reemplazando tenemos:

$$P_{es} = 0.534 / 0.7 = 0.763 \text{ in H}_2\text{O}$$

Con este valor vamos al anexo I para obtener el ventilador centrífugo de las siguientes características.

$$SP = 0.75''$$

Diámetro del volante : 20''

3940 cfm a 1250 rpm. del ventilador

Motor de accionamiento de 1.5 HP a 1725 rpm

2.9.7. SELECCIÓN DEL VENTILADOR DE DESCARGA

Para el factor de recuperación utilizamos la ecuación 2.34 donde:

$$V_1 = 2571 \text{ fpm}$$

$$V_2 = 1457 \text{ fpm}$$

Reemplazando tenemos:

$$P_v = 0.5 (2571 / 4005)^2 - (1457 / 4005)^2$$

$$P_v = 0.07370$$

La presión estática al nivel del mar utilizando la ecuación 2.33 donde:

$$\Sigma P_s = 0.183 \text{ in. H}_2\text{O}$$

$$P_v = 0.07370$$

Reemplazando tenemos:

$$P_{st} = 0.183 - 0.07370$$

$$P_{st} = 0.1093 \text{ in. H}_2\text{O}$$

Para la presión estática a 2800 m se utilizara la ecuación 2.35, tenemos:

$$P_{es} = 0.1093 / 0.7$$

$$P_{es} = 0.156 \text{ in. H}_2\text{O}$$

Con esta presión acudimos al anexo I y obtenemos:

$$SP = 0,125''$$

$$\text{Diámetro del volante} = 16,5''$$

3540cfm a 1645rpm del ventilador

Motor de accionamiento 1.5 HP a 1725rpm

2.10. DISEÑO ELECTRICO Y DE CONTROL

2.10.1. SELECCION DE CONTROL DE TEMPERATURA.

La selección del sistema de control es usualmente un compromiso entre la calidad de control que se desea y el coste del sistema de control. Por tanto éste debe satisfacer a la tolerancia requerida en el proceso, no debiendo poseer excesivos refinamientos que lo encarezcan, la tabla 2.3 servirá como una guía en la selección del tipo de controlador requerido en el proceso.

Tabla 2.3. Guía para la selección del controlador de temperatura

CONTROL	PROPOSITO	APLICACIONES	DESVENTAJAS
Todo o nada	Control de la variable de proceso	Control de nivel y temperatura en procesos de gran temperatura	No existe precisión, es un control muy inestable
Proporcional	Control aproximado de la	Presión, nivel, y temperatura donde el offset no es	Offset produce oscilaciones en el proceso al aumentar

	variable de proceso	inconveniente.	la ganancia
Proporcional + integral	Minimizar el offset	Flujo y presión en líquidos	Introduce lentitud e inestabilidad en determinar los valores del proceso
Proporcional + derivada	Respuesta rápida	Cuando es necesaria una gran estabilidad con un offset mínimo y un cambio integral	Amplifica la señal de ruido
Proporcional + integral + derivada	Unión de los tres en un solo controlador	Proceso con cambios rápidos y retardos apreciables.	Elimina los anteriores al reunir las características de los tres

Fuente: www.arian.cl

Para el proceso de control de temperatura se ha seleccionado el controlador de tipo On / Off o (todo o nada), porque el horno trabaja con una tolerancia de ± 5 °C en sus temperaturas, además este controlador es fácil de manejarlo y su costo es económico.

2.10.2. SELECCION DEL SENSOR DE TEMPERATURA.

La selección del sensor de temperatura que se utilizará se lleva acabo, en función de parámetros como:

La termocupla seleccionada es la tipo "J", debido a que su rango es 0 a 100 °C ya que la temperatura del horno no sobrepasará los 80°C, y su costo es económico con relación a otros tipos de termocuplas.

2.10.2.1 COMO MEDIR UNA TEMPERATURA CON UNA TERMOCUPLA Y UN VOLTIMETRO.

Medir con el voltímetro el voltaje que entrega la termocupla.

Ahora ver en la tabla de termocuplas del anexo J, a que temperatura corresponde el voltaje.

Sumarle a esta temperatura encontrada en la tabla, la temperatura de ambiente (temperatura del contacto de las puntas del voltímetro con los cables de la termocupla) para hacer la compensación de cero.

Por ejemplo:

Se mide en una termocupla J un voltaje de 10.84 mV.

En la tabla de la termocupla J se encuentra que para 10.84 mV, lo mas aproximado es 10.832 mV que corresponden a 201 °C.

Si la temperatura de ambiente en los contactos es 25 °C aproximadamente, entonces la temperatura medida es 226 °C (25 °C + 201 °C).

III.CAPITULO

PLANES DE PRODUCCIÓN

3.1. OBJETIVOS:

- 1) Determinar los diferentes conceptos para los planes de producción.
- 2) Conocer los principios básicos de la planificación.
- 3) Elaborar un diagrama de operaciones del proceso de construcción del prototipo.

3.2. ADMINISTRACIÓN DE MATERIALES

El manejo del flujo de materiales es la administración de negocios. El diseño del sistema exige, en primer lugar, un análisis muy completo del negocio al que se dedica la empresa y su administración. Los objetivos, las políticas y las prácticas de la administración, representan los parámetros de la operación del sistema logístico. La línea de productos y el patrón de comercialización de la compañía determinan el patrón de flujo de materiales. Los parámetros físicos del negocio así como el sistema del manejo de materiales se definen por la uniformidad o la diversidad de las características del manejo de la línea de productos, por la tasa de transacción, el volumen de movimiento y el perfil del inventario en cada paso de la operación. Las soluciones del manejo de materiales demanda algo más que un equipo, también necesitan un sistema de administración lógico y efectivo.

Si es necesario manejar materiales, se debe determinar, dónde, por qué y hasta donde se debe hacer. Se debe preguntar si la carga de trabajo del manejo de materiales, así como las características del sistema se pueden alterar mediante el cambio de las políticas de mercadotecnia, del diseño del empaque, rebajas de precios, etc.

El manejo de materiales es tiempo y el tiempo demanda costo. Los materiales que fluye a través del sistema o que éste almacenado esperando una acción o disposición, genera costos y al generación de los costos esta directamente relacionada con el tiempo.

En las operaciones de fabricación el gasto del manejo de materiales es causado, en su mayoría, por la transportación y almacenaje del trabajo en proceso, entre una operación y otra. En el ambiente moderno justo a tiempo, o en la operación mecanizada o automatizada, el sistema de manejo de materiales es, con frecuencia, parte integral del diseño del equipo de manufactura y del sistema de manejo de materiales.

La reducción en el manejo de materiales son utilidad pura. Los cambios en las operaciones del manejo de materiales no afectan en el diseño, la función o la comercialización del producto. Estos cambios en el sistema si reducen el costo en la fabricación y la distribución del producto. Si el precio del mercado es estable, la reducción en el costo aumenta al margen bruto y por lo tanto, todo representa utilidad.

3.3. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

La planificación es escoger y relacionar hechos para prever y formular actividades propuestas que se suponen necesarias para lograr resultados deseados.

Como se puede observar la planificación es la fase inicial del proceso administrativo. Sin planeación no existe una ejecución inteligente ni aprovechamiento racional de los recursos.

3.4. ESTUDIO DE METODOS

Una vez que se ha diseñado el producto y se ha determinado una cantidad establecida de elementos que han de intervenir, es necesario identificar un sistema de producción que debe apegarse al diseño, es entonces cuando se debe realizar una forma de control de la utilización de

materiales diferentes, una revisión de tolerancias, puede llegar a procesos de operaciones más económicos.

Para facilitar la comparación de los distintos procesos de producción, se utiliza una representación gráfica de las actividades y secuencias necesarias para obtener el producto. Esta gráfica es generalmente conocida con el nombre de diagrama de proceso.

Este diagrama de proceso nos sirve para el momento de realizar un trabajo, se debe buscar la manera de mejorarlo en todo lo posible, para lo cual se debe saber exactamente en que consiste, y muy rara vez en trabajos simples y de muy poco tiempo de realización, se podrá tener la certeza de conocer todos los detalles de la tarea. Necesitamos entonces hacer uso de la observación para detectar todos los detalles y registrarlos debidamente.

En un diagrama de procesos se representa gráficamente los pasos que deben seguirse en una secuencia de actividades de un proceso, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con la naturaleza de la tarea que se realiza, incluye también información que se considera necesaria para poder realizar el análisis de distancias, cantidad y tiempo requeridos.

Para facilitar la eliminación de ineficiencias, con fines analíticos es conveniente clasificar las acciones que se dan en un proceso de fabricación. Estos muchas veces se conocen bajos los términos de operaciones, transporte, retrasos o demoras y almacenajes como lo detallamos a continuación.

3.4.1. OPERACION. (○)

Tiene lugar una operación cuando se altera intencionadamente un objeto en cualquiera de sus características físicas o químicas, cuando es montado en otro o desmontado, o cuando se dispone o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También tiene lugar una operación, cuando se da o recibe información o cuando se hace un cálculo o planeamiento.

3.4.2. TRANSPORTE.- ()

Tiene lugar un transporte cuando se mueve un objeto de un lugar a otro, salvo cuando el movimiento forma parte de la operación o es originado por el operario en el puesto de trabajo durante una operación o una inspección.

3.4.3. INSPECCIÓN. ()

Tiene lugar una inspección cuando se examina un objeto para su identificación o se verifica en cuanto a calidad o cantidad en cualquiera de sus características.

3.4.4. DEMORA.- ()

Tiene lugar una demora cuando las circunstancias, excepto las inherentes al proceso, no permiten la ejecución inmediata de la acción siguiente, conforme a lo planeado.

3.4.5. ALMACENAJE.- ()

Tiene lugar un almacenaje cuando se guarda o protege un objeto de forma que no se puede retirar sin la correspondiente autorización.

3.4.6.- ACTIVIDAD COMBINADA.-

Cuando se desea indicar actividades realizadas a la vez, o por el mismo operario, en el mismo puesto de trabajo, se combinan los símbolos correspondientes a estas actividades. Por ejemplo el círculo colocado dentro del cuadrado representa una combinación de operación e inspección.

3.5. ELABORACIÓN DEL DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO.

Con la elaboración de este diagrama podemos conocer los puntos en que se introducen materiales o materia prima en el proceso, así también conocemos el orden de las inspecciones a realizarse y de todas las operaciones que se hacen, además puede contener información necesaria como el tiempo requerido la situación de cada paso o si sirven ciclos de fabricación.

Como todo diagrama su fin es el de disminuir las demoras, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo, así como dar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos en el proceso.

Estudiar las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la distribución en planta y el manejo de materiales y materia prima.

A continuación se mostrará todos los diagramas de secuencia de trabajo que se utilizará para el ensamblaje de un horno de pintura.

TABLAS DE SECUENCIA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO		N° 01		ESPEL			Hornos versión 0.1														
Trabajo: Construcción de la estructura del horno.		ACCIONES			RESUMEN			ECONOMIA													
Material: Tubo cuadrado de 1"x 1"x1/16"					ACTUAL						PROPUESTO										
		N°	Distancia	Tiempo	N°	Distancia	Tiempo	N°	Distancia	Tiempo											
Diagrama Comienza: Salida de Bodega	Diagrama Termina: Bodega	○ Operación	12		365'																
		→ Transporte	6	22	30'																
		□ Inspección	4		34'																
		⏸ Demora	5		15'																
		▽ Almacenaje	1																		
Unidades Administrativa: Dpto. De Producción		TOTALES			28	22	444'														
Paso N°.	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO <input checked="" type="checkbox"/> actual <input type="checkbox"/> recomendado	SIMBOLOS					ANALISIS (porqué)				NOTAS	ANALISIS (Cambios)									
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancia (Metro)	Cantidad	Tiempo	¿que?		¿dónde?	¿cuándo?	¿quién?	¿cómo?	elimine	combine	secuencia	lugar	persona	mejore
1	Se toma de la bodega	●	→	□	⏸	▽															
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	→	□	⏸	▽	3	7.0													
3	Rayado y Trazado de medidas	○	→	□	⏸	▽		20.0													
4	Se lleva hacia la mesa de corte	○	→	□	⏸	▽	3	5.0													
5	Se postiza sobre la entenalla	●	→	□	⏸	▽		15.0													
6	Se realiza el corte de las piezas	●	→	□	⏸	▽		100.0													
7	Cambio de herramienta	○	→	□	⏸	▽		3.0													
8	Quitar rebaba y limpiar	●	→	□	⏸	▽		30.0													
9	Verificación de medidas	○	→	□	⏸	▽		10.0													
10	Clasificar las piezas por medidas.	○	→	□	⏸	▽		7.0													
11	Se lleva hacia la zona de soldadura	○	→	□	⏸	▽	5	5.0													
12	Se une los porticos a escuadra	●	→	□	⏸	▽		60.0							o en el piso						
13	Cambio de herramienta	○	→	□	⏸	▽		3.0													
14	Se coloca puntos de suelda	●	→	□	⏸	▽		45.0													
15	Comprobación de alineación de porticos	○	→	□	⏸	▽		12.0													
16	Cambio de herramientas	○	→	□	⏸	▽		3.0													
17	Soldadura total de uniones de pórtico	●	→	□	⏸	▽		60.0													
18	Se lleva a la mesa de pulido	○	→	□	⏸	▽	3	5.0													
19	Pasar la pulidora, para limpiar rebabas.	●	→	□	⏸	▽		15.0													
20	Inspeccionar la porosidad de la suelda	○	→	□	⏸	▽		5.0													
21	Se lleva a la mesa de trabajo.	○	→	□	⏸	▽	3	5.0													
22	Cambio de herramienta	○	→	□	⏸	▽		3.0													
23	Limpieza de la estructura con un desengrasante	●	→	□	⏸	▽		10.0													
24	Cambio de herramienta	○	→	□	⏸	▽		3.0													
25	Se pinta con anticorrosivo	●	→	□	⏸	▽		7.0													
26	Tomar la estructura	●	→	□	⏸	▽		3.0													
27	Llevar hacia bodega	○	→	□	⏸	▽	5	3.0							en montacarga o grua						
28	En espera de otras operaciones	○	→	□	⏸	▽															

TABLA DE SECUENCIA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO		N° 02		ESPE-L			Hornos versión 0.1												
Trabajo: Corte de láminas de tol, para paredes externas ,internas.		RESUMEN																	
Material: Tol galvanizado de 1/16 de pulgada		ACCIONES			ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA										
		N°	Distan	Tiempo	N°	Distancia	Tiempo	N°	Distancia	Tiempo									
Diagrama Comienza: Salida de Bodega	Diagrama Termina: Bodega	○ Operación	8		324'														
		⇨ Transporte	5	31	62'														
		□ Inspección	3		70'														
		D Demora																	
		▽ Almacenaje	1																
Unidades Administrativa: Dpto. De Producción		TOTALES			17	31	456'												
Paso N°	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO <input checked="" type="checkbox"/> actual <input type="checkbox"/> recomendado	SIMBOLOS				Distancia (Metro)	Cantidad	Tiempo	ANALISIS (porqué)				NOTAS	ANALISIS (Cambios)					
		Operación	Transporte	Inspección	Demora				Almacenaje	¿qué?	¿dónde?	¿cuándo?		¿quién?	¿cómo?	elimine	combine	secuencia	lugar
1	Se toma de la bodega	●	⇨	□	D	▽													
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇨	□	D	▽	3	15.0											
3	Rayado y trazado de medidas	●	⇨	□	D	▽		60.0											
4	Se lleva hacia la cizalla	○	⇨	□	D	▽	4	15.0											
5	Se realiza el corte del tol	●	⇨	□	D	▽		120.0											
6	Se lleva hacia la mesa trabajo	○	⇨	□	D	▽	4	10.0											
7	Quitar rebaba y limpiar	●	⇨	□	D	▽		10.0											
8	Verificación de medidas	○	⇨	■	D	▽		30.0											
9	Clasificar las piezas por medidas	○	⇨	■	D	▽		10.0											
10	Tomar las piezas	●	⇨	□	D	▽		7.0											
11	Llevar hacia la dobladora	○	⇨	□	D	▽	10	15.0					en carretilla						
12	Se postura sobre la dobladora	●	⇨	□	D	▽		60.0											
13	Se procede a doblar el tol	●	⇨	□	D	▽		60.0											
14	Verificar las aristas de doblar	○	⇨	■	D	▽		30.0											
15	Tomar las piezas	●	⇨	□	D	▽		7.0											
16	Llevar hacia la bodega	○	⇨	□	D	▽	10	7.0					en carretilla						
17	En espera de otras operaciones	○	⇨	□	D	▽													

TABLAS DE SECUENCIA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO		N° 03	ESPE-L			Homos versión 1.0														
Trabajo: Corte de tol para techo y piso.		RESUMEN																		
Material: Tol galvanizado de 1/16 de pulgada		ACTUAL			PROPUESTO		ECONOMIA													
Diagrama Comienza: Salida de Bodega		Diagrama Termina: Bodega		N°	Distan	Tiempo	N°	Dista	Tiempo	N°	Dista	Tiempo								
Preparado Por: J. Sánchez y S. Solis	Fecha: 22 de Julio / 2003		○	Operación		14		209'												
		⇨	Transporte		6	35		63'												
		□	Inspección		3			30'												
		⏸	Demora		3			18'												
		▽	Almacenaje		1															
Unidades Administrativa: Dpto. De Producción				TOTALES			27	35	320'											
Paso N°	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO <input checked="" type="checkbox"/> actual <input type="checkbox"/> recomendado	SIMBOLOS				Distancia (Metro)	Cantidad	Tiempo	ANÁLISIS (porqué)				NOTAS	ANÁLISIS (Cambios)						
		Operación	Transporte	Inspección	Demora				Almacenaje	¿qué?	¿dónde?	¿cuándo?		¿quién?	¿cómo?	elimine	combine	secuencia	lugar	persona
1	Se toma de la bodega	●	⇨	□	⏸	▽														
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇨	□	⏸	▽	3	10.0												
3	Rayado y trazado de medidas	●	⇨	□	⏸	▽		30.0						en carretilla						
4	Se lleva hacia la cizalla	○	⇨	□	⏸	▽	4	10.0												
5	Se postura sobre la cizalla	●	⇨	□	⏸	▽		10.0												
6	Se realiza el corte del tol	●	⇨	□	⏸	▽		45.0												
7	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇨	□	⏸	▽	4	8.0												
8	Cambio de herramienta	○	⇨	■	⏸	▽		8.0												
9	Quitar rebaba y limpiar	●	⇨	□	⏸	▽		10.0												
10	Verificación de medidas	○	⇨	■	⏸	▽		12.0												
11	Clasificar las piezas por medidas	○	⇨	■	⏸	▽		10.0						o en la tierra						
12	Tomar las piezas	●	⇨	□	⏸	▽		7.0												
13	Llevar hacia la dobladora	○	⇨	□	⏸	▽	10	12.0												
14	Se postura sobre la dobladora	●	⇨	□	⏸	▽		25.0												
15	Se procede a doblar el tol	●	⇨	□	⏸	▽		20.0												
16	Verificar las aristas de dobléz	○	⇨	■	⏸	▽		8.0												
17	Tomar las piezas	●	⇨	□	⏸	▽		7.0						en la tierra						
18	Se lleva hacia la zona de soldadura	○	⇨	□	⏸	▽	6	15.0												
19	rayado y trazado para corte de sección de duct	●	⇨	□	⏸	▽		10.0												
20	Cambio de herramienta	○	⇨	■	⏸	▽		5.0												
21	Se postura sobre la mesa de soldadura	●	⇨	□	⏸	▽		8.0												
22	Corte de sección por suelda al plasma	●	⇨	□	⏸	▽		20.0												
23	Cambio de herramienta	○	⇨	■	⏸	▽		5.0												
24	Quitar rebaba y limpiar	●	⇨	□	⏸	▽		10.0												
25	Tomar las piezas	●	⇨	□	⏸	▽		7.0						en la tierra						
26	Llevar hacia la bodega	○	⇨	□	⏸	▽	8	8.0												
27	En espera de otras operaciones	○	⇨	□	⏸	▽														

TABLAS DE SECUENCIA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO		N° 04		ESPE-L			Homos versión 0.1												
Trabajo: Construcción de ductos		RESUMEN																	
Material: Tol galvanizado de 1/32 de pulgada		ACCIONES			ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA										
Diagrama Comienza: Salida de Bodega		Diagrama Termina: Bodega		N°	Distan	Tiempo	N°	Dista	Tiem	N°	Distar	Tiempo							
Preparado Por: J. Sánchez y S. Solís.		Fecha: 22 de Julio / 2003		○ Operación	10		127'												
				⇒ Transporte	6	26	41'												
				□ Inspección	4		28'												
				⊞ Demora	2		10'												
				▽ Almacenaje	1														
Unidades Administrativa: Dpto. De Producción				TOTALES			23	26	206'										
Paso N°	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO <input checked="" type="checkbox"/> actual <input type="checkbox"/> recomendado	SIMBOLOS					ANALISIS (porqué)	NOTAS	ANALISIS (Cambios)										
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje			eliminar	combine	secuencia	lugar	persona	mejore					
						Distancia (Metro)	Cantidad	Tiempo	¿qué?	¿dónde?	¿cuándo?	¿quién?	¿cómo?						
1	Se toma de la bodega	●	⇒	□	⊞	▽													
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇒	□	⊞	▽	3	7.0											
3	Rayado y Trazado de medidas	●	⇒	□	⊞	▽		20.0											
4	Se lleva hacia la cizalla	○	⇒	□	⊞	▽	4	5.0											
5	Se postura sobre la cizalla	●	⇒	□	⊞	▽		10.0											
6	Se realiza el corte de las piezas	●	⇒	□	⊞	▽		20.0											
7	Cambio de herramienta	○	⇒	□	⊞	▽		5.0											
8	Quitar rebaba y limpiar	●	⇒	□	⊞	▽		10.0											
9	Verificación de medidas	○	⇒	□	⊞	▽		10.0											
10	Clasificar las piezas por medidas.	○	⇒	□	⊞	▽		7.0											
11	Se lleva hacia la dobladora	○	⇒	□	⊞	▽	7	8.0						en carretilla					
12	Se postura sobre la dobladora	●	⇒	□	⊞	▽		12.0											
13	Se dobla las piezas	●	⇒	□	⊞	▽		15.0											
14	Verificación de doblez	○	⇒	□	⊞	▽		6.0											
15	Se lleva hacia la mesa de soldadura	○	⇒	□	⊞	▽	4	6.0						en carretilla					
16	Cambio de herramientas	○	⇒	□	⊞	▽		5.0											
17	Soldadura con suelda MIC.	●	⇒	□	⊞	▽		15.0											
18	Se lleva a la mesa de pulido	○	⇒	□	⊞	▽	4	7.0											
19	Pasar la pulidora, para limpiar rebabas.	●	⇒	□	⊞	▽		10.0											
20	Inspeccionar la porosidad de la suelda	○	⇒	□	⊞	▽		5.0											
21	Tomar la piezas	●	⇒	□	⊞	▽		5.0											
22	Llevar hacia bodega	○	⇒	□	⊞	▽	4	8.0											
23	En espera de otras operaciones	○	⇒	□	⊞	▽													

TABLAS DE SECUENCIA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO		N° 05	ESPE-L			Homos versión 0.1															
Trabajo: Ensamblaje de paredes,techo y piso en la estructura		RESUMEN																			
Materiales: Estructura con paredes,techos,pisos y lana de vidrio		ACCIONES			ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA												
		N°	Distan	Tiempo	N°	Distan	Tiemp	N°	Distar	Tiempo											
Diagrama Comienza: Salida de Bodega	Diagrama Termina: Bodega	○ Operación	22		370'																
Preparado Por: J. Sánchez y S. Solís.	Fecha:22 de Julio / 2003	⇨ Transporte	8	30	79'																
		□ Inspección	3		38'																
		◻ Demora	9		72'																
		▽ Almacenaje	1																		
Unidades Administrativa: Dpato. De Producción		TOTALES			43	22	559'														
Paso N°	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO <input checked="" type="checkbox"/> actual <input type="checkbox"/> recomendado	SIMBOLOS					ANALISIS (porqué)					NOTAS	ANALISIS (Cambios)								
		Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancia (Metro)	Cantidad	Tiempo	¿qué?	¿dónde?		¿cuándo?	¿quién?	¿cómo?	elimine	combine	secuencia	lugar	persona	mejore
1	Se toma de la bodega	●	⇨	□	◻	▽															
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇨	□	◻	▽	3	15.0							en carretilla						
3	Se postura sobre la mesa, la estructura	●	⇨	□	◻	▽		10.0													
4	Se acopla las láminas a la estructura	●	⇨	□	◻	▽		25.0													
5	Cambio de herramientas	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
6	Con el taladro hacemos orificios en lo acoplado	●	⇨	□	◻	▽		25.0													
7	Cambio de herramienta	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
8	Quitar rebaba y limpiar	●	⇨	□	◻	▽		30.0													
9	Se lleva a la zona de soldadura	○	⇨	□	◻	▽	7	10.0							con tecla						
10	Cambio de herramientas	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
11	Se prensa las paredes internas con la estruct	●	⇨	□	◻	▽		25.0													
12	Cambio de herramienta	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
13	Utilizamos la suelda MIC	●	⇨	□	◻	▽		5.0													
14	Se coloca puntos de suelda	●	⇨	□	◻	▽		60.0													
15	Se lleva a la mesa de pulido	○	⇨	□	◻	▽	3	12.0							con tecla						
16	Pasar la pulidora para limpiar rebabas	●	⇨	□	◻	▽		15.0													
17	Se lleva a la zona de soldadura	○	⇨	□	◻	▽	3	10.0													
18	Soldadura total de aristas internas	●	⇨	□	◻	▽		30.0													
19	Pasar la pulidora, para limpiar rebabas.	●	⇨	□	◻	▽		15.0													
20	Inspeccionar la porosidad de la suelda	○	⇨	□	◻	▽		10.0													
21	Se lleva a la mesa de trabajo.	○	⇨	□	◻	▽	3	8.0													
22	Cambio de herramienta	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
23	Colocamos la lana de vidrio	●	⇨	□	◻	▽		30.0													
24	Se coloca el cableado para lámparas internas	●	⇨	□	◻	▽		30.0													
25	Acoplamos las paredes externas con la extruct	●	⇨	□	◻	▽		45.0													
26	Con el taladro hacemos orificios en lo acoplado	●	⇨	□	◻	▽		25.0													
27	Cambio de herramientas	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
28	Quitar rebaba y limpiar	●	⇨	□	◻	▽		20.0													
29	Se lleva a la zona de soldadura	○	⇨	□	◻	▽	3	8.0													
30	Cambio de herramientas	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
31	Se prensa las paredes externas con la extructu	●	⇨	□	◻	▽		25.0													
32	Cambio de herramientas	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
33	Utilizamos la suelda MIC	●	⇨	□	◻	▽		5.0													
34	Se coloca puntos de suelda	●	⇨	□	◻	▽		45.0													
35	Cambio de herramientas	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
36	Se lleva a la mesa de pulido	○	⇨	□	◻	▽	3	8.0													
37	Pasar la pulidora para limpiar rebabas	●	⇨	□	◻	▽		20.0													
38	Inspeccionar la porosidad de la suelda	○	⇨	□	◻	▽		8.0													
39	Se lleva a la mesa de trabajo.	○	⇨	□	◻	▽	5	8.0							montacarga o grua						
40	Acoplamos la puerta al horno ensamblado	●	⇨	□	◻	▽		35.0													
41	Pasar la pulidora para limpiar rebabas de sueld	●	⇨	□	◻	▽		12.0													
42	Verificación de puntos de suelda	○	⇨	□	◻	▽		20.0													
43	En espera de otras operaciones	○	⇨	□	◻	▽															

TABLAS DE SECUENCIA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO		N° 06	ESPE-L			Homos versión 1.0															
Trabajo: Ensamblaje de ductos e intercambiador de calor al horno Material: Horno ensamblado, intercambiador de calor y ductos		RESUMEN																			
		ACCIONES			ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA												
		○ Operación	N°	Distan	Tiempo	N°	Dista	Tiem	N°	Distan	Tiempo										
Diagrama Comienza: Salida de Bodega	Diagrama Termina: Bodega	○	15		229'																
		⇒	4	16	45'																
		□	1		10'																
Preparado Por: J. Sánchez y S. Solís.	Fecha: 22 de Julio / 2003	⏸	6		35'																
		▽	1																		
Unidades Administrativa: Dpto. De Producción		TOTALES			27	16	319'														
Paso N°.	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO <input checked="" type="checkbox"/> actual <input type="checkbox"/> recomendado	SIMBOLOS				Distancia (Metro)	Cantidad	Tiempo	ANALISIS (porqué)					NOTAS	ANALISIS (Cambios)						
		Operación	Transporte	Inspección	Demora				Almacenaje	¿qué?	¿dónde?	¿cuándo?	¿quién?		¿cómo?	elimine	combine	secuencia	lugar	persona	mejore
1	Se toma de la bodega	●	⇒	□	▽																
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇒	□	▽	3	15.0					coche o montacarga									
3	Se postura la estructura sobre la mesa de trabajo	●	⇒	□	▽		10.0														
4	Se acopla los ductos a la estructura	●	⇒	□	▽		20.0														
5	Cambio de herramienta	○	⇒	□	▽		6.0														
6	Con el taladro hacemos orificios en lo acoplado	●	⇒	□	▽		20.0														
7	Cambio de herramienta	○	⇒	□	▽		5.0														
8	Quitar rebaba y limpiar	●	⇒	□	▽		15.0														
9	Se lleva hacia la zona de soldadura	○	⇒	□	▽	7	10.0														
10	Utilizamos la suelda MIC	●	⇒	□	▽		7.0														
11	Se coloca puntos de suelda	●	⇒	□	▽		15.0														
12	Se lleva a la mesa de pulido	○	⇒	□	▽	3	10.0														
13	Pasar la pulidora, para limpiar rebabas.	●	⇒	□	▽		9.0														
14	Inspeccionar la porosidad de la suelda	○	⇒	□	▽		10.0														
15	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇒	□	▽	3	10.0														
16	Se coloca el extractor y ventilador	●	⇒	□	▽		40.0														
17	Cambio de herramienta	○	⇒	□	▽		8.0														
18	Se atomilla el extractor y el ventilador	●	⇒	□	▽		15.0														
19	Se toma de la bodega el intercambiador de calor	○	⇒	□	▽		8.0														
20	Cambio de herramienta	○	⇒	□	▽		5.0														
21	Se acopla el intercambiador al horno	●	⇒	□	▽		25.0														
22	Cambio de herramienta	○	⇒	□	▽		6.0														
23	Se atomilla el intercambiador de calor	●	⇒	□	▽		15.0														
24	Cambio de herramienta	○	⇒	□	▽		5.0														
25	Se coloca lana de vidrio sobre el intercambiador	●	⇒	□	▽		15.0														
26	Se protege la lana de vidrio con aluminio	●	⇒	□	▽		15.0														
27	En espera de otras operaciones	○	⇒	□	▽							en montacarga o grúa									

TABLAS DE SECUENCIA DE TRABAJO

DIAGRAMA DE SECUENCIA DE TRABAJO		N° 07	ESPE-L			Hornos versión 0.1													
Trabajo: Instalación del tablero de control		RESUMEN																	
Materiales: Pirómetro, Termocupla, contactores, selectores, relé		ACCIONES			ACTUAL		PROPUESTO		ECONOMIA										
		N°	Distanc	Tiempo	N°	Distanc	Tiempo	N°	Distanc	Tiempo									
Diagrama Comienza: Salida de Bodega	Diagrama Termina: Bodega	○ Operación	13		170'														
		⇒ Transporte	3	11	20'														
		□ Inspección	2		25'														
		D Demora	4		18'														
		▽ Almacenaje	1																
Unidades Administrativa: Dpto. De Producción		TOTALES			23	11	233'												
Paso N°.	DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO <input checked="" type="checkbox"/> actual <input type="checkbox"/> recomendado	SIMBOLOS				Distancia (Metro)	Cantidad	Tiempo	ANALISIS (porqué)				NOTAS	ANALISIS (Cambios)					
		Operación	Transporte	Inspección	Demora				Almacenaje	¿qué?	¿dónde?	¿cuándo?		¿quién?	¿cómo?	elimine	combine	secuencia	lugar
1	Se toma de la bodega	●	⇒	□	D	▽													
2	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇒	□	D	▽	3	8.0											
3	Señalamos orificios de cableado y elementos	●	⇒	□	D	▽		20.0											
4	Se lleva a la zona de soldadura	○	⇒	□	D	▽	4	5.0											
5	Se postura sobre mesa de suelda	●	⇒	□	D	▽		10.0											
6	Se realiza el corte por plasma	●	⇒	□	D	▽		15.0											
7	Cambio de herramienta	○	⇒	□	D	▽		3.0											
8	Quitar rebaba y limpiar	●	⇒	□	D	▽		10.0											
9	Verificación de medidas	○	⇒	□	D	▽		5.0											
10	Se lleva hacia la mesa de trabajo	○	⇒	□	D	▽	4	7.0											
11	Cambio de herramientas	○	⇒	□	D	▽		5.0											
12	Acoplamos los elementos en la caja	●	⇒	□	D	▽		30.0											
13	Cambio de herramienta	○	⇒	□	D	▽		5.0											
14	Atomillar los elementos	●	⇒	□	D	▽		20.0											
15	Cambio de herramientas	○	⇒	□	D	▽		5.0											
16	Conectamos los elementos	●	⇒	□	D	▽		30.0											
17	Pasar el cableado por mangueras	●	⇒	□	D	▽		15.0											
18	Se conecta los ventiladores	●	⇒	□	D	▽		5.0											
19	Se conecta el intercambiador	●	⇒	□	D	▽		5.0											
20	Se conecta la termocupla	●	⇒	□	D	▽		5.0											
21	Se conecta las lámparas	●	⇒	□	D	▽		5.0											
22	Verificación de funcionamiento	○	⇒	□	D	▽		20.0											
23	En espera de otras operaciones	○	⇒	□	D	▽													

3.6. DIMENSIONES DEL PROTOTIPO:

Las dimensiones del prototipo son las siguientes, las mismas que son:

Altura: 58 cm.

Ancho: 43 cm.

Profundidad: 100cm.

Las otras dimensiones se podrá apreciar en el plano del respectivo prototipo.

3.7. MATERIALES:

Los materiales que se utilizaron son los siguientes:

3.7.1. PAREDES INTERNAS Y EXTERNAS.

Las planchas interiores son de acero y tiene las siguientes especificaciones: las medidas son (240mmx 120mmx0.7mm) con un peso de 5kg/m.

Las planchas exteriores son de acero y tiene las siguientes especificaciones: las medidas son (240mmx120mmx1mm) y un peso de 7.5kg/m.

3.7.2. AISLAMIENTO DE PAREDES.

Para el aislamiento en paredes, techo y puertas se utilizado como material aislante aislaflex cuyas características son las siguientes:

$K = 0.0382 \text{ w/m C}$, coeficiente de conductividad térmica de aislaflex

$e = 5\text{cm}$ = espesor del material.

3.7.3. VIDRIOS.

Los cristales utilizados tanto de la puerta como de las lámparas son de las siguientes características:

$e = 5\text{mm}$

$k = 0.78\text{w/m C}$, coeficiente de conductividad térmica del cristal.

3.7.4. RESISTENCIAS.

Para elaborar el intercambiador de calor se ha utilizado resistencias de una forma circular con valores de:

$W = 400\text{w}$

$D = 7\text{cm}$

$L = 20\text{cm}$

3.7.5. VENTILADORES.

Los ventiladores adquiridos son extractores que se utilizan por lo general en las cocinas los cuales tienen las siguientes características:

3.7.5.1. VENTILADOR DE INYECCIÓN.

El ventilador de inyección ha de tener las siguientes características de funcionamiento.

v_1 = velocidad de salida del ventilador 550 fpm

v_2 = velocidad de entrada del ventilador 320fpm

$V = 110/120v$.

$F = 60/50 \text{ Hz}$

3.7.5.2. VENTILADOR DE DESCARGA.

El ventilador de descarga ha de tener las siguientes características de funcionamiento.

v_1 = velocidad de salida del ventilador 490 fpm

v_2 = velocidad de entrada del ventilador 297fpm

$V = 110/120v$.

$F = 60/50 \text{ Hz}$

3.7.6. FILTROS.

Para el prototipo hemos utilizado dos tipos de filtros, el primero filtro se encuentra en el "plenum" también conocido como el techo de ingreso del aire precalentado, éste tiene la particularidad de retener todas las partículas sólidas; el segundo filtro se encuentra en el piso el mismo que esta hecho de fibra de carbono, él cual además de retener las partículas sólidas también impide la salida al exterior de gases tóxicos.

3.7.7. CONSTRUCCIÓN DEL TABLERO DE CONTROL.

Para la elaboración del tablero de control hemos necesitado los siguientes elementos.



Figura 3.1 Tablero de control

3.7.7.1. TERMOCUPLA.

Termocupla. - La misión de esta es generar un voltaje en su extremo y enviar hacia un controlador de temperatura, para nuestra cabina hemos utilizado la de tipo J, de la cual tenemos las siguientes características:

Material = junta de hierro y constantán

Rango = -10°C hasta 550°C

Tolerancia = + o - 5°C

3.7.7.2. CONTROLADOR DE TEMPERATURA.

Controlador de Temperatura.- Su misión es recoger la señal que desarrolla la Termocupla, y compara con el valor fijado, para el control de nuestra cabina hemos utilizado uno con las siguientes características:

Rango: 0 a 400°C

F = 50/60 Hz

3.7.7.3. CONTACTORES.

Contactores.- Su misión es de activar por medio de sus contactos las cargas o motores que se utiliza en nuestra cabina.

3.7.7.4. INTERRUPTOR PRINCIPAL.

Interruptor Principal. - Su misión para nuestro caso es energizar todo el sistema eléctrico de la cabina, los demás interruptores sólo pueden energizar si este interruptor esta activado.

3.8. CONSEJOS DE USO Y MANTENIMIENTO DE UNA CABINA DE PINTURA

3.8.1. ANTES DE PINTAR.

- 1.- Lavar el automóvil anteriormente preparado e introducirlo en la Cabina-Horno. Encender las luces y poner en funcionamiento el ventilador de impulsión.
- 2.- Cubrir con papel protector y cinta adhesiva las partes que no se vayan a pintar. Recomendamos no usar periódicos, revistas u otros artículos similares.
- 3.- Proteger las ruedas; eliminación del barro, polvo.
- 4.- Desconectar la conducción de los rociadores limpiaparabrisas, pues en caso de cocción a 80° el vapor expulsado podría dañar el acabado.

5.- Repasar el coche con paños antipolvo y la zona a pintar con paños antisilicona.

6.- Elevar los automóviles con neumáticos sin cámaras, ya que en el enfriamiento se podrían deformar.

7.- Quitar el tapón del depósito de combustible, y si fuera a gas butano, desconectar y sacar la bombona. Comprobar que no queden en el interior botellas de aerosoles, extintores, desodorantes.

8.- Instalar un reductor de presión con filtro de la mejor calidad en el exterior.

9.- Vestir prendas de nylon para evitar la introducción de polvo, usando asimismo gorro para preservar la caída de cabello.

3.8.2. PREPARACION.

1.- Seleccionar la pintura.

2.- Utilizar siempre un filtro de 2.000 mallas, filtrando el esmalte dos veces. Para los esmaltes metalizados, usar filtros de 5.000 mallas.

3.- Controlar la viscosidad según las recomendaciones de los fabricantes.

3.8.3. PRE-PINTADO.

1.- Utilizar una pistola con boquilla de 1,2 y a presión no superior a 4 kg/cm².

2.-Controlar la posición de la trampilla de by-pass en el generador: debe estar abierta.

3.- Encender el quemador y regular el índice del termostato a 20° si la temperatura ambiente fuese inferior.

4.- Mojar abundantemente el suelo de la cabina si es de obra.

3.8.4. PINTADO.

1.- Dar la primera mano de pintura con 1 ó 2 segundos de viscosidad superior.

2.- Diluir la pintura para la segunda y tercera mano.

3.- Esperar el tiempo necesario entre manos para evitar el corrugamiento.

4.- Poner el selector en 'Pintado.

5.- Conectar el motor del grupo generador en caso de tener depuradora conectada previamente al generador, de lo contrario no arranca.

6.- Con la cabina en marcha, conectar el generador, que se pondrá en funcionamiento, o no, dependiendo de la temperatura seleccionada en el termostato digital de control.

7.-Conectar la iluminación. La máquina está lista para trabajar en la fase de Pintado. Al terminar de pintar, desconectar todos los elementos, incluida la iluminación.

3.8.5. FASE DE SECADO.

1.- Colocar el selector de trabajo en la posición de secado. Esto hace que module la compuerta de aire para reducir el caudal y aumentar la temperatura.

2.- Establecer el tiempo de secado deseado en el temporizador, teniendo en cuenta que la cabina tardará 8/10 minutos en ponerse a temperatura. Conectar el quemador.

3.- Transcurrido el tiempo seleccionado, el generador y el ventilador se paran automáticamente

3.8.6. PRUEBAS:

Para hacer las diferentes pruebas hemos utilizado diferentes tipos de pintura, fondo.

Tabla 3.1 Pintura Acrílica

Producto	Thinner	Dilución (Pint/T)	Equipo	Presión (PSI)	Espesor (mils)	Secamien to final	°T de secado
FONDEO	# 105 O 3602	1 : 1	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	10-15 (min.)	40°C
REFONDE O	# 105 O 3602	1 : 1	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	10-12 (min.)	40°C
ACRILAC Monocapa	# 105 O 3602	1 : 1	PISTOLA	30 - 40	1 -1.5	5-10(min)	40°C
CLEAR	466/00	1 : 1	PISTOLA	30 - 40	0.6-0.8	5-10(min)	40°C

ACRILAC Acabado	466	1 : 1	PISTOLA	30 - 40	0.6-0.8	10-15(min)	40°C
CLEAR Para bicapa	466/00	1 : 1	PISTOLA	30 - 40	0.6-0.8	5-10(min)	40°C

Nota.- Pulir luego de 15 días

Tabla 3.2 Pintura Sintética

Producto	Thinner	Dilución (Pint/T)	Equipo	Presión (PSI)	Espesor (mls)	Secamien to final	°T de secado
FONDEO	# 3	1 : 3	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	10-12(min)	40°C
REFONDE O	# 3	1 : 3	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	8-10(min)	40°C
SINTETIC O Acabado	# 3 o 100	4 : 1	PISTOLA	40 - 50	1.5 - 2	15-20 (min.)	40°C

Nota. No necesita pulir.

Tabla 3.3 Pintura Laca.

Producto	Thinner	Dilución (Pint/T)	Equipo	Presión (PSI)	Espesor (mls)	Secamien to final	°T de secado
FONDEO	# 3	1 : 3	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	10-12(min)	40°C
REFONDE O	# 3	1 : 3	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	8-10(min)	40°C

LACA	# 3	1 : 1.5	PISTOLA	30 - 40	1-1.5	10-12 (min.)	40°C
------	-----	---------	---------	---------	-------	-----------------	------

Nota.- Pulir luego de 15 días

Tabla 3.4 PINTURA WANDA:

Producto	Thinner	Dilución (Pint/T)	Equipo	Presión (PSI)	Espesor (mls)	Secamien to final	°T de secado
FONDEO	# 3	1 : 3	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	10-12(min)	40°C
REFONDE O	# 3	1 : 3	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	8-10(min)	40°C
WANDA Acabado	No necesita	Tal como es	PISTOLA	40 - 50	1-1.5	5 (min.) para el Clear	40°C
WANDA Barniz	No necesita	5 de barniz 1de catalizador	PISTOLA	40 - 50	1-1.5	25-30 (min.)	40°C

Nota. No necesita pulir.

Tabla 3.5 PINTURA POLIURETANO:

Producto	Thinner	Dilución (Pint/T)	Equipo	Presión (PSI)	Espesor (mls)	Secamien to final	°T de secado
FONDEO	#105 O 3602A	1 : 1	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	10-12(min)	40°C
REFONDE O	# 3	1 : 3	PISTOLA	30 - 40	1 - 1.5	8-10(min)	40°C
POLIURE	Thiner	3 : 1	PISTOLA	40 - 50	1-1.5	5 (min.)	40°C

T. (bicapa)	poliuretano					para el barniz	
BARNIZ Poliuretano	Thiner poliuretano	10 de barniz 5 de catalizador	PISTOLA	40 - 50	1-1.5	12-15 (min.)	40°C

Fuente: Folletos de Pinturas WANDA.

3.9. MANTENIMIENTO.

1.- SIEMPRE: Mantener limpias las paredes y las rejillas del suelo para evitar la disminución de luz y la posibilidad de desprendimiento de polvo. Asegurarse de que en la cabina haya la adecuada sobrepresión, sustituyendo los filtros secos cuando estén sucios.

2.- CADA SEMANA: Limpiar y soplar con aire comprimido el prefiltrado del generador, realizar el soplado desde interior del filtro hacia fuera.

3.- CADA TRES MESES: Controlar la tensión de las correas de transmisión y el filtro de gasoil.

4.- CADA SEIS MESES: Controlar los cojinetes del ventilador e inspeccionar la salida de humos del quemador.

5.- CADA AÑO: Repetir las operaciones previstas semestralmente, limpiar internamente el intercambiador de calor, especialmente la cámara de combustión y tubos de humos, sustituir las gomas de las puertas, cambiar los filtros del techo.

Realizar un análisis de combustión y regular el CO₂, así como la presión del aire de combustión. Esta operación deberá ser realizada por una empresa especializada

IV. CAPÍTULO

MANEJO DEL SOFTWARE.

4.1 OBJETIVOS:

- 1) Resumir los pasos en los cálculos para el diseño de un horno.
- 2) Conocer las generalidades del programa.
- 3) Conocer el correcto funcionamiento del software
- 4) Conocer las ventajas que ofrece el software en el diseño de hornos.

4.2. MANEJO DEL SOFTWARE.

Esta es la pantalla de inicio del programa, en la cual consta o podemos observar los ítems principales para el diseño del horno, los cuales son:

- Acerca de..
- Balance Térmico
- Diseño de estructura
- Ventiladores
- Flujo luminoso
- Manual de Información

En el ítem "Acerca de...", al pulsar éste muestra datos acerca de los integrantes que elaboraron éste software.

En la columna de temas principales, al momento de colocar la flecha del Mouse sobre alguno de estos ítems, en la parte superior izquierda de la pantalla aparecerá una pequeña introducción acerca del tema.

Además en la parte inferior derecha se encuentra una caja de texto con el nombre "MANUAL DE OPERACIÓN", el cual contiene información acerca del funcionamiento de un horno con gráficos en animación.



Pantalla 4.1: Pantalla de Inicio.

A continuación se muestra cada una de las pantallas principales.

4.3. BALANCE TÉRMICO.

En esta página encontramos cuatro pestañas las mismas que han de ser abiertas una por una, en la primera caja de texto se ingresa los siguientes datos, además se muestra una figura interna la cual nos indica el orden en el que se ingresará los datos para paredes y ductos:

- Constantes de conductividad ($W/m\ ^\circ C$)
- Espesores (m)
- Constantes de Convectivas ($W/m^2\ ^\circ K$)
- Temperaturas de Pintado y secado ($^\circ C$)
- Área Total (m^2)

En la pantalla 4.2 se mostrará un ejemplo de cómo se deberá ingresar los datos.

Balance Térmico

Paredes/Ductos Ventanas/Pisos Calor/Masa/resultados Anexos

Pérdida de Calor en Paredes :

Ctes. de Conductividad :			Espesores:			Cte. Convectiva :		^T Pintado y Secado		Ar. Total :
k1	k2	k3	e1	e2	e3	h1	h2	^Tp	^Ts	
36	0.0382	36	0.007	0.05	0.001	15	15	20	50	68.1
W/m °C			Metros			W/m2°K		°C		m2

Ductos :

Ctes. de Conductividad :		Cte. Convectiva :	
k1	k2	h1	h2
12.8	0.033	15	15
W/m °C		W/m2°K	
Espesores:		Área Total :	
e1	e2		
0.0005	0.0254	14	
Metros		m2	

Siguiente

Pantalla 4.2: Pestaña para cálculo de paredes y ductos.

Luego, presionamos un clic en el botón "Siguiente", enseguida se desplaza la siguiente pestaña en la cual se encontrará acerca de ventanas y pisos, y los datos que se ingresará son:

- Constantes de conductividad W/m °C
- Espesores m
- Constantes de Convectivas W/m2 °K
- Temperaturas de Pintado y secado °C
- Área Total m2

Balance Térmico

Paredes/Ductos | Ventanas/Pisos | Calor/Masa/resultados | Anexos

Ventanas

Cites. de Conductividad :

k e h1 h2 Área Total

W/m °C Metros W/m²K m²

Pisos :

Cites. de Conductividad :

k1 k2 Área Total

W/m °C m²

Espesores:

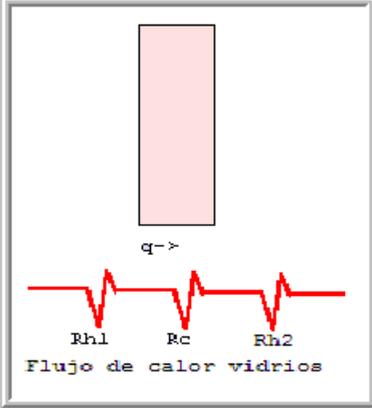
e1 e2

Metros

Cte. Convectiva :

h1 h2

W/m²K



Flujo de calor vidrios

Pantalla 4.3: Pestaña de ventanas y pisos

De igual manera haremos clic en la tecla siguiente, a continuación se desplegara la siguiente pestaña, en la que ingresaremos los siguientes datos.

- Calor Especifico (Tanto para la fase de pintado y secado Kcal/Kg°C)
- Volumen de aire (Tanto para la fase de pintado y secado m³ / hora)
- Densidad de aire (Tanto para la fase de pintado y secado Kg. / m³)

En la pantalla 4.4 se observa también los resultados que se obtiene, los cuales están sobresaltados, además estos no pueden ser alterados ya que esta sección se encuentra deshabilitada, imposible de ingresar datos.

4.3.1. FASE DE PINTADO.

Perdidas paredes (W)
Perdidas ductos (W)
Perdidas ventanas (W)
Perdidas pisos (W)

4.3.2. FASE DE SECADO.

Perdidas paredes (W)
Perdidas ductos (W)
Perdidas ventanas (W)
Perdidas pisos (W)

4.3.3. SUMATORIA DE PERDIDAS.

Fase Pintado (W)
Fase Secado (W)

4.3.4. POTENCIA TOTAL NECESARIA.

Fase Pintado (KW)
Fase Secado (KW)

Balance Térmico

Paredes/Ductos Ventanas/Pisos Calor/Masa/resultados Anexos

Calor Necesario para el Aire de Pintado y Secado :

Fase Pintado : Fase Secado :

8000.06 Masa de Aire : kg/hora 8292.34

0.2401 Calor Especifico Aire : 0.2401
Kcal/kg°C

Cálculo de masa de aire a calentar :

Fase Pintado : Fase Secado :

6797 V/Aire: m³/hora 6797

1.177 D/Aire: kg/m³ 1.22



Fase Pintado

Perdidas paredes 944.222856917013 W

Perdidas ductos 310.053702060392 W

Perdidas ventanas 141.818181818182 W

Perdidas pisos 482.658145646741 W

Fase Secado

Perdidas paredes 2360.55714229253 W

Perdidas ductos 775.13425515098 W

Perdidas ventanas 354.545454545455 W

Perdidas pisos 1206.64536411685 W

Pérdida de Calor en la fase de Pintado y Secado

Sumatoria de Pérdidas de Calor :

Fase Pintado : 1878.75288 W

Fase Secado : 4696.88221 W

Potencia Total Necesaria :

Fase Pintado : 40.2950842 KW

Fase Secado : 104.246423 KW

Calcular

Pantalla 4.4: Pantalla de Resultados

A continuación tenemos también una pestaña "Anexos" en la cual podremos observar algunos datos que no sirven para ingresar en esta página.

4.4. DISEÑO DE ESTRUCTURA.

Para el diseño de Estructura tenemos tres pestañas las cuales son:

- Cálculo Peso del techo
- Cálculo Momentos, reacciones y el factor de seguridad
- Anexos

Para La primera pantalla necesitamos ingresar:

- Escogemos el tipo de perfil que se utilizará.
- A continuación ingresamos datos del horno como es: Profundidad, ancho y altura.
- También ingresamos otros datos que están en la parte derecha.

DISEÑO DE ESTRUCTURAS

Cálculo: **Peso del Techo** | Cálculo: Momentos y Reacciones | Anexos

Datos de Perfil (mm)

Canal **C** | Altura **50** | Ancho **25** | Espesor **3**

Datos Generales

Dimensiones del Horno (metros)

Profundidad **7** m
Ancho **4** m
Altura **3** m

Peso Plancha Interior **114** kg
Peso Plancha Exterior **171** kg
Longitud de Perfil **6** m
Peso de Aislamiento Térmico **1** kg
Peso de Conductos **12.5** kg
Peso de Seguridad **120** kg
Número de Pórticos **11**

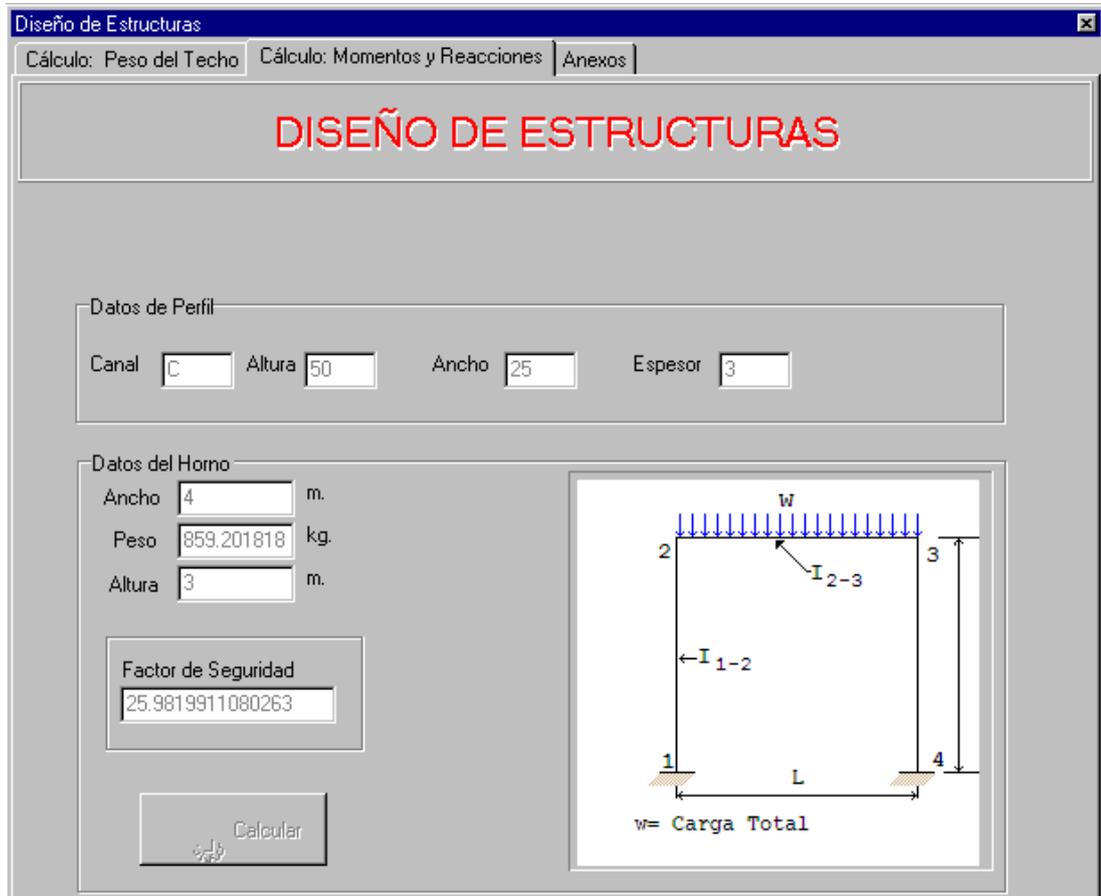
Peso Total del Techo : **859.20181** kg

Calcular | Siguiente >>

Pantalla 4.5: Diseño de Estructura

Si el perfil escogido es el adecuado, el programa permitirá acceder a la siguiente pantalla, la cual es "Calculo de momentos, reacciones y el factor de seguridad, el mismo que nos indicara si el perfil escogido soportará dicho peso".

Para esta pantalla no se ingresará datos, ya que esos datos son almacenados y aparecerán automáticamente y sólo se necesitará pulsar el botón "CALCULAR" para obtener el valor del factor de seguridad.



Pantalla 4.6: Cálculo de Momentos y Reacciones

En esta misma presentación contamos con una pestaña de "ANEXOS", en la que se encontrará propiedades sobre los perfiles C y G.

Diseño de Estructuras

Cálculo: Peso del Techo | Cálculo: Momentos y Reacciones | Anexos

Canales C
Canales G

PERFILES DE ACERO

CANALES C
ESPECIFICACIONES GENERALES

DIMENSIONES						PROPIEDADES						
H	B	c	AREA	PESO APROX		EJE X-X			EJE Y-Y			
mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	Kg/6m	I	S	ix	I	S	iy	ix
50	25	2	1.87	1.47	8.82	7.06	2.83	1.94	1.13	0.63	0.76	0.72
		3	2.70	2.12	12.72	9.70	3.88	1.89	1.57	0.91	0.76	0.77
80	40	2	3.07	2.41	14.46	30.80	7.71	3.17	4.89	1.68	1.26	1.09
		3	4.50	3.54	21.24	43.90	11.00	3.12	7.01	2.45	1.25	1.14
		4	5.87	4.61	27.66	55.40	13.90	3.07	8.92	3.17	1.23	1.19
100	50	2	3.87	3.04	18.24	61.50	12.30	3.99	9.72	2.66	1.59	1.34
		3	5.70	4.48	26.88	88.50	17.70	3.91	14.01	3.90	1.57	1.39
		4	7.47	5.87	35.22	113.00	22.60	3.89	18.10	5.07	1.56	1.44
125	50	2	4.37	3.43	20.58	103.00	16.50	4.86	10.40	2.74	1.54	1.20
		3	6.45	5.07	30.42	149.00	23.90	4.81	15.10	4.02	1.53	1.24
		4	8.47	6.65	39.90	192.00	30.70	4.76	19.40	5.24	1.51	1.29
150	50	2	4.87	3.82	22.92	138.00	21.10	5.71	10.90	2.80	1.50	1.09
		3	7.20	5.66	33.96	230.00	30.70	5.65	15.90	4.11	1.49	1.13
		4	9.17	7.11	41.61	297.00	39.60	5.60	20.50	5.36	1.47	1.17

Pantalla 4.7: Pantalla de Anexos de Perfiles

4.5. SELECCIÓN DE VENTILADORES

Para la selección de ventiladores se divide en dos pestañas los cuales son, ventilador inyector y ventilador de descarga.

4.5.1. VENTILADOR INYECTOR.

Se necesita ingresar los siguientes datos:

- Velocidad de Salida (FPM).

- Velocidad de Entrada (FPM)
- Altura en donde se encuentra el horno (solo podemos escoger, pero no ingresar en la caja de texto m.).
- Temperatura (La temperatura ambiental °C).
- Coeficientes de perdidas en in. H2O

A continuación se presiona la tecla CALCULAR, entonces aparecerá en la caja de texto el resultado:

Presión estática en in. H2O

Selección de Ventiladores

SELECCION DE VENTILADORES

Velocidad de Salida : 2857 fpm
 Velocidad de Entrada : 1619 fpm
 Altura : 3000 m.
 Temperatura : 25 C

Calcular

Coeficientes de pérdida en in.H2O

Filtros :	0.48
Ductos :	0.02
Damper :	0.086
Codos :	0.006
Difusores :	0.007
Regillas :	0.008
Recodos :	0.015
Colectores :	0.108
Cola de Milano :	0.018
Otros :	0.001
T O T A L :	0.749

Presión Estática : 0.67140177
en in.H2O

VENTILADOR INYECTOR VENTILADOR DE DESCARGA

Pantalla 4.8: Selección de Ventilador Inyector

4.5.2. VENTILADOR DE DESCARGA.

A continuación se escoge la siguiente pantalla que es ventilador de descarga:

De igual manera colocamos los datos como en la anterior pantalla, los cuales son:

- Velocidad de Salida (FPM)
- Velocidad de Entrada (FPM)
- Altura en donde se encuentra el horno (solo podemos escoger, pero no ingresar en la caja de texto m.)
- Temperatura (La temperatura ambiental °C)
- Coeficientes de perdidas en in. H₂O

A continuación se presiona la tecla CALCULAR entonces aparecerá en la caja de texto el resultado:

Presión estática en in. H₂O, con esta presión podemos ir a un catalogo de ventiladores y escoger el que mas este a la presión calculada.

Selección de Ventiladores

SELECCION DE VENTILADORES

Velocidad de Salida : fpm
 Velocidad de Entrada : fpm
 Altura : m.
 Temperatura : C

Coeficientes de pérdida en in.H2O

Ductos :	<input type="text" value="0.002"/>
Damper :	<input type="text" value="0.07"/>
Codos :	<input type="text" value="0.011"/>
Recodos :	<input type="text" value="0.012"/>
Colectores :	<input type="text" value="0.088"/>
Otros :	<input type="text" value="0.001"/>
TOTAL :	<input type="text" value="0.184"/>

Presión Estática : en in.H2O

VENTILADOR INYECTOR VENTILADOR DE DESCARGA

Pantalla 4.9: Selección de ventilador de Descarga

4.6. CALCULO DE FLUJO LUMINOSO.

En esta presentación tenemos dos pestañas las cuales son:

- Aparatos de alumbrado
- Flujo Luminoso

4.6.1. APARATOS DE ALUMBRADO.

En esta pantalla se ingresará los siguientes datos:

- Altura del horno (m)
- Distancia de techo a focos (m)

- Profundidad del horno (m)
- Ancho del horno (m)

Al ingresar estos datos y presionando " CALCULAR " el programa nos dará el número mínimo de lámparas que se necesitará para el alumbrado interno del horno.

The screenshot shows a software interface for calculating the number of lamps. The title bar reads "CALCULO DE FLUJO LUMINOSO". The main area has a red title "CALCULO DE FLUJO LUMINOSO". On the left, under "Datos:", there are four input fields: "Altura del Horno" with value 3, "Distancia de techo a focos" with value 0.5, "Profundidad del horno" with value 7, and "Ancho del horno" with value 4. On the right, under "Resultado:", there is a field for "Número Mínimo de Lámparas" with the value 4. A "Calcular" button is located below the input fields. At the bottom of the window, there is a status bar with the text "APARATOS DE ALUMBRADO" and "FLUJO LUMINOSO".

Pantalla 4.10: Aparatos de Alumbrado

4.6.2. CALCULO DE FLUJO LUMINOSO.

En está pantalla se ingresará los siguientes datos:

- Altura del foco al piso (m)
- Nivel mínimo de iluminación (lux)
- Escoger el tipo de utilización si es: bajo, normal o alto, y también se escogerá cada que tiempo se limpiará las lámparas, enseguida el programa localizara en sus tablas internas el factor de utilización.

Al presionar "CALCULAR", nos dará el resultado del " Flujo Teórico de Iluminación" esté valor en lúmenes.

A continuación para el calculo de " Potencia de Iluminación", sólo se escogerá la potencia de la lámpara que se ha de utilizar, luego de esto presionamos el botón "CALCULAR", el programa nos dará los siguientes resultados:

- Número de lámparas necesarias.
- Potencia de Iluminación (W).

CALCULO DE FLUJO LUMINOSO

Profundidad del Horno: 7 m.
Ancho del Horno: 4 m.
Altura del Piso al foco: 2 m.
Indice del Local: 2.5

Utilización(Años): 2
Modos de Uso: Normal

Nivel Mínimo de Iluminación: 700 lux
Area del Piso (m2): 28
Factor de Utilización: 1.7
Flujo Teórico: 66640 lúmenes

CALCULO DE POTENCIA DE ILUMINACION

Flujo Luminoso por Aparato: 16660 lúmenes
Potencia por Lámpara: 40 W
Número de Lámparas Necesarias: 22.2133333
Potencia de Iluminación: 888.533333 W

APARATOS DE ALUMBRADO | FLUJO LUMINOSO

Pantalla 4.11: Flujo Luminoso.

V. CAPITULO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- OBJETIVOS

- 1) Resumir las principales ventajas que ofrece una cabina de pintado y secado.
- 2) Concluir con las ventajas que ofrecerá el software en el diseño de cabinas.
- 3) Conocer que equipo debe utilizar un operario para pintar dentro de la cabina.
- 4) Concluir cual es la cabina mas adecuada para el pintado-secado

5.2 CONCLUSIONES:

- 1) Las cabinas de pintado y secado es una cámara de dimensiones suficientes para mantener en su interior un automóvil. Esta instalación asegura factores ambientales de ventilación, grado de humedad, y control de temperatura, éste no depende de las condiciones climáticas en las que se encuentren.
- 2) La cabina está equipada con grandes filtros de purificación del aire que aseguran que no exista polvo en su interior.
- 3) La cabina dispone de una buena ventilación para poder arrastrar hacia el exterior todo exceso de rocío y vapores, lo que hace el trabajo del pintor menos peligroso para su salud por menor inhalación de los vapores nocivos que contienen las pinturas.
- 4) Al aislar este trabajo del resto del taller y eliminar el rocío y los vapores, evita que durante la pulverización, aquellas partículas de pintura puedan depositarse sobre automóviles próximos con el consiguiente daño en sus carrocerías.
- 5) El prototipo de "HORNO DE PINTURA AUTOMOTRIZ", que se ha construido es el tipo de tiro hacia abajo, donde el flujo del aire **jala** la sobrepulverización y los contaminantes de un vehículo recién pintado, y así podemos evitar que se eche a perder el acabado del vehículo.
- 6) En el prototipo construido, el SISTEMA DE MANDO ELECTRICO, está diseñado, de manera que la temperaturas se mantiene durante toda la fase de pintado y secado respectivamente. Para conseguir esto, ha sido necesario conectar una termocúpla y un pirómetro, ya que éstos son los

encargados de mantener la temperatura deseada en el interior de la cabina, por medio de los ventiladores de aire.

- 7) Dentro de la cabina se debe tener una sobrepresión que impida la entrada de polvo del exterior y evite las corrientes de aire innecesarias. Para ello los ventiladores de descarga tienen una potencia ligeramente inferior a los de entrada.

5.3 RECOMENDACIONES

- Efectuar todas las operaciones de pintado a pistola en el interior de la cabina de pintura o, alternativamente, en un lugar adecuadamente acondicionado con planos aspirantes, incluidas las aplicaciones de imprimaciones, aparejos y cementos a piezas sueltas de los vehículos.
- Mantener la ventilación conectada durante un tiempo razonable antes de penetrar en la cabina tras el secado de las aplicaciones.
- Mantener siempre tapados los recipientes con disolventes utilizados en la limpieza de pistolas y utensilios.
- Los trapos o desperdicios impregnados de pinturas deberán ser recogidos en recipientes metálicos, cerrados.
- Utilizar prendas de protección personal cuando la naturaleza de las operaciones realizadas así lo requiera.

Seguir las siguientes recomendaciones para reducir la contaminación.

MEDIDA DE MINIMIZACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	PRINCIPALES VENTAJAS
1. Sustituir las pinturas al disolvente por pinturas al agua	Supone un cambio a productos ambientalmente más adecuados	Disminución de las emisiones de disolventes Reducción del coste de las instalaciones de seguridad Exceso de pulverizado reciclable
2. Sustituir las pinturas al	Supone un cambio	Eliminación del

disolvente por pinturas en polvo	a productos ambientalmente más adecuados	disolvente La pintura no depositada es reutilizable. Ahorro en materia prima (95-99%) No existe riesgo de incendio
3. Sustituir las pinturas en base a disolvente por pinturas de alto y medio contenido en sólidos	Supone un cambio a productos ambientalmente más adecuados	Reducción de las emisiones de disolventes Obtención de grandes espesores de recubrimiento con una sola pasada

Además, se pueden considerar medidas de minimización respecto a la sustitución de otras materias primas.

MEDIDA DE MINIMIZACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	PRINCIPALES VENTAJAS
1. Utilizar pigmentos sin metales pesados	Eliminar parcialmente los pigmentos con cloro y cromo	Disminución de la peligrosidad de los residuos Reduce el coste de su gestión
2. Utilizar productos con bajo contenido de COV	Sustituir las lacas, barnices y esmaltes con disolvente	Disminuye las emisiones (COV)
3. Utilizar pigmentos en pasta	Sustituir los pigmentos líquidos	Reduce las emisiones de COV
4. Reducir la variedad de disolventes	Utilizar un disolvente multipropósito	Facilita el reciclado
5. Utilizar decapadores menos tóxicos	Por ejemplo, utilizar decapadores de pintura no fenólicos	Disminuye la toxicidad

Cambios en procesos

Se trata en este apartado de elegir procesos que, desempeñando la misma función que aquéllos a los que pretenden sustituir, reduzcan al máximo la cantidad y peligrosidad de los residuos generados.

MEDIDA DE	DESCRIPCIÓN DE LA	PRINCIPALES VENTAJAS
------------------	--------------------------	-----------------------------

MINIMIZACIÓN	MEDIDA	
1. Mezclado: Precisión	Actuar con precisión cuando se realiza la dosificación en el dispersor	Previene la generación de residuos por la obtención de mezclas incorrectas
2. Completado: Tanques específicos	Utilizar tanques diferenciados para cada tipo de color	Reduce la cantidad de disolvente necesaria para la limpieza de los tanques Reduce el coste de gestión de los disolventes usados
3. Carga: Recintos herméticos	Realizar las cargas de pigmentos en un espacio cerrado herméticamente	Disminuye las emisiones al ambiente

Además se incluyen otro tipo de medidas de minimización que también llevan asociados cambios en procesos auxiliares.

MEDIDA DE MINIMIZACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA	PRINCIPALES VENTAJAS
1. Sustituir la pulverización neumática clásica	Elección de técnicas alternativas Mixta, alta presión, baja presión, con color.	Reducción en la contaminación del aire Mejora del rendimiento de la aplicación Bajo coste de instalación
2. Utilizar la pulverización electrostática	Utilización de pinturas líquidas, formuladas de forma especial para que puedan ser cargadas en un campo electrostático	Ahorro en materias primas Mayor eficacia en la aplicación Reducción de la producción y gestión de los residuos Disminución de las emisiones de COV Instalación de sistemas de recuperación de disolvente

Latacunga

2003.

Realizado por:

SANTIAGO SOLIS.

JUAN SANCHEZ.

ING. OSWALDO JÁCOME
CARRERA INGENIERIA AUTOMOTRIZ

DR. WASHINGTON YANDUN
SECRETARIO ACADÉMICO