



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE MECATRÓNICA

**DESARROLLO DE UN HORNO AUTOMÁTICO PARA LA
LIMPIEZA DE GANCHOS QUE SIRVEN DE SOPORTE A
PERFILERÍA DE ALUMINIO EN PROCESOS DE PINTURA EN LA
EMPRESA CEDAL DURÁN**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTOR: LUIS DAVID DÍAS HUACÓN
TUTOR: LUIS SILVIO CÓRDOVA RIVADENEIRA

Guayaquil-Ecuador
2023

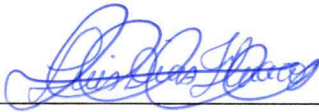
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Luis David Días Huacón** con documento de identificación N° **0931683098** manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; **DESARROLLO DE UN HORNO AUTOMÁTICO PARA LA LIMPIEZA DE GANCHOS QUE SIRVEN DE SOPORTE A PERFILERÍA DE ALUMINIO EN PROCESOS DE PINTURA EN LA EMPRESA CEDAL DURÁN** y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 13 de Marzo del año 2023

Atentamente,



Luis David Días Huacón
0931683098

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, **Luis David Días Huacón** con documento de identificación N° **0931683098** expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del **DESARROLLO DE UN HORNO AUTOMÁTICO PARA LA LIMPIEZA DE GANCHOS QUE SIRVEN DE SOPORTE A PERFILERÍA DE ALUMINIO EN PROCESOS DE PINTURA EN LA EMPRESA CEDAL DURÁN**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo a final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 13 de Marzo del año 2023

Atentamente,



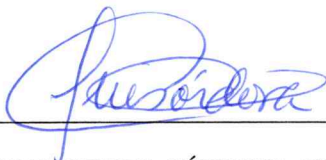
Luis David Días Huacón
0931683098

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **LUIS SILVIO CÓRDOVA RIVADENEIRA**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DESARROLLO DE UN HORNO AUTOMÁTICO PARA LA LIMPIEZA DE GANCHOS QUE SIRVEN DE SOPORTE A PERFILERÍA DE ALUMINIO EN PROCESOS DE PINTURA EN LA EMPRESA CEDAL DURÁN**, realizado por **Luis David Días Huacón** con documento de identificación N° **0951213917** obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Dispositivo Tecnológico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 13 de Marzo del año 2023

Atentamente,



LUIS SILVIO CÓRDOVA RIVADENEIRA,
0911589398

I. DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme, acompañarme y guiarme todos los días. Por ayudarme a levantar una y otra vez, a intentarlo hasta que lo logre y por darme fuerzas para nunca rendirme.

A mis padres, Luis y Alida, que con su inquebrantable apoyo, dedicación y paciencia siempre estuvieron presentes con su sabiduría y consuelo en los problemas que se presentaron, deseando siempre mi bienestar y crecimiento, tanto profesional como personal.

A mi hermano, Aarón, que con su sola presencia lograba sacarme una sonrisa cuando más necesitaba, que además de ser mi hermano, ha sido mi mejor amigo desde que llego a mi vida.

Gracias también a mi profesora, Zoila Proaño, es gracias a su dedicación y pasión por enseñar que decidí estudiar una ingeniería, siempre estaré agradecido por su amistad y por contagiarme su pasión por las matemáticas, la física y la electrónica.

II. AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos a la Universidad Politécnica Salesiana, gracias a los profesores y en especial al Ing. Fernando Araujo, Ing. Carlos Roche, Ing. David Cortez y al Ing. Byron Lima, que con la enseñanza de sus conocimientos hicieron que pueda crecer día con día y que crezca en mí una gran pasión por la carrera que estudie, gracias a cada uno de ustedes por su apoyo, dedicación, paciencia y amistad.

De igual manera mis agradecimientos a CEDAL DURÁN, a toda el área de matricería y al área de mantenimiento, en especial al Ing. Paul Vinueza, Miguel Tarco, Pedro Montiel, Frank Franco, Bill González, Juan Molina, por abrirme las puertas y ayudarme durante todo el proceso de construcción y diseño dentro del establecimiento.

Finalmente, quiero expresar agradecimiento al Ing. Luis Córdova, principal colaborador, quien con su dirección, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este proyecto.

III. RESUMEN

El campo industrial desde sus inicios hasta el día de hoy ha tenido una evolución a pasos agigantados, no es secreto que en su mayoría, todo proceso industrial se ve involucrada maquinaria de acorde a cada proceso. Estos equipos, además de generar una gran ayuda y eficiencia en cada proceso industrial, generan ciertos tipos de riesgos propios de cada proceso. CEDAL DURÁN, compañía metalúrgica dedicada a la fabricación de perfilería en aluminio, no es la excepción. En los últimos meses, la fábrica CEDAL DURÁN ha adquirido maquinaria de pintura para la perfilería de aluminio que producen, este proceso tiene varias etapas en las que los perfiles necesitan estar asegurados con ganchos propios de la maquinaria utilizada. Estos llamados ganchos después de cada proceso de pintura o de texturizado terminan cubiertos del mismo material que recubre los perfiles de aluminio, lo que al cabo de varios procesos estos aumentan su espesor debido al material adherido. Estos, cuando tienen varias capas de pintura, son imposibles de utilizar en la máquina propia de pintura, ya que al tener varios recubrimientos no hacen el acople apropiado o en el peor de los casos no se los puede acoplar en lo absoluto. Actualmente, por cada proceso de pintura o texturizado se utilizan los 800 ganchos que vinieron incluidos en la máquina, y el método de limpieza es un horno eléctrico pequeño con capacidad para 100 ganchos, durando alrededor de una hora cada limpieza. Así, pues el objetivo general fue desarrollar un horno con un proceso automático para la limpieza de los ganchos, horno que no solo lograra realizar la limpieza en un menor tiempo, sino también tener la capacidad para almacenar todos los ganchos existentes en su totalidad, agilizando y reduciendo el tiempo de espera entre cada proceso de pintura.

IV. ABSTRACT

The industrial field from its beginnings until today has evolved by leaps and bounds, it is no secret that for the most part, every industrial process involves machinery according to each process. These teams, in addition to generating great help and efficiency in each industrial process, generate certain types of risks inherent to each process. CEDAL DURÁN, a metallurgical company dedicated to the manufacture of aluminum profiles, is no exception. In recent months, the CEDAL DURÁN factory has acquired painting machinery for the aluminum profiles they produce. This process has several stages in which the profiles need to be secured with hooks typical of the machinery used. These hooks, after each painting or texturing process, end up covered with the same material that the aluminum profiles recover, which after several processes increases their thickness due to the adhered material. These, when they have several layers of paint, are impossible to use in your own painting machine since having several coatings do not make the appropriate coupling or in the worst case, they cannot be coupled at all. Currently, for each painting or texturing process, the 800 hooks that were included in the machine are used, and the cleaning method is a small electric oven with a capacity for 100 hooks, each cleaning lasting about one hour. Thus, the general objective was to develop an oven with an automatic process for cleaning the hooks, an oven that would not only achieve cleaning in less time but also have the capacity to store all the existing hooks in their entirety, speeding up and reducing the waiting time between each painting process.

ÍNDICE

I.	DEDICATORIA	5
II.	AGRADECIMIENTO	6
III.	RESUMEN	7
IV.	ABSTRACT	8
V.	INTRODUCCIÓN	12
VI.	ANTECEDENTES	13
	VI-A. Descripción del problema	13
	VI-B. Importancia y Alcance	13
	VI-C. Delimitación	13
VII.	JUSTIFICACIÓN	14
VIII.	OBJETIVOS	15
	VIII-A. OBJETIVO GENERAL	15
	VIII-B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
IX.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	16
	IX-A. FUNDAMENTOS DE COMBUSTIÓN	16
	IX-B. QUEMADORES DE GAS	17
	IX-B1. QUEMADORES ATMOSFÉRICOS	17
	IX-B2. QUEMADORES PRESURIZADOS	20
	IX-C. NEUMÁTICA	21
	IX-C1. CIRCUITO NEUMÁTICO	21
	IX-C2. COMPRESOR	22
	IX-C3. DEPÓSITO	22
	IX-C4. UNIDAD DE MANTENIMIENTO	23
	IX-C5. ACTUADORES	23
	IX-C6. VÁLULAS	24
	IX-D. TABLERO DE CONTROL	24
	IX-D1. BREAKER	25
	IX-D2. BOTÓN DE EMERGENCIA	25
	IX-D3. PULSADORES	25
	IX-D4. PILOTOS	25
	IX-D5. GUARDAMOTOR	26
	IX-D6. TRANSFORMADOR	26
	IX-D7. CONTACTOR	27
X.	DISEÑO	28
	X-A. ESTRUCTURA DEL HORNO	28
	X-A1. ELECCIÓN DE MATERIALES	30
	X-B. QUEMADOR DE GAS	30
	X-C. CIRCUITO ELÉCTRICO	33
XI.	IMPLEMENTACIÓN	37
	XI-A. ESTRUCTURA DEL HORNO	37
	XI-B. CIRCUITO ELÉCTRICO	39

XII. RESULTADOS	42
XII-A. RESULTADOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL	42
XII-B. RESULTADOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO	44
XII-C. RESULTADOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL QUEMADOR	45
XIII. CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES POR DESARROLLAR	46
XIV. PRESUPUESTO	47
XV. CONCLUSIONES	48
XVI. RECOMENDACIONES	49
XVII. ANEXOS	50
XVIII.REFERENCIAS	53

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	QUEMADOR	17
2.	QUEMADOR LLAMA BLANCA	18
3.	QUEMADOR LLAMA AZUL	18
4.	INYECTOR	18
5.	CÁMARA DE MEZCLA	19
6.	CABEZA DEL QUEMADOR	19
7.	QUEMADORES PRESURIZADOS	20
8.	COMPRESOR	22
9.	DEPÓSITO	22
10.	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	23
11.	ACTUADORES	23
12.	VÁLVULAS	24
13.	TABLERO	24
14.	BREAKER	25
15.	PARO DE EMERGENCIA	25
16.	PULSADOR	25
17.	PILOTOS	26
18.	GUARDAMOTOR	26
19.	TRANSFORMADOR	26
20.	CONTACTOR	27
21.	HORNO	28
22.	MESA PARA GANCHOS	29
23.	TAPA Y CHIMENEA	29
24.	CIRCUITO DEL QUEMADOR	34
25.	CIRCUITO DE CONTROL	35
26.	ALIMENTACIÓN DEL SENSOR	36
27.	ESQUEMA DE TABLERO DE CONTROL	36
28.	MESA DE GANCHOS	37
29.	BLOQUES REFRACTARIOS	38
30.	CHIMENEA	38
31.	CILINDRO NEUMÁTICO ACOPLADO A TAPA DE HORNO	39
32.	INTERIOR DE TABLERO PARTE SUPERIOR	40
33.	INTERIOR DE TABLERO PARTE INFERIOR	40
34.	EXTERIOR DEL TABLERO	41
35.	HORNO COMPLETO	42
36.	CILINDRO NEUMÁTICO UTILIZADO PARA CIERRE Y APERTURA DEL HORNO	43
37.	ELECTROVÁLVULA 5/3 DE ACCIONAMIENTO MANUAL PARA CONTROLAR EL CILINDRO NEUMÁTICO	43
38.	TABLERO ELÉCTRICO DE CONTROL	44
39.	ENCENDIDO DEL QUEMADOR	45
40.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	46
41.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	47

V. INTRODUCCIÓN

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) cuenta con un informe que indica que a diario mueren más de 20 personas en el mundo a causa de accidentes laborales o enfermedades relacionadas con el trabajo, ocasionando más de 2,78 millones de muertes por año. Además, anualmente se registra 374 millones de lesiones relacionadas con el trabajo. Se estima que el costo de cubrir estas adversidades y las malas prácticas de seguridad y salud equivalen al 3,94 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) global de cada año de diversos países

Considerando que las personas pasamos más de un tercio del día en el trabajo, las condiciones en las que laboramos indudablemente inciden en la salud. A esto se suman factores como la oferta y la demanda de trabajo, la productividad, el ingreso económico de las familias y el medio ambiente (Gallo, 2020).

Por esta razón, la investigación propone desarrollar un horno, el cual posea un proceso automático, que brinde al operador una forma segura de limpiar y verificar el estatus del proceso de limpieza de los ganchos de pintura, ya que cualquier trabajo a altas temperaturas siempre tiene un riesgo de quemadura y en el peor de los casos muerte. Se tomará en consideración todos los parámetros técnicos necesarios para hacer los cálculos. Finalmente, la investigación está estructurada de la siguiente manera: El problema, sus antecedentes, importancia, alcance, justificación, objetivo general y específicos. Un marco teórico referencial, propuesta de solución, marco metodológico, resultados, cronograma, presupuesto, conclusiones y recomendaciones.

VI. ANTECEDENTES

VI-A. Descripción del problema

En 1974 se constituyó la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A. CEDAL, empresa dedicada a la fabricación y comercialización de extrusiones de aluminio enfocado al mercado interno. A lo largo de los años se ha venido incorporando nuevas tecnologías no solo para la producción de la perfilería de aluminio sino también para el revestimiento de la misma. El proceso inicia al momento en que las palanquillas de aluminio son cargadas en el horno para su calentamiento, luego de alcanzar la temperatura ideal estos son cortados y transportados a la extrusora para luego ser presionados y pasar a través de una abertura especialmente dispuesta denominada matriz. Esta abertura en la matriz corresponde con la sección transversal del perfil que se desea obtener. Al final de cada billet o palanquilla extruída, el tope o butt del mismo es cortado y desechado en un contenedor. Luego de esto pasa al proceso de revestimiento que bien puede ser pintura o texturizado personalizado. La problemática que presenta CEDAL DURAN es al término de cada proceso de revestimiento, ya que para estos procesos son necesarios unos ganchos propios de la maquinaria involucrada, dichos ganchos también son expuestos a ese revestimiento junto con la perfilería de aluminio y no pueden ser utilizados en un nuevo proceso, ya que su espesor aumenta y no pueden ser acoplados a la maquinaria. Por esto se propone un horno que deteriore cualquier tipo de revestimiento y que agilice la limpieza de los ganchos.

VI-B. Importancia y Alcance

La implementación de equipos, estándares y sistemas para aumentar la eficiencia pagada es vital y obligatoria en toda fábrica industrial, ya que esto nos ayudará a mejorar y agilizar los procesos.

Por esta razón se decidió desarrollar el presente proyecto, el cual será un recurso para los operadores o personal encargado de los procesos de revestimiento, ya que sabemos que todo el tiempo en que una máquina o un proceso está detenido, esto representa una pérdida para la fábrica.

VI-C. Delimitación

El presente proyecto brindará a los operadores y/o encargados de la limpieza de los ganchos utilizados en los procesos de revestimiento una forma más ágil, rápida y por sobre todo segura de limpiar dichos acoples.

VII. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo agilizar y acortar el tiempo en el que los acoples y ganchos requeridos para el proceso de pintura son limpiados y preparados para un nuevo proceso de pintura, mediante la implementación de un horno capaz de almacenar una gran cantidad de acoples y al mismo tiempo con las características necesarias para llevar a cabo el trabajo en altas temperaturas sin daños en su estructura. Al momento de diseñar este sistema se requiere que ocupe un espacio ya determinado por la empresa y además sea de fácil manejo al montar y desmontar los acoples para cada proceso de limpieza, además se hará uso de herramientas de diseño como lo es SolidWorks para el diseño estructural necesario. Este sistema será dotado de sensores que detectaran cuando el horno alcance la temperatura ideal y a su vez la mantendrá estable durante todo el proceso e indicadores para que el operador tenga conocimiento en que etapa del proceso se encuentra. A esto se sumarán controles externos auxiliares para así poder reanudar o detener el proceso si así se lo requiere de una forma segura. Para mayor seguridad a los operadores el contenedor solo podrá ser maniobrado si los sensores indican que la temperatura y presión está en niveles óptimos para la apertura de este. Gracias a la implementación de este sistema de degradación de pintura y sustancias adheridas a los acoples tendríamos inmediatos resultados como son:

- Reducción de tiempo de cambio entre procesos de pintura.
- Reducir el personal necesario para la limpieza manual de los acoples.
- Mayor numero de ganchos limpios por proceso.

El horno por motivos de espacio en el cual se va a ubicar tendrá un aproximado de 1,5 metros de altura y 1,3 metros de diámetro además para el aislamiento del calor y mantener una temperatura apropiada en el interior y en el exterior se hará uso de bloques refractarios de 7 cm de espesor. El sistema de control tendrá varias etapas no solo para realizar un trabajo más ágil y eficiente, sino también para salvaguardar la seguridad de los operadores que harán uso de la maquinaria

VIII. OBJETIVOS

VIII-A. OBJETIVO GENERAL

Implementar de un dispositivo de limpieza mediante el desarrollo de un horno con un proceso automático para la limpieza de ganchos que sirven de soporte a perfiles de aluminio en los procesos de pintura en la empresa CEDAL DURÁN.

VIII-B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la temperatura mínima en cuál la pintura se desprendería de los ganchos mediante la observación del proceso anteriormente usado y la máxima temperatura que tolere el material de los ganchos antes de que empiecen a fundirse.
- Desarrollar un sistema de degradación de pintura o materiales adheridos a los ganchos, capaz de hacerlo en menor tiempo que su actual método, además de poseer mayor capacidad de estos y que sea de fácil uso para el personal designado.
- Realizar pruebas de funcionamiento para determinar si el proyecto cumple con las necesidades requeridas para la correcta limpieza de los ganchos.

IX. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

IX-A. FUNDAMENTOS DE COMBUSTIÓN

La combustión es una reacción química de oxidación, que consiste en la unión de una materia combustible con el oxígeno, que desprende calor y que se desarrolla en fase gaseosa o heterogénea. Los grados de la combustión pueden variar desde una combustión lenta hasta una combustión muy rápida o detonación. La velocidad de combustión depende enteramente de la afinidad que presente el combustible con él y el oxígeno, otras condiciones como presión, temperatura, tiempo, entre otros. (Barrera Puigdollers, 2016)

La combustión está presente en varios procesos, en la actualidad a continuación se nombrarán algunas:

- Calefacción.
- Producción de electricidad.
- Propulsión.
- Procesos de materiales como reducción de óxidos, fundición, etc.
- Eliminación de residuos.

La combustión como cualquier otro proceso tiene etapas, esta consta de 3 y a continuación se explicarán:

Como primera fase se tiene una pre-reacción que lleva a los hidrocarburos a descomposición al reaccionar con el oxígeno y formar radicales. Estos radicales que son altamente activos e inestables, llevan a una secuencia en cadena de evolución de estos y progresiva desaparición de manera equilibrada. (Barrera Puigdollers, 2016)

En relación con la velocidad con la que se propaga podemos tener:

- Una explosión donde ocurre una respuesta violenta y masiva al oxígeno.
- Una detonación que ocurre cuando hay una liberación súbita de energía que ocasiona una onda expansiva.
- Una deflagración cuando se propaga lentamente.

En la segunda fase ocurre una oxidación donde se libera la mayor cantidad de calor, los gases empiezan a arder al salir, pero al carecer de suficiente oxígeno este necesita del aire para conseguir una mezcla inflamable.

Como tercera y última fase finaliza la oxidación y empieza una formación de productos estables que terminarán en la composición de los gases de combustión.

Además de eso, podemos también encontrar algunos tipos de combustión y dependen en su mayoría del material que se usa para combustible:

- Completa: cuando el combustible se oxida completamente.
- Neutra: es la reacción completa ideal y normalmente ocurre en un ambiente controlado.
- Incompleta: aquí normalmente aparecen compuestos como el monóxido de carbono e hidrógeno.

IX-B. QUEMADORES DE GAS

Los quemadores de gas son artefactos creados para efectuar la unión del combustible con el comburente y permitir la combustión regulada del gas. (Hernandez, 2008)

Los quemadores siempre deben cumplir con ciertos requisitos como:

- Generar una llama estable.
- Mezclar el aire y gas homogéneamente con proporciones dentro de los límites de inflamabilidad.
- La combustión del gas siempre debe ser completa.



Figura 1. QUEMADOR

Además de esto, se pueden clasificar a los quemadores en dos grupos principales como los son los atmosféricos y los presurizados.

IX-B1. QUEMADORES ATMOSFÉRICOS: Este tipo de quemador toma el aire del ambiente alrededor. Reciben este nombre por oposición a los quemadores con aire presurizado, en los cuales el aire, y en algunos casos el gas, es aportado mediante una técnica de ventilación forzada. (Hernandez, 2008)

Dentro de este tipo se pueden encontrar 2 grupos, los cuales son de llama blanca y los de llama azul.

QUEMADORES DE LLAMA BLANCA

En estos quemadores no se realiza una combinación previa del gas con el aire. Consisten en un conducto cilíndrico de metal, proporcionado de agujeros por los cuales escapaba el gas al ambiente. La llama obtenía el aire necesario del ambiente a su alrededor.

Estos quemadores se identifican por carecer de agujero para el aire primario, los agujeros son muy finos, y son graduados a la presión suministrada, con el propósito de conseguir la potencia adecuada y una llama propicia.

Normalmente, los agujeros son canales a fin de obtener llamas rasas en forma de mariposa, con lo que se amplía la zona de la llama de manera que se capte el límite de aire secundario. Actualmente, no se hace uso de quemadores de este tipo. (Hernandez, 2008)

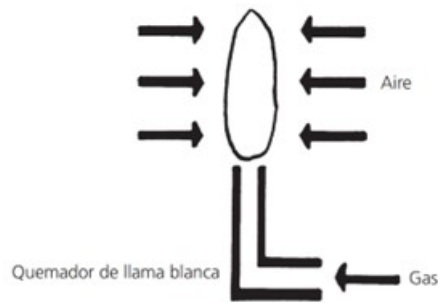


Figura 2. QUEMADOR LLAMA BLANCA

QUEMADORES DE LLAMA AZUL

Para una apropiada combustión de los gases de alto poder calorífico se debe disponer de una elevada abundancia de aire que los quemadores de llama blanca no serían capaces de ofrecer, aunque se ampliara el número de agujeros de paso de gas. Si en los generadores de llamas blancas usaran gases de alto poder calorífico se originarían llamas bastante largas que se soltarían con sencillez, además habría riesgo de generar una mala combustión. (Hernandez, 2008)

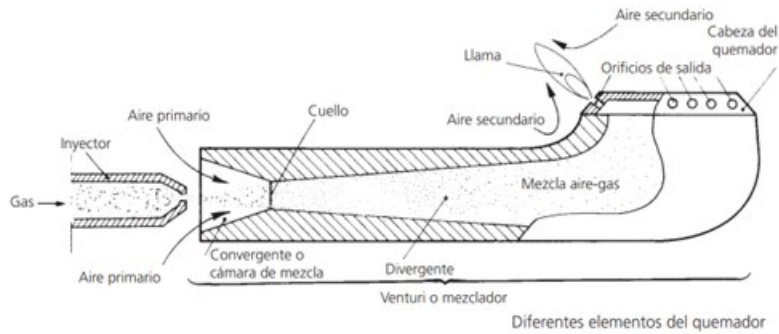


Figura 3. QUEMADOR LLAMA AZUL

Como se puede observar en la imagen previa, el quemador de llama azul está compuesto por varios componentes, los cuales se irán describiendo brevemente a continuación.

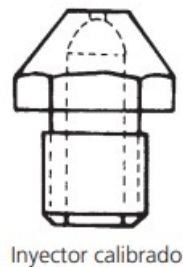


Figura 4. INYECTOR

El inyector es la herramienta mediante la cual se establece la potencia del quemador. Posee agujeros que fijan

el caudal de gas de acuerdo a la presión con la que se alimenta. Por lo cual, la mínima modificación del diámetro del agujero ocasionaría la perturbación de la potencia del quemador. (Hernandez, 2008)

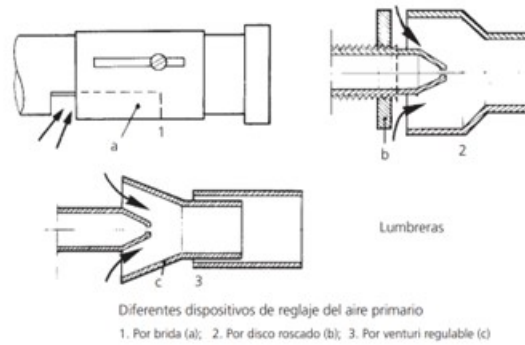


Figura 5. CÁMARA DE MEZCLA

En la imagen previamente mostrada se puede apreciar una cámara de mezcla, lugar donde se ocurre la mezcla del aire primario y el gas. El aire primario ingresa a la cámara por la misma tobera que el gas o a través de unos agujeros en las paredes del tubo, llamados lumbreras. Estas pueden poseer mecanismos para regular el aire primario en su entrada.

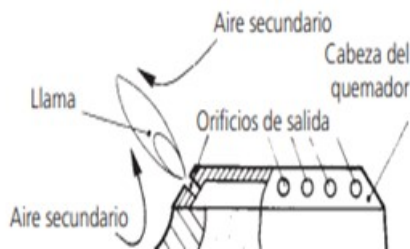


Figura 6. CABEZA DEL QUEMADOR

En la cabeza del quemador se puede observar los orificios de salida de la mezcla gas-aire. Estas pueden tener diversas formas, las cuales derivan al trabajo al que serán destinados. El diseño de este componente se efectúa de forma que conserve la estabilidad de la llama y no se originen fenómenos de caída o retroceso. (Hernandez, 2008)

IX-B2. QUEMADORES PRESURIZADOS: Son dispositivos que se diferencian por disponer de un sistema de alimentación forzada de aire, además de componentes de regulación, control y seguridad que se activan y desactivan en función de los valores de ciertos parámetros.

Estos quemadores pertenecen a los denominados “monobloc” los cuales no tienen mezcla previa. Constituyen un conjunto compacto utilizado en trabajos industriales tales como hornos, secaderos, etc. Estos se utilizan especialmente para cámaras de combustión tanto de baja como de mediana temperatura. (Hernandez, 2008)

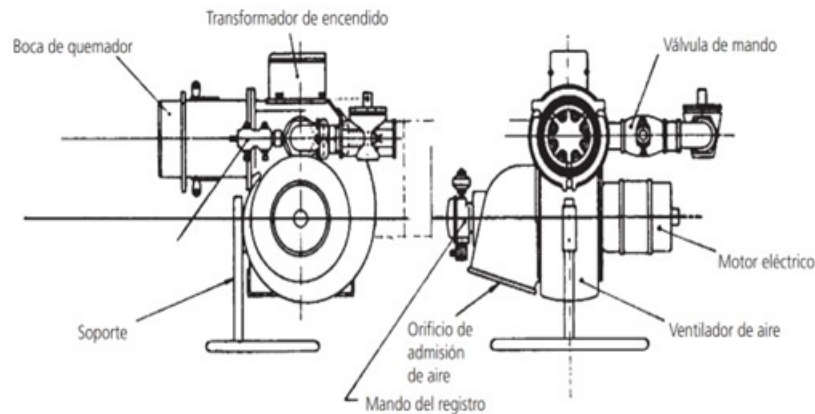


Figura 7. QUEMADORES PRESURIZADOS

Para este proyecto se hará uso de un quemador automático con aire presurizado, estos normalmente poseen componentes similares como:

- Conductos de aire y de gas, además de una cabeza de combustión beneficiando la mezcla de gas y aire.
- Un ventilador centrífugo que provee aire indispensable para una buena combustión.
- Un sistema de encendido.
- Sistemas de detección de llama.
- Presostatos de seguridad que bloquean el funcionamiento del quemador en caso de falta de presión.
- Sistemas de detección de llama.

Estos sistemas tienen una serie de pasos que a continuación se describirán:

- Puesta en marcha del ventilador del quemador (eliminación de cualquier traza de posible aire y gas acumulado durante el tiempo de parada).
- Activación del sistema de encendido.
- Apertura del circuito de gas.
- Activación del sistema de detección de llama.

- Desactivación del sistema de encendido.
- El sistema de regulación realiza automáticamente los pasos de encendido y apagado una y otra vez, repitiendo así la secuencia

IX-C. NEUMÁTICA

Es un conjunto de todos los usos técnicos que hacen uso de la energía que proporciona el aire comprimido. Una característica de la neumática es que utiliza circuitos abiertos, ya que el aire es recolectado de la atmósfera y al final es devuelto a la misma.(Goyanes, 2013)

Como ventajas tenemos:

- El aire se obtiene fácilmente.
- Energía limpia.
- No existe peligro de explosión.
- La temperatura no afecta en su uso.
- Rápidos cambios de sentido y altas velocidades de trabajo.
- Ante sobrecargas no se originan daños.

Por otra parte, también tiene sus desventajas como lo son:

- Ruido elevado por parte de los equipos.
- Tiene un rango de fuerzas limitado.
- En circuitos extensos la carga se pierde en gran proporción.

IX-C1. CIRCUITO NEUMÁTICO: Es un conjunto de varios componentes que se usa para producir, transmitir y transformar fuerzas y movimientos mediante el uso de aire comprimido. Algunos de los elementos de este tipo de circuito son los compresores, depósito, unidad de mantenimiento, actuadores y válvulas. (Goyanes, 2013)

En el presente proyecto se hizo uso de un circuito neumático previamente fabricado por la empresa CEDAL DURÁN, por ese motivo se explicarán los componentes más no un cálculo de las dimensiones o capacidades de cada elemento que eran necesarios para realizar la tarea requerida.

Como primer elemento se tiene:

IX-C2. COMPRESOR: Este dispositivo será el encargado de proveer de aire a presión al circuito. Toma aire del ambiente y lo comprime para elevar su presión. Existen dos tipos principales de compresores:

El compresor alternativo que es usado en instalaciones neumáticas pequeñas. Este se basa en un sistema de biela-manivela y de funcionamiento semejante a un motor de combustión interna. Este provee varios grados de compresión del aire según su tamaño y es el más económico. (Goyanes, 2013)

El compresor rotativo es utilizado en proyectos que requieren caudales de aire grandes. Este está formado por una cámara de compresión y un rotor. Se aspira el aire al girar y luego se comprime en la cámara. (Goyanes, 2013)



Figura 8. COMPRESOR

IX-C3. DEPÓSITO: Aquí se almacena el aire que sale del compresor, este posee un barómetro y un termómetro para controlar presión y temperatura. También posee un purgador para deshacerse del agua que se produce cuando se condensa el vapor al enfriarse el aire. (Goyanes, 2013)



Figura 9. DEPÓSITO

IX-C4. UNIDAD DE MANTENIMIENTO: Este componente es el encargado de garantizar la calidad del aire comprimido, además de filtrar partículas de suciedad y el aceite del compresor.(Goyanes, 2013)

Posee algunos componentes como un filtro, un lubricador y un reductor de presión.

- El filtro frena el paso de fragmentos de suciedad y termina de condensar el vapor de agua que pueda llevar el aire.
- El lubricador deshace pequeñas gotas de aceite en el aire para engrasar las partes móviles del circuito.
- El reductor de presión ajusta la presión a valores que requiera el circuito neumático.



Figura 10. UNIDAD DE MANTENIMIENTO

IX-C5. ACTUADORES: Estos dispositivos son ubicados al término del circuito, ya que la presión del aire es convertida en energía, normalmente mecánica. Son cilindros, que realizan un movimiento lineal, y motores neumáticos, que producen un movimiento de rotación continuo.

Posee un vástago y émbolo con un sincronizado movimiento lineal. El recorrido del vástago es el que se usa para llevar a cabo diferentes trabajos. (Goyanes, 2013)



Figura 11. ACTUADORES

IX-C6. VÁLVULAS: Poseen un cuerpo con tomas de aire y agujeros de purga además de un componente móvil interno que abre y cierra conductos internos. Las válvulas nos otorgan control de la presión y movimiento del aire, además de que emplean varios tipos de accionamiento para cambiar la posición de la válvula. (Goyanes, 2013)

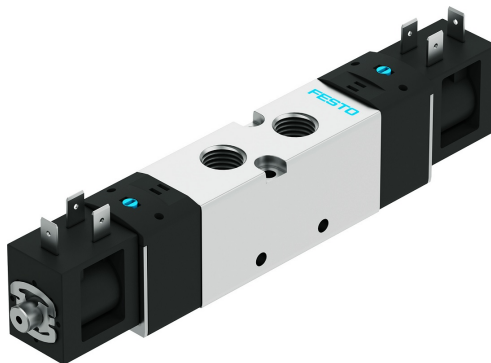


Figura 12. VÁLVULAS

IX-D. TABLERO DE CONTROL

Este elemento que sirve de soporte, separación, aislamiento y protección que reúne los componentes eléctricos dentro del sistema eléctrico en el cual trabajan.

Un tablero de control es el responsable de realizar la distribución de manera adecuada para elementos eléctricos o mecánicos para cumplir dicha labor. Los aparatos eléctricos son organizados y conectados de acuerdo a su aplicación. (Parada, 2020)

A continuación, se detallarán algunos de los elementos a usar dentro del tablero.



Figura 13. TABLERO

IX-D1. BREAKER: Estos componentes eléctricos son de protección y se pueden hallar en cualquier instalación eléctrica, ya que su función es estar pendiente de corto circuitos y sobre corrientes. (Parada, 2020)



Figura 14. BREAKER

IX-D2. BOTÓN DE EMERGENCIA: Este componente cumple con una única función y es la de parar completamente cualquier tipo proceso al ser presionado. (Parada, 2020)



Figura 15. PARO DE EMERGENCIA

IX-D3. PULSADORES: Sirven esencialmente para activar o desactivar etapas, componentes o incluso partes del proceso. (Parada, 2020)

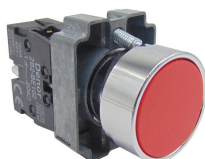


Figura 16. PULSADOR

IX-D4. PILOTOS: Se utilizan para la señalización de procesos, estos dependen enteramente de su conexión, ya que indican si algún dispositivo está encendido o apagado o incluso si alguna tarea está en proceso. (Parada, 2020)



Figura 17. PILOTOS

IX-D5. GUARDAMOTOR: Diseñados para proteger una instalación eléctrica contra sobreintensidades, estos se diferencian de los interruptores térmicos por la capacidad para soportar las sobreintensidades que ocurren en los arranques de motores. (Parada, 2020)



Figura 18. GUARDAMOTOR

IX-D6. TRANSFORMADOR: Es un dispositivo que habilita la modificación de potencia eléctrica de corriente alterna con un determinado valor de voltaje y corriente en otra potencia de casi el mismo valor pero, generalmente, con distintos valores de voltaje y amperaje. (Parada, 2020)



Figura 19. TRANSFORMADOR

IX-D7. CONTACTOR: Los contactores tienen como función activar y desactivar elementos conectados como carga, estos son activados mediante contactores auxiliares y pueden ser controlados con pulsadores, selectores, etc. (Parada, 2020)



Figura 20. CONTACTOR

X. DISEÑO

X-A. ESTRUCTURA DEL HORNO

Para el diseño de la parte estructural primero que nada se tomó en cuenta las necesidades de la empresa y las tareas que buscaba realizar el proyecto a desarrollar.

Como datos previos se tiene la temperatura que actualmente usan los hornos eléctricos en los cuales se realiza la limpieza de los ganchos actualmente, la cantidad de ganchos que actualmente se limpian por proceso, ya con estos datos se determinará no solo las dimensiones del horno sino también el tipo de material que se usara para que en el interior se mantenga una temperatura estable y en el exterior la temperatura no se eleve, así evitando accidentes como quemaduras en la piel de los operadores.

Entre los primeros datos recolectados tenemos:

- Actualmente en los hornos eléctricos toma un promedio de 2 horas.
- En cada proceso se realiza la limpieza de 200 ganchos aproximadamente.
- En cada proceso de pintura o texturizado se hacen uso de alrededor 800 ganchos.
- La temperatura requerida para el horno está en un rango de 350 a 380 grados celsius.

Después de obtener estos parámetros iniciales se tiene que:

- El material seleccionado para la mesa de ganchos debe soportar altas temperaturas para evitar su deterioro.
- Se debe hacer uso de elementos como bloques y cemento refractario.
- El interior del horno y la mesa deben ser suficientemente grandes para poder almacenar los 800 ganchos requeridos.

A continuación se mostrarán los diseños realizados del proyecto, los cuales cabe recalcar, las unidades en todos los diseños están dados en milímetros a menos que se especifique lo contrario. Habiendo aclarado esto primero procedemos a hablar del horno y de las dimensiones que tendría el mismo:

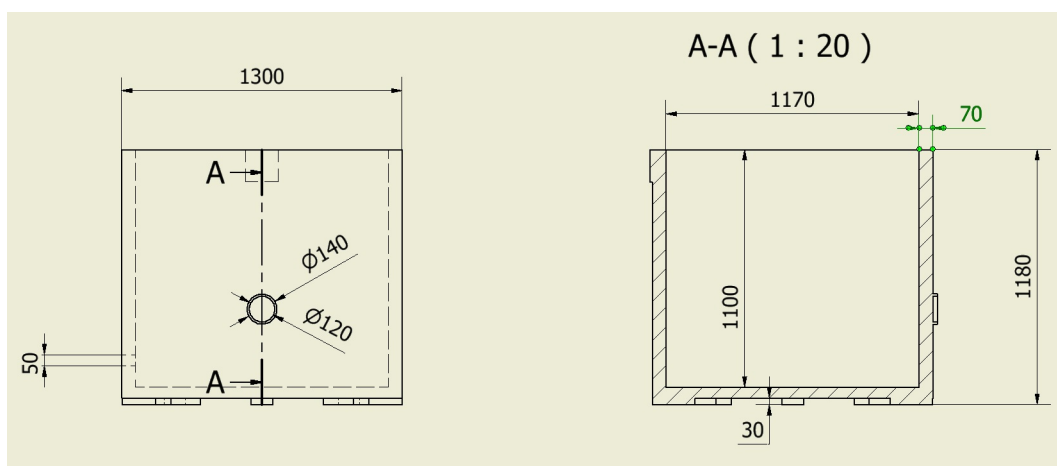


Figura 21. HORNO

Se puede observar en la imagen que el horno tendrá una mirilla y esta tendrá un diámetro de 120 milímetros, además de que el diámetro exterior del horno será de 1,30 metros con una altura de 1,20 metros aproximadamente. También se detalla el interior, el cual tendrá un diámetro de 1,17 metros en donde se ubicará la mesa para ganchos mostrada a continuación.

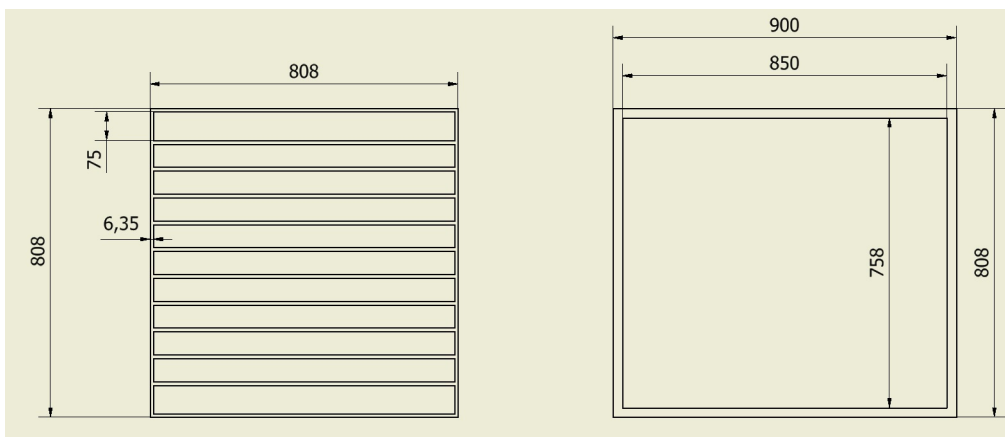


Figura 22. MESA PARA GANCHOS

En esta imagen se muestran las medidas que tendría nuestra mesa para ganchos, esta posee varias hileras con las cuales podrá almacenar en su totalidad y sin problema los 800 ganchos que actualmente se necesitan por cada proceso de pintura.

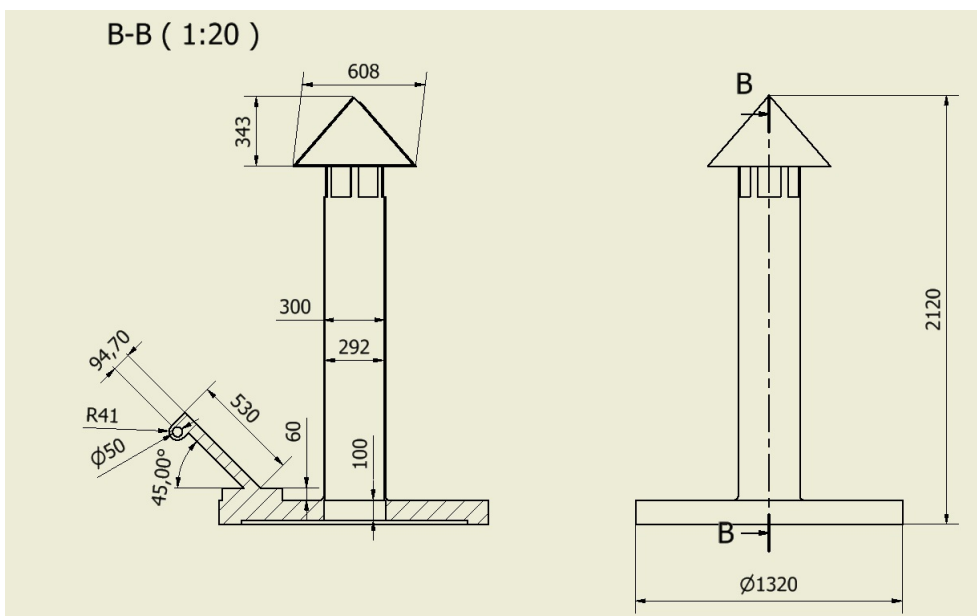


Figura 23. TAPA Y CHIMENEA

Como último elemento de la parte estructural se tiene la tapa y chimenea del horno. Esta en la parte posterior tendrá un brazo que será soldado, el mismo que servirá para unirlo al cilindro neumático, el cual será encargado de abrir y cerrar la tapa cada que se necesite.

X-A1. ELECCIÓN DE MATERIALES: Como se pudo observar, para elegir los materiales para construir la estructura del horno se debe tomar en cuenta parámetros esenciales como lo son temperatura, presión, conservación de calor, entre otros.

Se hizo una pequeña búsqueda de materiales que normalmente se utilizan en estos tipos de hornos industriales, entre los cuales están:

- Cemento refractario.
- Bloque refractario.
- Acero con recubrimiento térmico.
- Acero negro.

Los elementos de tipo refractario principalmente son vitales, ya que con estos no solo se podrá aprovechar de una mejor manera el calor generado, sino también aislar ese calor sin que afecte a la parte externa del proyecto.

También para recubrir la parte externa y ayudar más a la seguridad del personal encargado se hace uso de un acero con recubrimiento térmico, esto proveerá una gran ayuda con la seguridad al momento de operar el horno desde el exterior, este contará con un espesor de 3[mm].

El acero negro tendrá un espesor de 6,35 [mm], este material se utilizará en la fabricación de la mesa donde se apoyarán los ganchos en cada proceso de limpieza.

Por último, los bloques refractarios, como en medidas estándares que poseen, serán de 6[cm]x12[cm]x20[cm]. Estos junto con el cemento refractario serán colocados entre plancha y plancha de nuestro acero con recubrimiento térmico.

X-B. QUEMADOR DE GAS

Otra parte determinante y la que será capaz de proveernos del calor para el proceso es el quemador, para este proyecto no se diseñó el dispositivo en sí, más si se eligió uno adecuado para satisfacer las necesidades del proyecto.

Los principales datos de los que se harán uso para elegir un quemador serán los siguientes:

- Volumen de los ganchos.
- Calor específico del material de los ganchos.
- Temperatura deseada dentro del horno.

Ya que CEDAL DURÁN posee un quemador de gas industrial automático, a continuación se detallarán sus características principales y se determinará si es apropiado para llevar a cabo todas las tareas requeridas en el proyecto.

El quemador que poseen es marca "WAYNE" modelo "P265F", el cual cuenta con un esparcidor de llama fijo, proporcionando una llama consistente, tupida y redonda. Como características principales tenemos:

- Posee 65000 BTU/h.
- Es alimentado con 120[V] a 60[Hz].
- Trabaja con gas natural o GLP.
- Posee una electroválvula que trabaja a 24[V].

Primero se calculará la masa de un gancho:

$$masa = volumen * densidad \quad (1)$$

$$masa = 7,5[ml] * 8[g/ml] \quad (2)$$

$$masa = 60[g] \quad (3)$$

$$(4)$$

Una vez calculado que cada gancho tiene 60[g] ahora se procede a calcular el calor que se debe transferir a los 800 ganchos que tendrá en su interior del horno con la siguiente expresión.

$$q = m * C * (Tf - Ti) \quad (5)$$

$$(6)$$

Donde:

q = Calor transferido.

m = Masa de los ganchos en kilogramos.

C = Calor específico del material de los ganchos, en este caso acero INOX.

Tf = Temperatura final en grados Kelvin.

Ti = Temperatura inicial en grados Kelvin.

Ahora calculamos que:

$$q = m * C * (Tf - Ti) \quad (7)$$

$$q = (0,06[Kg] * 800[ganchos]) * 500[J/Kg * K] * (623,15[K] - 293,15[K]) \quad (8)$$

$$q = 48[Kg] * 500[J/Kg * K] * 330[K] \quad (9)$$

$$q = 7920000[J] \quad (10)$$

$$(11)$$

Una vez calculados cuantos Joules tendrán que ser transferidos a los 800 ganchos en conjunto desde una temperatura ambiente hasta alcanzar los 623,15[K] de temperatura interna, se determina en cuanto tiempo el quemador será capaz de lograrlo.

Actualmente, el proceso utilizado para la limpieza de los ganchos tiene un rango de tiempo de 2 horas por cada

200 ganchos.

Ahora se calculará que tiempo el quemador llega a la temperatura necesaria de 350[C] o 623,15[K] con la siguiente expresión:

$$W = q/t \quad (12)$$

$$(13)$$

Donde:

W = Es la potencia en vatios.

q = Es el calor transferido en Joules.

t = Es el tiempo en segundos para alcanzar dicha potencia.

Como la información de la potencia del quemador está en BTU/h al convertir nos da un total de 19049,6 Vatios, una vez transformado este valor se procede a calcular el tiempo:

$$W = q/t \quad (14)$$

$$19049,6[W] = 7920000[J]/t \quad (15)$$

$$\text{Despejando} \quad (16)$$

$$t = 7920000[J]/19049,6[W] \quad (17)$$

$$t = 415,75[s] \quad (18)$$

$$t = 6,9[\text{minutos}] \quad (19)$$

Como se puede observar el quemador se tomara 6,9 minutos en llegar a la temperatura necesaria para la limpieza de los ganchos, cabe recalcar que este solo es el tiempo necesario para alcanzar la temperatura ideal, más no incluye tiempo de enfriamiento u otros tiempos relacionados con el proceso.

En comparación con el anterior método usado en la fábrica CEDAL DURÁN, el diseñado en este proyecto tiene un tiempo significativamente menor, además de que el horno tendrá en su interior la totalidad de los ganchos en cada proceso, evitando así repetir varias veces el proceso.

X-C. CIRCUITO ELÉCTRICO

Como se pudo observar en la anterior sección, se hizo un pequeño análisis para determinar si el quemador que disponía la empresa CEDAL DURÁN tenía la capacidad de satisfacer las necesidades del proyecto. Una vez elegido el quemador para el proyecto, ahora es necesario alimentarlo. El quemador funciona con 110 voltios, esto nos servirá de guía, ya que bien se puede ajustar la alimentación del resto de componentes a este voltaje para así evitar el uso de componentes de transformación y hacer el circuito lo más sencillo posible.

Como primera instancia se hará un listado de los posibles materiales a utilizar, esto ayudara a una mejor organización y así poder analizar si se necesitaría otro componente. Entre los componentes se tienen los siguientes:

- Fuente de alimentación de AC(100V-240v)/DC(90v-350v) a DC 24v.
- Guardamotor de 10A a 14A.
- Contactor de 24v.
- Temporizadores.
- Borneras.
- Relé.
- Pulsadores.
- Pilotos.
- Botón de paro de emergencia.
- Válvula solenoide.
- Electroválvula.
- Sensor de temperatura pt100k.

Estos serían los principales componentes a utilizar dentro del proyecto en la parte de control o de alimentación. Se incluye la electroválvula, la válvula solenoide y el sensor pt100 porque aunque no estarán dentro del tablero eléctrico, estos serán alimentados o controlados desde el mismo y nos serán de utilidad en el control de la temperatura durante todo el proceso.

A continuación se hablará del circuito del quemador antes especificado y así poder entender un poco su funcionamiento.

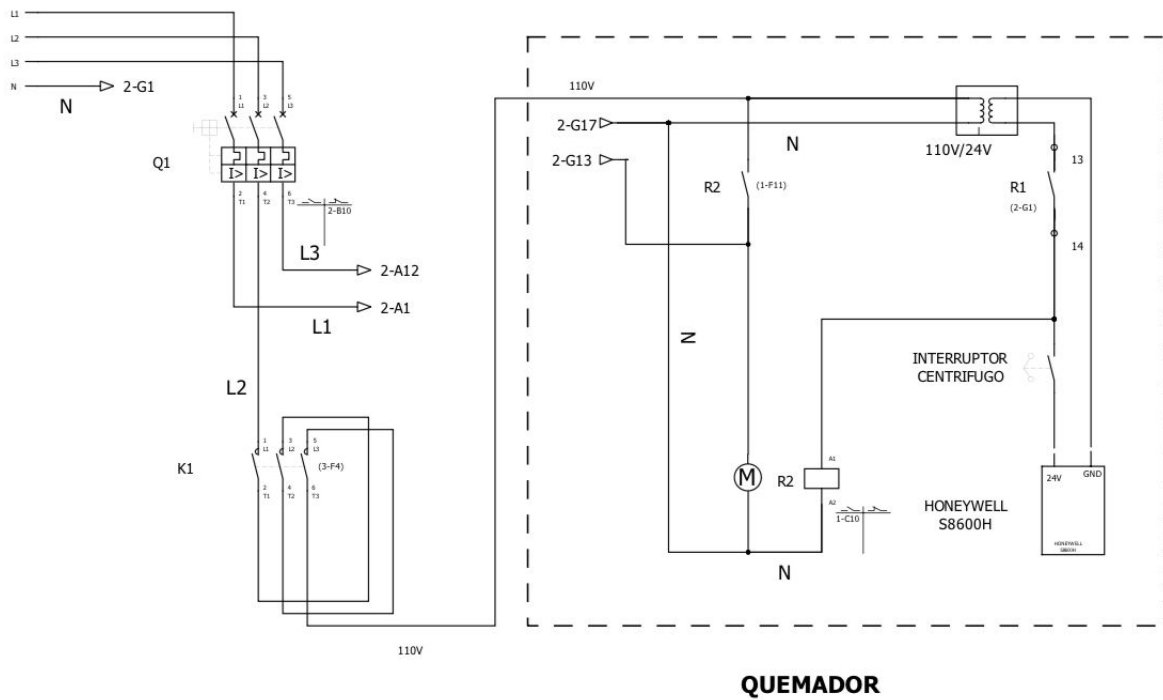


Figura 24. CIRCUITO DEL QUEMADOR

Como primer punto de la imagen mostrada, se indica la alimentación que tendrá el controlador que viene integrado al quemador, este aunque será alimentado por las líneas de energía eléctrica de la empresa con 100 voltios, el transformador interno que posee el quemador hará la conversión a los 24v que necesita la tarjeta de controlador interna del mismo.

Ahora analizando más a detalle vemos nuestra entrada 2-G17 dentro del circuito del quemador, la cual nos indica que es nuestra línea de neutro, la misma que será compartida por todo el circuito. Además, la "M", o motor del ventilador dentro del circuito del quemador, tiene una entrada de control en 2-G13 la cual estará ligada a uno de los temporizadores o contadores, pero este será con retraso al reposo, lo cual permitirá mantener la temperatura requerida dentro del horno luego de haberlo encendido.

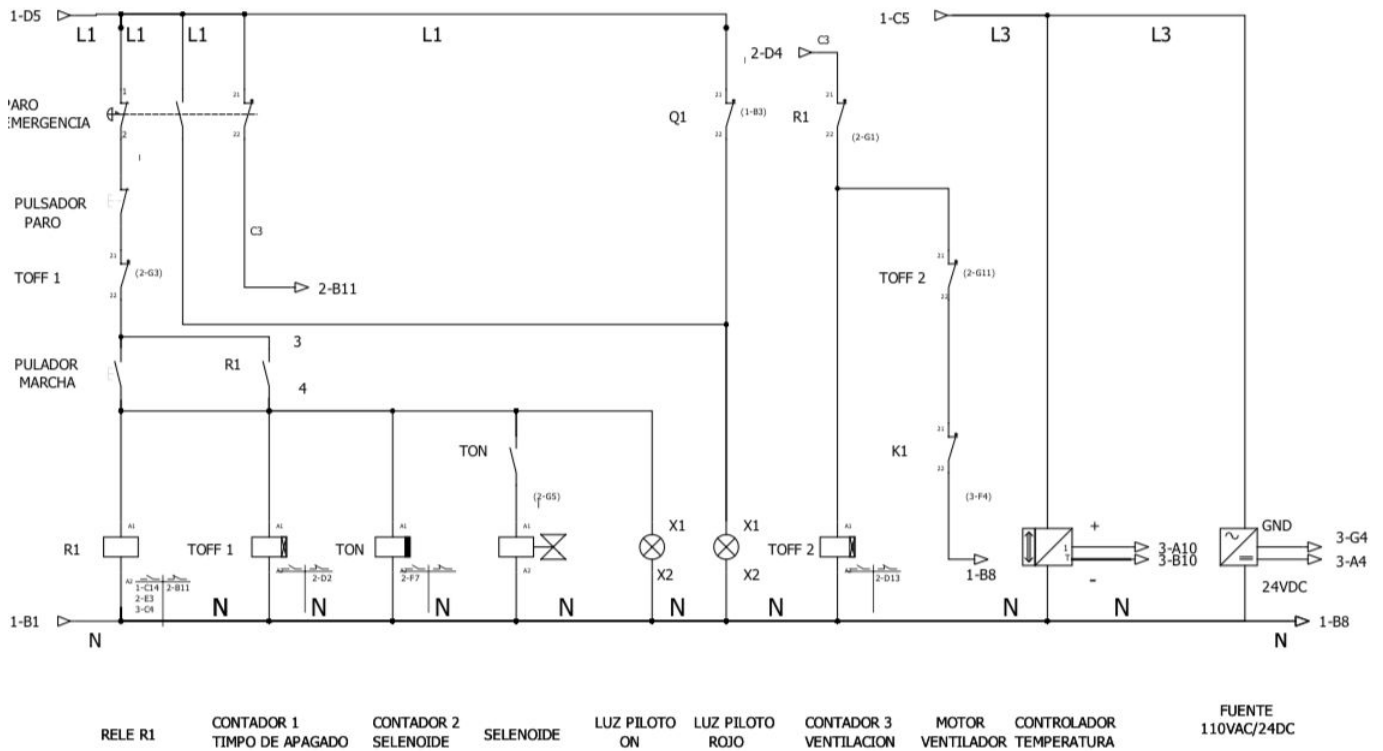


Figura 25. CIRCUITO DE CONTROL

En esta imagen mostrada se puede observar que los componentes tienen sus respectivos nombres para poder entender de mejor manera el circuito, evitando así cualquier tipo de confusión.

Empezamos por la esquina superior izquierda, la cual se indica que este circuito será alimentado por una de las líneas, una de las cuales se mostró en el primer esquema del quemador.

Luego de eso se observa que el paro de emergencia está ligado al contador 3 con retraso al reposo y al mismo tiempo al motor del ventilador en (2-B11 a 2D4). El paro de emergencia estaría ligado también al pulsador de apagado, al contador principal que es para el tiempo de apagado y para la puesta en marcha.

El pulsador de puesta a marcha está ligado al relé 1 que dará paso al funcionamiento del quemador, del contador principal de todo el proceso y también dará paso a la energía para el controlador HONEYWELL propio del quemador. Además, se encenderá la luz piloto ON y el contador del solenoide se pondrá en marcha, dando paso al gas para encender el horno.

El pulsador de paro de marcha, como se puede observar en el diagrama, actuaría de manera directa con nuestro relé 1, al contador principal, el contador de la válvula solenoide, la luz OFF y luz ON.

El controlador de temperatura hace referencia al sensor pt100k el cual en conjunto con el quemador ayudará a mantener la temperatura deseada dentro del horno, el cual también será alimentado por la fuente que bajará el voltaje para el correcto funcionamiento del sensor, tal como se puede apreciar en el siguiente diagrama.

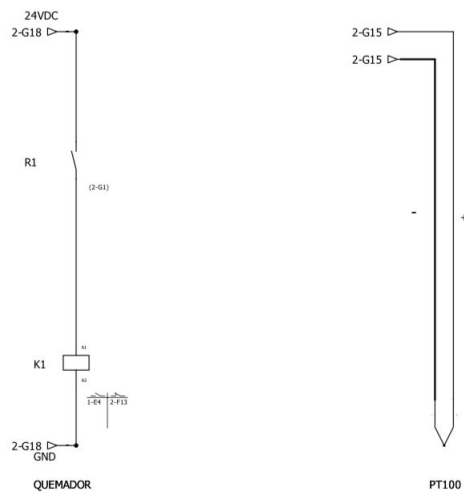


Figura 26. ALIMENTACIÓN DEL SENSOR

En este último diagrama no solo se observa la alimentación dada al sensor de temperatura, sino que también se puede apreciar que con el también se controlará el motor del ventilador del quemador. Como dato adicional se hizo uso de 3 temporizadores para facilitar el proceso en su totalidad, ya que uno controlaría el tiempo o el proceso en su totalidad, otro controlaría el paso de gas por medio de la válvula solenoide y el último nos ayudaría con el funcionamiento del ventilador del quemador, el cual nos ayudaría manteniendo la temperatura dentro del horno. Además de esto, los materiales en su totalidad, a excepción del sensor TP100k y la fuente, los tenía en posesión la fabrica dentro de inventario en bodega.

Además de esto se realizó un pequeño esquema de las medidas previstas del tablero eléctrico a utilizar, se utilizó además medidas estándares de los componentes que irían dentro de él, para así tener una mejor visión de como este iría organizado y si tendría las medidas suficientes para poder contener todos los componentes. Cabe recalcar que las medidas del diseño del tablero están en centímetros

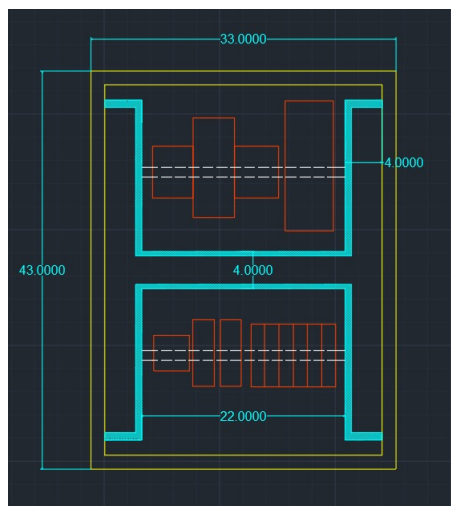


Figura 27. ESQUEMA DE TABLERO DE CONTROL

XI. IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se describe el proceso que hubo para la construcción e implementación de cada una de las partes del proyecto, de esta forma se le dará al lector una manera más sencilla de conocer el proceso de construcción y la los pasos que se siguieron, además de posibles complicaciones o problemas presentes al momento de construcción.

XI-A. ESTRUCTURA DEL HORNO

Con todos los materiales a la mano, primero se procedió a construir la mesa donde irán los ganchos, ya que se consideró que era lo más fácil y rápido de hacer con respecto al resto de la estructura. Para esto se hizo uso de acero negro de 5 milímetros de espesor



Figura 28. MESA DE GANCHOS

Como se puede observar en la imagen, la mesa donde se situarán los ganchos tiene un diseño simple, pero este podrá almacenar sin problemas los ganchos en su totalidad.

Luego, con la ayuda de los mecánicos de planta, se empezó a formar el contenedor y la tapa del horno. Previamente, se hizo limpieza del lugar donde iría situado el proyecto. Para el contenedor se hizo uso de acero con recubrimiento térmico.

Una vez armada y soldada toda la estructura interna y externa del contenedor, existieron complicaciones al momento de hacer el agujero para la mirilla, ya que entre la parte interna y externa del contenedor existía una distancia entre placa y placa, lo que no permitía con la herramienta hacer un corte totalmente alineado.

Por lo cual se procedió primero a hacer un agujero de menor radio con otro tipo de máquina y así usar ese agujero como guía para la otra herramienta. Una vez realizado el agujero de la mirilla se introdujo el cilindro para la mirilla. La mirilla será de acero templado de alta temperatura.

Una vez armado el contenedor, se procedió a hacer uso de los bloques refractarios, estos se fueron acomodando uno por uno dentro del espacio que quedo entre capa y capa de metal del contenedor del horno. Estos bloques son algo frágiles, así que se tomó mucha precaución al momento de colocarlos, logrando así un mejor y más uniforme sello de calor.

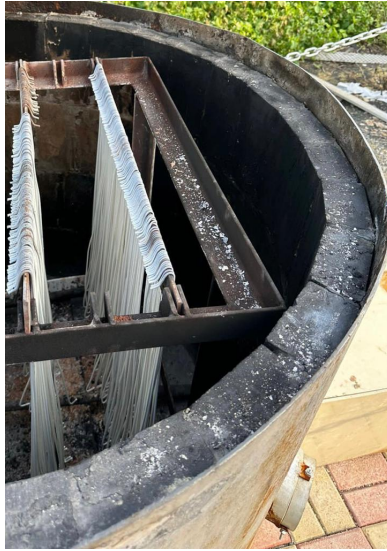


Figura 29. BLOQUES REFRACTARIOS

Para asegurar aún más el sello y el aislamiento del calor dentro del horno se procedió a utilizar cemento refractario, una vez hecha la mezcla se vertió todo hasta rellenar por completo los espacios entre bloques para luego dejar reposar la mezcla y que quede totalmente sellada.

Armar la chimenea junto con la tapa del horno fue un trabajo un poco más rápido pero no tan sencillo. el procedimiento con la tapa fue parecido que con el contenedor del horno a diferencia de que se tuvo que armar un cilindro con un agujero en el medio para hacer luego la unión con la chimenea. Se procedió a rellenar parte de la tapa solo con cemento para aislar el calor.



Figura 30. CHIMENEA

Una vez terminada la tapa se realizó el armado de la chimenea con las planchas metálicas de acero con recubrimiento térmico, la cual se unió junto a la tapa para finalizar la estructura.

Como dato final, para acoplar el cilindro neumático a la estructura, el cual tendrá la función de abrir y cerrar la tapa, se tuvo que hacer uso de una horquilla y acoplarla a la tapa del horno, específicamente en la parte posterior

del mismo.



Figura 31. CILINDRO NEUMÁTICO ACOPLADO A TAPA DE HORNO

XI-B. CIRCUITO ELÉCTRICO

En el capítulo anterior de Diseño, se describieron los componentes y el funcionamiento del circuito a implementar, como iban a funcionar las etapas de limpieza del horno y como se podría controlar el proceso. Ahora se describirá el proceso que se tuvo al momento de armado y las posibles complicaciones durante este proceso para que sirva para futuros proyectos.

Como sabemos de antemano los componentes que usaremos, los cuales son:

- Temporizadores.
- Relé.
- Contactores.
- Guardamotor.
- Luces piloto.
- Fuente de alimentación.
- Pulsadores.
- Paro de emergencia.

Con anterioridad se definió también las medidas del tablero de control para el proyecto, entonces como primer paso se ubicó el riel din dentro del tablero, para luego ubicar las canaletas. En el riel din irán ajustados los componentes electrónicos y las canaletas se usarán para contener todo el cableado una vez terminada la instalación.

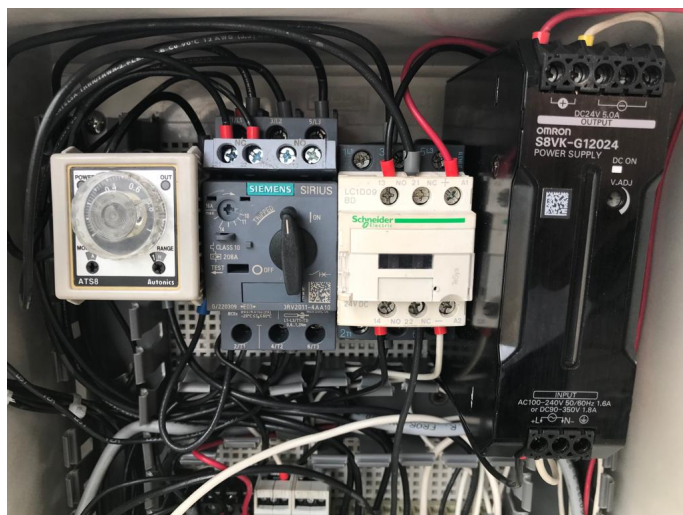


Figura 32. INTERIOR DE TABLERO PARTE SUPERIOR

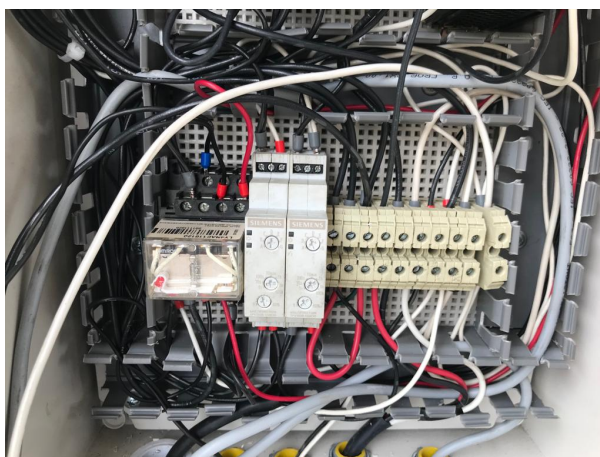


Figura 33. INTERIOR DE TABLERO PARTE INFERIOR

Como se observa en la imagen, en la parte superior se colocaron los componentes dirigidos hacia la alimentación y protección de los equipos electrónicos como lo son la fuente de alimentación, el guardamotor y el contactor. Ya que aún queda espacio, también se ubicó uno de los 3 temporizadores.

En la parte inferior se colocó las borneras, el relé y por último los dos temporizadores restantes, los cuales serán utilizados para controlar las etapas de todo el proceso.

Luego de terminar de ubicar los componentes en el interior, se procedió a realizar los respectivos agujeros para las luces piloto, los pulsadores, el botón de paro de emergencia y una pequeña pantalla de segmentos para poder visualizar y monitorear la temperatura del horno durante todo el proceso.



Figura 34. EXTERIOR DEL TABLERO

Una vez terminado esto, se procede a realizar la respectiva conexión de los pulsadores y los piloto con el circuito en el interior. El tablero es plástico con un seguro de boche del lado derecho.

Terminado el armado del tablero se procede a encenderlo para ver si los pilotos y los pulsadores funcionaban con normalidad, además de verificar si los pilotos señalizaban adecuadamente si el proceso estaba en marcha, se detenía o si la pantalla de segmentos presentaba algún tipo de valor erróneo.

XII. RESULTADOS

En este capítulo se presentarán los resultados de la implementación de cada parte principal del proyecto, como lo es la parte estructural, la parte electrónica y el funcionamiento del quemador, además de algunos pasos a seguir en caso de fallo de algún componente o del propio quemador utilizado.

XII-A. RESULTADOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

En capítulos anteriores se observó el diseño, la selección de materiales y la construcción e implementación de la estructura del horno. Ahora hablaremos de la estructura después de poner el proyecto en funcionamiento.

En primera instancia el horno es capaz de mantener una temperatura estable dentro, además como un punto a favor de la seguridad del personal, este es capaz de aislar sin problema alguno el calor del exterior, lo que permite a los operadores, en el caso de requerirlo, apoyarse en el horno sin riesgo a sufrir algún tipo de quemadura o lesión derivada de la alta temperatura.

Ahora si bien la parte estructural cumple con su trabajo, esta por dentro al finalizar su proceso se llena de residuos y sólidos propios del deterioro de la pintura que se remueve de los ganchos, por eso es necesario que después de cada proceso de limpieza con una escoba se remuevan los residuos producidos.



Figura 35. HORNO COMPLETO

Además de esto también se hace revisión de la implementación de los dispositivos de apertura del horno que son el cilindro neumático y nuestra electroválvula de 5 vías y 3 posiciones. En general funcionaron sin problema alguno, el cilindro es capaz de abrir sin problema alguno la tapa del horno, así como de mantenerla. Para este cilindro no se realizó cálculo alguno, ya que fue reutilizado en este proyecto y se tenía conocimiento de que anteriormente se

lo utilizaba para realizar un trabajo en el cual levantaba más carga de la que actualmente lo hace, por ese motivo solo se realizó un mantenimiento y revisión de sus partes antes de acoplarlo a nuestro horno.



Figura 36. CILINDRO NEUMÁTICO UTILIZADO PARA CIERRE Y APERTURA DEL HORNO



Figura 37. ELECTROVÁLVULA 5/3 DE ACCIONAMIENTO MANUAL PARA CONTROLAR EL CILINDRO NEUMÁTICO

XII-B. RESULTADOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

En cuanto a control y alimentación de componentes se refiere el circuito no presenta fallas ni tampoco presenta algún tipo de desperfecto, entre las cosas que se tuvieron que ajustar luego de funcionar por primera vez fueron los tiempos establecidos inicialmente en los temporizadores, ya que como dato calculado en el capítulo de diseño solo conocíamos que en 7 minutos nuestro quemador lograba alcanzar la temperatura establecida de 350 grados Celsius dentro del horno, más no se conocía con certeza el tiempo de enfriamiento y el tiempo para desprender la pintura de los ganchos luego de alcanzar la temperatura deseada.

Una vez ajustados los nuevos tiempos de los temporizadores se establece que:

- El tiempo para alcanzar la temperatura ideal es de 7 minutos.
- El tiempo para desprender en su totalidad cualquier recubrimiento será de 6 minutos.
- El tiempo de enfriamiento del horno para poder abrirlo sin riesgo será de 12 minutos.

Al final todos estos tiempos suman un total de 25 minutos, tiempo total que durara el proceso desde que se cierra el horno con los ganchos en su interior hasta la apertura del mismo, cuando el interior haya disipado el calor y sea seguro abrir el horno.

Por otro lado, la alimentación del sensor TP100k y su funcionamiento, además de la activación de la válvula solenoide no presenta problema.

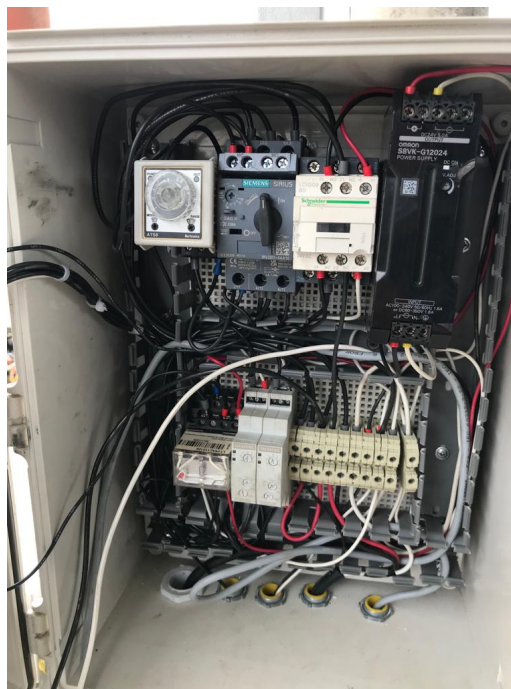


Figura 38. TABLERO ELÉCTRICO DE CONTROL

XII-C. RESULTADOS DEL FUNCIONAMIENTO DEL QUEMADOR

En cuanto al quemador, para ponerlo en marcha por primera vez se tuvo que setear la temperatura a la que se quería llegar manualmente, además el encendido fue manual por igual. Para llevar esta tarea a cabo se realizaron los siguientes pasos:

- Presionar la perilla de control de la válvula de gas en la válvula de gas de combinación y gírela a ".ºFF".
- Ajustar el termostato del ambiente por encima de la temperatura ambiente y deje que el quemador funcione por cinco minutos para purgar el aparato.
- Configurar el termostato por debajo de la temperatura ambiente.
- Gire el control de la válvula de gas a "PILOTO".
- Oprima el botón rojo en la válvula para iniciar el flujo de gas del piloto.
- Presione el botón rojo hacia abajo en el encendedor de chispa hasta que encaje. Repita esto hasta que se encienda el piloto. Nota: esto puede tomar algún tiempo hasta que el aire se "purgue" fuera de la línea. El piloto puede verse al mirar a través del visor de vidrio.
- Mantenga presionado el botón rojo en la válvula durante 60 segundos, luego suelte.
- Observe el piloto: si no está encendido, CIERRE EL QUEMADOR COMPLETAMENTE Y ESPERE 5 MINUTOS. Repita los pasos 1 al 7.
- Gire las válvulas de control de gas a ".ºN".
- Configure el termostato de ambiente más alto que la temperatura ambiente para que el quemador arranque..

Para poner el quemador fuera de servicio:

- Oprima la perilla de control de la válvula de gas en la válvula de gas de combinación y gírela a ".ºFF".
- Apague la alimentación eléctrica.

Cabe recalcar que estos pasos también se deben seguir después de cada vez que el quemador tenga algún mantenimiento o reparación, una vez realizados estos pasos el quemador funcionara de manera automática.

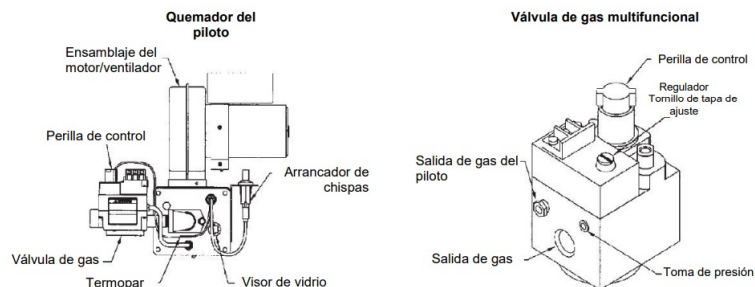


Figura 39. ENCENDIDO DEL QUEMADOR

XIII. CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

Las actividades que se incluyen en el cronograma son las eminentes técnicas o metodológicas como se muestran a continuación.

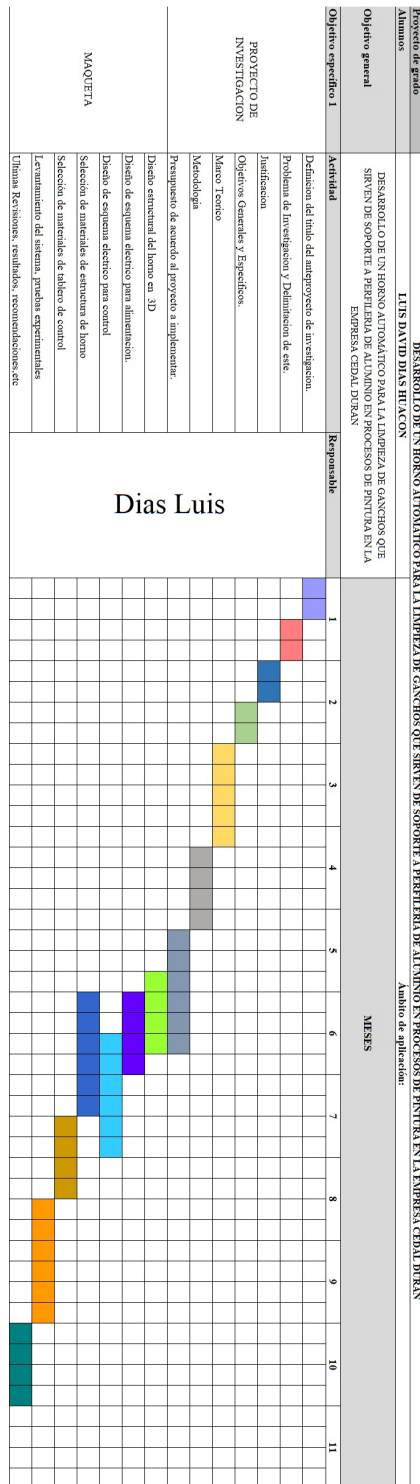


Figura 40. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

XIV. PRESUPUESTO

El presupuesto se debe presentar de forma global y desglosado como se visualiza a continuación.

Figura 41. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Presupuesto de Proyecto

Proyecto

DESARROLLO DE UN HORNO AUTOMATICO PARA
LA LIMPIEZA DE GANCHOS OUE SIRVEN DE

Lider

Duracion del proyecto 6 MESES

Costos directos
Costos indirectos
Reserva para riesgos

Presupuesto	\$ 1.745,21
Riesgo	\$ -
Total	\$ 1.745,21

Costos Directos

Elemento	Unidades	Precio por unidad	Costo
Valvulas selenoides	1	23	23
Quemador a gas	1	550	550
Contactores	2	39	78
Sensor de temperatura tp100k	1	22	22
Guardamotor 10-14[A]	1	150	150
Plancha de acero negro	2	40	80
Pulsadores	4	8	32
Temporizadores	3	22	66
Fuente/transformador 110-24[v]	1	230	230
Luces piloto	4	8	32
Bloque refractario	100	0,8	80
Tubo rectangular de acero	4	20	80
Acero con recubrimiento termico	6	26	156
Plancha de acero templado para alta temp	4	21	84
Cemento refractante	25	1,5	37,5
Total costos directos			1700,5

XV. CONCLUSIONES

Este proyecto tiene como objetivo el diseño y la construcción de una máquina que facilite la limpieza de ganchos que sirven de acople a perfiles de aluminio en procesos de revestimiento, clave para la agilización y reducción del tiempo improductivo entre cada proceso de revestimiento, que sea de fácil manejo y además resguarde en todo momento la seguridad del personal encargado.

Así pues, el aporte principal de este trabajo consiste en el diseño e implementación de un horno para el deterioro del material adherido en el que, desde que se colocan los ganchos en la mesa dentro del horno hasta que termina el tiempo total del proceso, no existe intervención del operador, es decir, el proceso será controlado enteramente por un circuito, mediante el uso de temporizadores. Además, se optó por evitar en lo posible la manipulación de los equipos por parte de los operadores, ya que muy aparte de existir siempre el riesgo contra la seguridad física del operador, existe la falla o el error humano, el cual podría afectar el proceso, el resultado y en el peor de los casos una avería de los equipos.

A través del análisis de las propiedades del material de los ganchos, sumado a varios cálculos para la selección de componentes vitales como el quemador y de materiales utilizados en la construcción estructural del horno, se logró mantener una temperatura constante dentro del horno, almacenar en su totalidad todos los 800 ganchos necesarios para cada proceso de revestimiento y reducir notablemente el tiempo del proceso de limpieza, pasando de un promedio de 4 horas a 30 minutos aproximadamente.

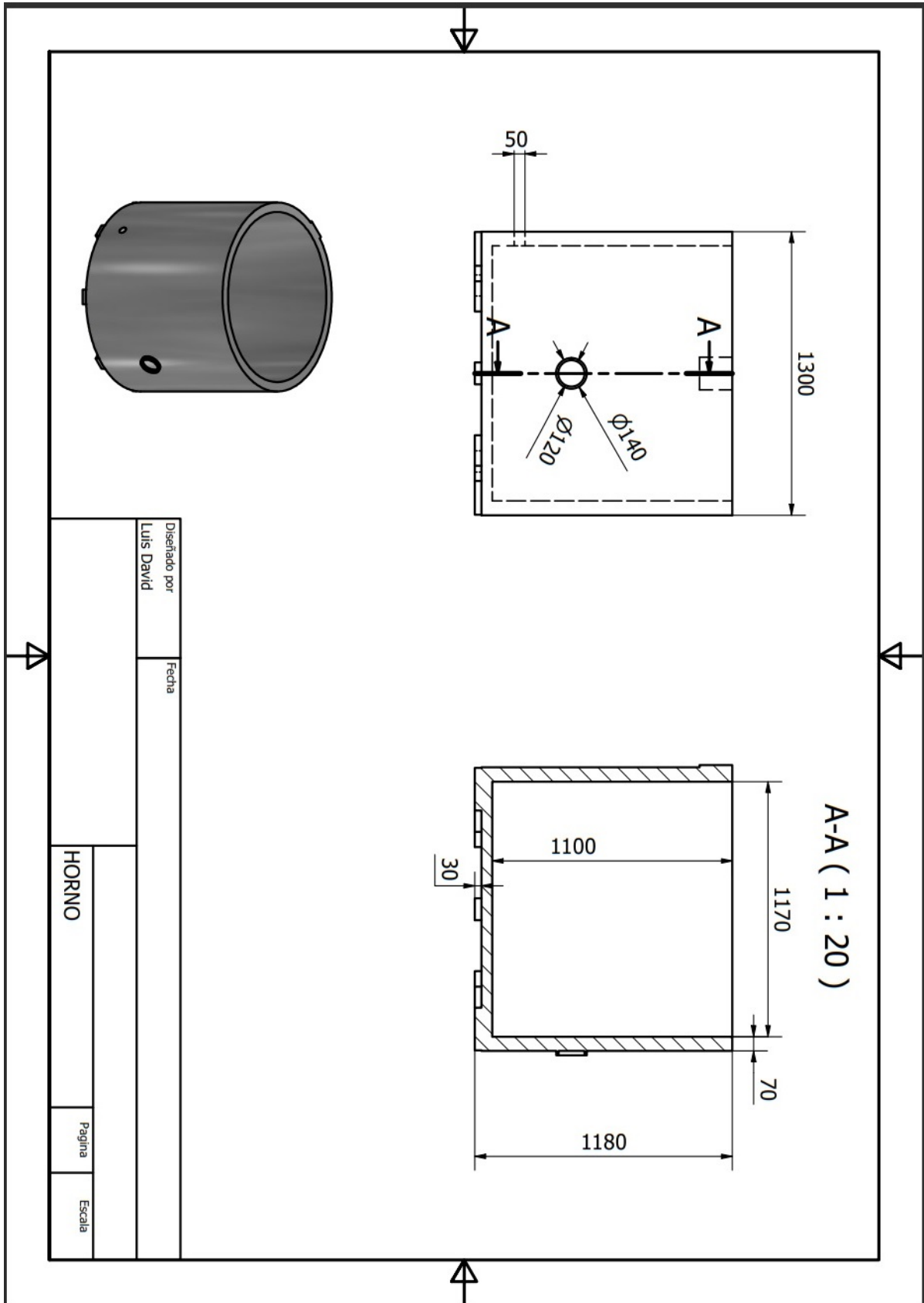
XVI. RECOMENDACIONES

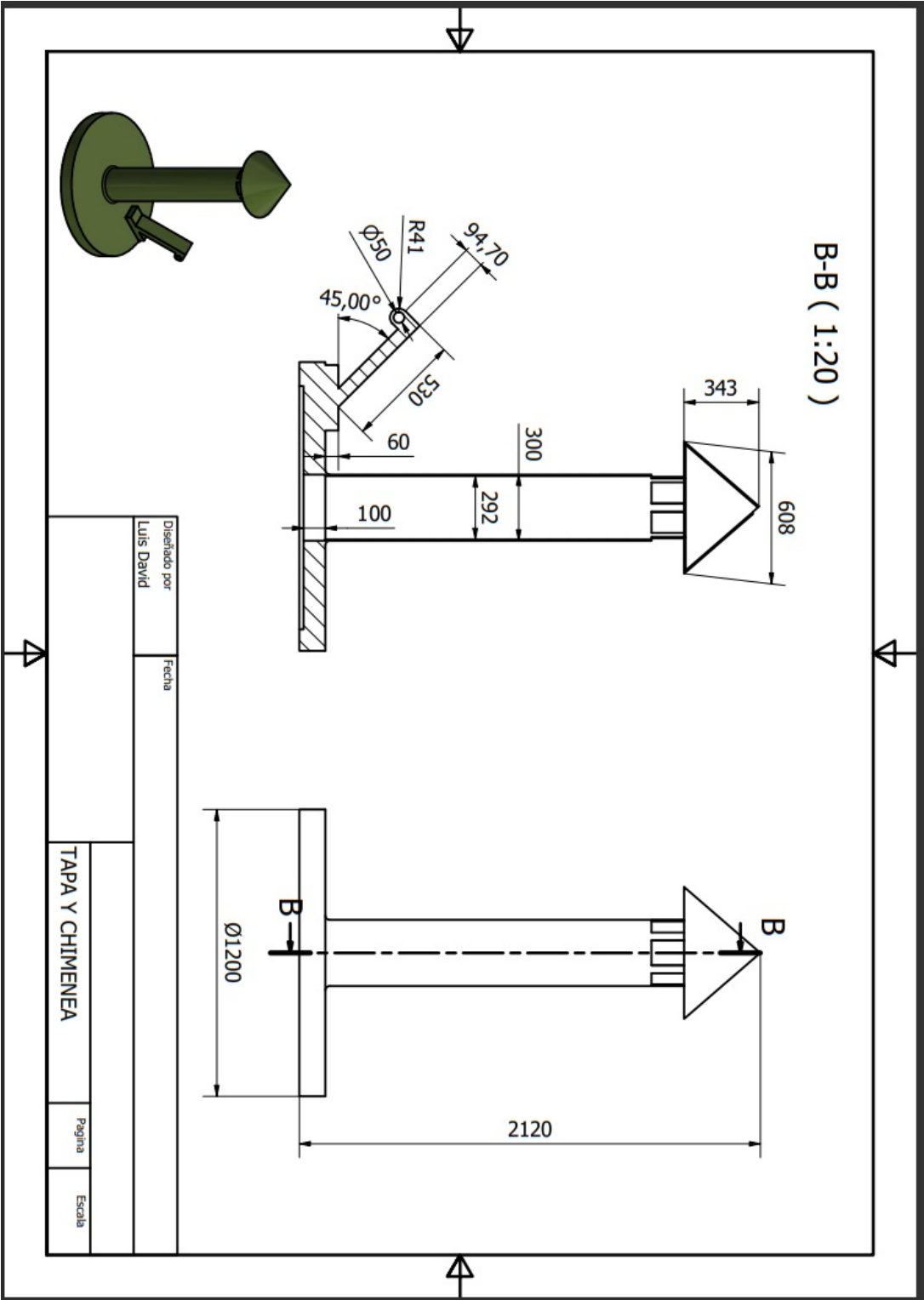
Se recomienda a la empresa CEDAL DURÁN desarrollar capacitaciones con el fin de que el personal encargado de la maquinaria conozca el funcionamiento total de la maquinaria y los trabajos que realiza en cada etapa, además esto ayudará a evitar un uso indebido y así se podrá alargar la vida útil del proyecto.

Además de esto cada vez que se quiera hacer uso el equipo estos son los pasos a seguir:

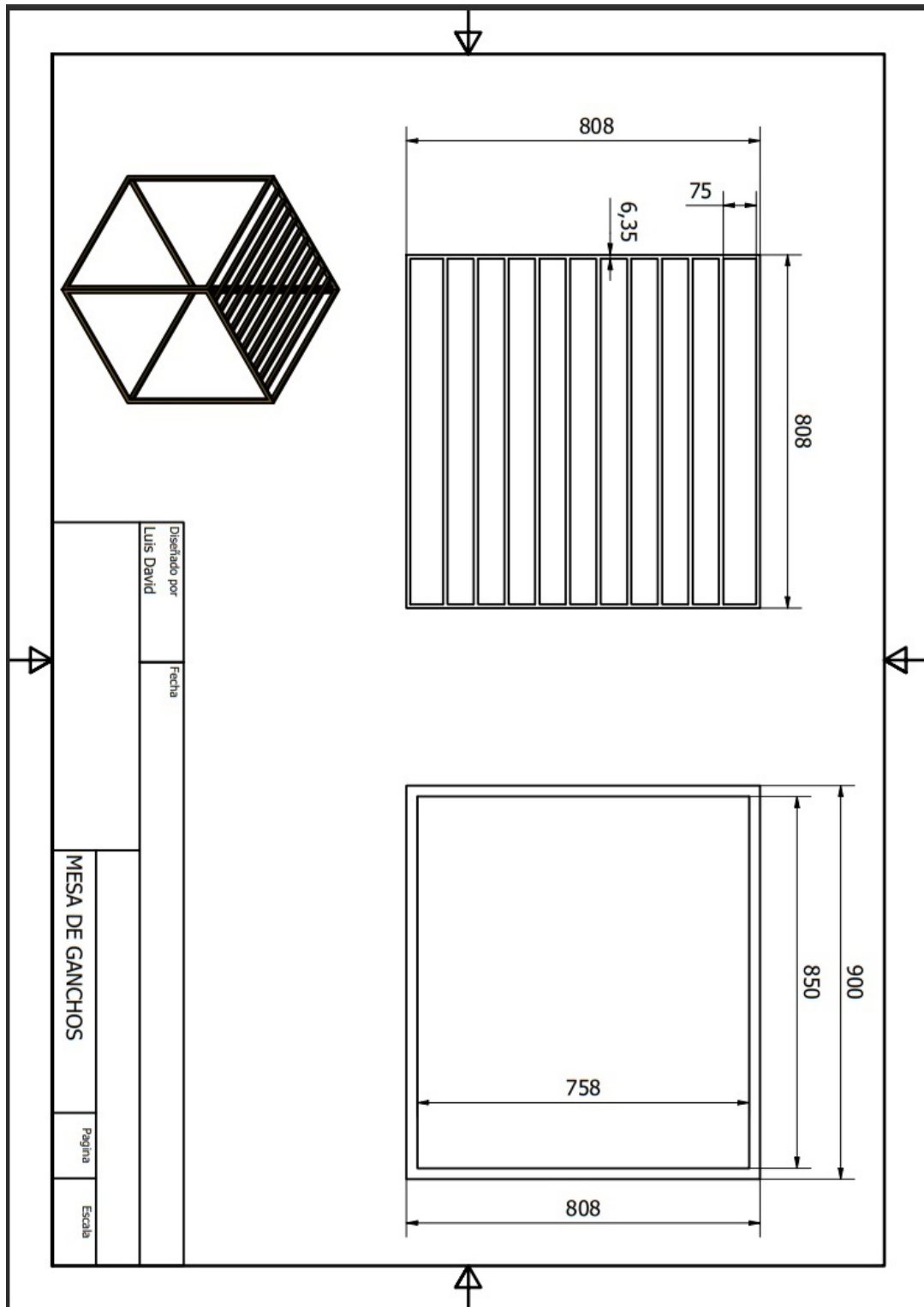
- Usar siempre implementos de seguridad.
- Revisar que el tanque de gas se encuentre asegurado por las cadenas.
- Revisar que la válvula, manguera y reguladora de presión estén en óptimas condiciones y no presenten fugas.
- Abrir la tapa del horno con la palanca neumática.
- Cargar los ganchos dentro del horno, en la mesa para estos.
- Cerrar la tapa con la palanca neumática.
- Abrir el paso del gas hacia el horno.
- Presionar el botón de marcha ubicado en el tablero.
- A través de la mirilla verificar el encendido. Nota: si no se ve llama dentro del horno por más de un minuto, presionar el botón de paro, cerrar el paso del gas y abrir la tapa con la palanca y volver a repetir el proceso.
- Luego de terminado el proceso, cerrar el paso del gas y esperar mínimo 20 minutos para abrir la tapa.

XVII. ANEXOS





Diseñado por		Fecha	
Luis David			
TAPA Y CHIMENEA			
Página		Escala	



XVIII. REFERENCIAS

- Arias-Gomez, J. . (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. M.G, 201-206.
- Barrera Puigdollers, C. (2016). Principios Básicos de Combustión. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, Departamento de tecnologías de alimentos, Valencia.
- Goyanes, A. (2013). NEUMÁTICA.
- Hernández, A. (2008). Quemadores. En Especificaciones técnicas CONAIF-SEDIGAS de instaladores de gas (pág. 12).
- Luis, P. (2004). Población y muestreo. Punto Cero, 69-74.
- Martínez, I. (1992). TERMODINÁMICA BÁSICA Y APLICADA. Dossat.
- Omar, A. . (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. 179-200.
- Otzen, T. . (2017). Técnicas de muestreo sobre una población de estudio. International journal of Morphology, 227-232.
- Parada, V. B. (2020). TABLERO DE CONTROL DIDÁCTICO PARA MOTORES TRIFÁSICOS. Bogotá.
- Sans, A. . (2012). Métodos de investigación de enfoque experimental. Metodología de la Investigación Educativa, 167-193.
- Denis, M. E. (2012). Diseño y construcción de un banco de pruebas para cilindros de doble efecto con presión has de 3000 psi. Quito.
- Eduardo Blanco, S. V. (1994). Sistemas de Bombeo. Gijón.
- Fernando, Q. F. (2016). Construcción e implementación de un sistema de bombeo de tanques elevados controlado por un PLC. Quito.
- Solé, A. C. (2007). Neumática e Hidráulica. MARCOMBO, S.A.
- Trujillo, C. . (2019). tierra infinita. Obtenido de Investigación cualitativa-epistemología, Consentimiento informado, Entrevistas en profundidad: <https://tierrainfinita.jimdofree.com/app/download/10395899571/LIBRO+DE+INV+ESTIGACIÓN+CUALITATIVA+DIGITAL->