



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Desarrollo, Construcción, Instalación y
Puesta en Marcha de una Fábrica de
Herramientas Manuales para la Industria
de la Construcción en la Ciudad de México**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico Electricista

P R E S E N T A

Richard Anthony Goeters Rivas

ASESOR DE INFORME

Ing. David Vázquez Ortiz



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

INDICE

Introducción y Objetivo	3
Descripción de la empresa	5
Marco teórico y antecedentes del proyecto	8
Metodología utilizada para el desarrollo del proyecto	11
Participación profesional	18
Resultados	19
Aportaciones	28
Conclusiones	29
Bibliografía	30

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

INTRODUCCIÓN.

Se tenía identificado para el mercado nacional la necesidad de fabricar herramientas manuales para la construcción, es decir, aquellas herramientas que usa un empleado de la construcción de forma manual.

Dentro de los cientos de productos que se usan, seleccioné dos, la cuchara de albañil y la llana. La cuchara de albañil tiene varios tamaños y formas, pero el proceso de fabricación es el mismo y solo varía dicho tamaño y la forma, de acuerdo al uso que se le pretende dar. Con respecto a la llana no ocurre lo mismo, ya que la forma no varía, aunque el tamaño se usa en dos presentaciones.

En los capítulos posteriores describo estas características al detalle.

OBJETIVO.

El objetivo fue el proyecto total, es decir, la construcción de la fábrica desde sus cimientos, hasta su puesta en operación y fabricación de los productos.

Para esto tuve que aplicar todos los distintos conocimientos adquiridos en la escuela de ingeniería, ya que, para lograr el objetivo, los tuve que aplicar para:

1. Seleccionar la localización de la fábrica

2. Hacer el cálculo estructural del edificio
3. Hacer el acomodo (layout) de la maquinaria
4. Diseñar la maquinaria que se iba a necesitar y/o buscar a los equipos existentes en el mercado, conseguir a los proveedores y recabar las cotizaciones respectivas
5. Hacer el diseño de la instalación eléctrica fue la parte más crítica, ya que, para el proceso de soldadura, el cual demanda una gran cantidad de energía eléctrica, tuve que considerar la compra e instalación de una subestación eléctrica

Los productos que quería yo fabricar eran varios, entre otros:

1. Cucharas
2. Llanas y flotas
3. Espátulas de mango de madera y de plástico
4. Arcos de segueta
5. Barretas
6. Rayadores y volteadores

Sin embargo, para el presente reporte solo hablaré de la fabricación de las cucharas y las llanas, ya que estas representaron, como explicaré más adelante, el mayor desafío tanto por la innovación del proceso y sus retos para solventar las desventajas y maximizar las ventajas del nuevo proceso, como por el hecho de que representaban más del 90% de la producción.

Aunado a eso, los otros productos de alguna manera utilizan el nuevo sistema de fabricación implementado y sería reiterativo hablar de cada uno de los productos

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Para lograr el objetivo creé la empresa desde cero, es decir, tramité todos los permisos necesarios: alta en hacienda, uso de suelo, impacto ambiental, etc.

Esta empresa tenía por objeto satisfacer la demanda del mercado de la auto-construcción, es decir, aquel que el mismo operario compra y usa sus propias herramientas. No así el segmento de la construcción formal, cuyos equipos y herramientas no solo son más grandes y complejos, sino que son proporcionados por la compañía constructora y no las tienen que comprar los propios obreros.

Es común ver que a las obras llegan los obreros a trabajar con su caja de herramientas manuales y las usan y reemplazan ellos mismos.

Por eso era la necesidad de fabricar un producto barato, pero de buena calidad, ya que en el mercado existían cucharas de albañil forjadas en una sola pieza cuyo costo resultaba 10 veces superior al producto que pretendía yo fabricar.

Mi puesto de trabajo era el de Director General, con las siguientes responsabilidades:

1. Manejo y operación de la fábrica

2. Diseño de la maquinaria y el equipo
3. Selección de la maquinaria y el equipo necesarios
4. Contratación de la energía eléctrica a media tensión
5. Selección, compra, supervisión de la instalación de la subestación seleccionada
6. Supervisar las áreas administrativas y comerciales de la empresa

La maquinaria que seleccioné para el proceso completo de fabricación constaba de:

1. Una cizalla para el corte de la lámina
2. Troqueladora de 50 toneladas
3. Troqueladora de 35 toneladas
4. Troqueladora de 15 toneladas
5. Troqueladora de 5 toneladas
6. Prensa hidráulica de 90 toneladas
- 7. Soldadora de proyección**
8. Punteadora
9. Pulidora de banda de 3"
10. Pulidora de banda de 6"
11. Máquina para encabar (poner los mangos)

Además de diversos herramientas como troqueles, moldes, etc., así como herramientas necesarias para el mantenimiento y reparación de las máquinas.

Los principales insumos y materiales usados en la fabricación eran:

1. Lámina calibre 18 rolada en frío con una dureza objetivo de 95 Rockwell B para la fabricación de las cucharas
2. Lámina calibre 22 templada y pulida con una dureza objetivo de 45 Rockwell C para la fabricación de las llanas
3. Fierro redondo de 3/8" para la fabricación de la pata de las cucharas
4. Lámina calibre 24 para la elaboración de los casquillos
5. Pernos para electrosoldar a la lámina de la llana
6. Mangos para las cucharas y para las llanas
7. Perfil de fierro rectangular para la fabricación de arcos de segueta
8. Lámina calibre 22 templada y pulida con una dureza objetivo de 45 Rockwell C para la fabricación de espátulas

MARCO TEÓRICO

Y

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Cuchara de albañil:

En nuestro país se utilizan comúnmente varias formas de cucharas de albañil, según la región geográfica y el uso que se les da.



Fig. 1

En la fig. 1 se muestran algunas de estas formas, a saber, de izquierda a derecha:

Cuchara tipo Filadelfia. Los tamaños más comunes son de 8", 9" y 10"

Cucharín de 5" y 6"

Cuchara tipo tabasco de 8" y 9"

Rayador para uniones de concreto y

Llana de 11" con 6 y 10 remaches o pernos



Fig. 2

Tomando como ejemplo la cuchara más común (fig. 2), que es el tipo filadelfia de 9", el proceso de fabricación es como sigue:

1. Se toma la lámina calibre 18 rodada en frío y se corta con la cizalla en tiras de 9.5"
2. Se troquela a la forma con un troquel previamente montado en la troqueladora de 50 toneladas
3. Al mismo tiempo se toma la barra de fierro de 3/8" para formar la pata y se dobla a la forma requerida en la prensa de 90 toneladas.
4. Se colocan la lámina de la cuchara y la pata en la electrosoldadora y se lleva a cabo la electrofusión de los dos componentes.
5. Se pasa al proceso de pulido, tanto en el frente con la pulidora de banda de 3" como en el reverso con la pulidora de banda de 6"
6. Finalmente se inserta el mango (encabar), al cual previamente se le colocó el casquillo.
7. Se termina dándole la cosmética y embalaje para su comercialización

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

La parte realmente importante en todo este proceso descrito es el punto 4 del capítulo anterior, para lo cual desarrollé un proceso novedoso que describo a continuación:

Tradicionalmente se unía la lámina de la cuchara con la pata usando soldadura eléctrica con material de aporte con las siguientes desventajas:

1. Se requiere mano de obra altamente calificada por parte del soldador
2. El proceso es lento
3. El costo es alto
4. El calentamiento provoca el debilitamiento de la lámina en su parte posterior, resultando dando como resultado un producto de baja calidad.

El proceso lo cambié al siguiente:



Instalé una electrosoldadora (fig. 3) fabricada de acuerdo con mis especificaciones como sigue:

1. Máquina soldadora por proyección de 150 KVA a 220 ó 440 volts, 60 ciclos
2. Control electrónico secuencial para un exacto ajuste de los tiempos, presión y temperatura de cierre
3. Cabezal de soldadura embalado
4. Herramental con electrodos para soldar mangos a cuchara
5. Enfriamiento por conductos internos de agua circulante
6. Operación neumática con pedal
7. Resorte compensador para seguir proyecciones

El control electrónico secuencial tenía las siguientes características:

1. Puntos de proyección
2. Triple cedula completamente programable
3. Capacidad para almacenar hasta 300 programas de soldadura
4. Control de pedal de uno, dos o tres pasos
5. Límite de disparo a 87 grados en el primer ciclo
6. Control automático de factor de potencia
7. Contactor enfriado por agua con protección para sobre temperatura
8. Rampa de calor
9. Control para temple
10. Control de calor pulsante
11. Tiempo de retardo inicial en repetición
12. Precisión de cuarzo

Las ventajas de este proceso de fabricación fueron

1. No se requiere mano de obra calificada, con el consiguiente ahorro
2. El proceso es muy rápido
3. No hay material de aporte, por lo que el proceso es más barato
4. NO hay calentamiento excesivo de la lámina, por lo que el producto es de óptima calidad
5. Las pruebas de ruptura demostraron que la fijación de la pata a la cuchara fue 4 veces más resistente

El único problema de este proceso consistía en el aumento en el consumo de energía eléctrica. Esto lo solucioné instalando una subestación y cambiando mi régimen de consumo de energía eléctrica a uno de suministro de media tensión, en lugar de baja tensión con un equipo de las siguientes características:



GABINETE PARA ALOJAR:

EQUIPO DE MEDICIÓN DE LA CFE

JUEGO DE CUCHILLAS

INTERRUPTOR DE AIRE

ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR

1. Subestación para servicio interior 3 fases, 23KV
2. Gabinete para alojar equipo de medición de Luz y Fuerza (ahora CFE)
3. Gabinete para alojar un juego de cuchillas desconectadoras y sin carga, operación desde el exterior
4. Gabinete para alojar un interruptor en aire con 3 portafusibles, 3 fusibles y 3 apartarrayos
5. Gabinete de acoplamiento a transformador



TRANSFORMADOR

El transformador tiene las siguientes características:

1. 225 KVA de potencia
2. Primaria a 20-23 KV. Conexión delta con 5 derivaciones al 2.5% del voltaje nominal
3. Secundaria 220/127 V. Conexión estrella con conexión del neutro fuera del tanque
4. Incluye gargantas en alta y baja tensión

El sistema de tierras es de 3 varillas cooperweld y cable desnudo de cobre cal # 4/0

Extintor de polvo químico ABC de 9.1 Kgs.

Como complemento a la subestación instalé un interruptor general en baja tensión tipo termomagnético en caja NEMA 1 de 3 polos 700 amps.

La alimentación general del transformador de 225KVA hasta el interruptor de 3 polos 700 amps. y de ahí al tablero general con 11 cables THW cal. #3/0

Un tablero general de baja tensión sin interruptor general tipo QD-PACT autosoportado 4 hilos, 220 volts, sin medición para la alimentación general de toda la maquinaria de la fábrica con los siguientes interruptores derivados:

1 de 3 polos x 500 amp

1 de 3 polos x 150 amp

1 de 3 polos x 150 amp

3 de 3 polos x 100 amp

El calibre de los conductores lo determiné usando el método de corrientes, es decir, determinando la carga total de cada máquina o herramienta y aplicándole un factor de potencia de 0.9. Con estos datos determiné la corriente corregida y apliqué las tablas correspondientes para encontrar los calibres adecuados.

En cuanto a la capacidad interruptiva de los interruptores la seleccioné de tal manera que fuera igual o mayor a la corriente de cortocircuito, según las especificaciones de cada máquina o equipo.

TEORÍA DE LA SOLDADURA POR PROYECCIÓN

Para tener claro lo que la soldadura de proyección aportó al proceso de fabricación, a continuación, explico la forma en la que se lleva a cabo dicho proceso.



Fig. 4-a

Este principio se lo apliqué a la soldadura de la pata de la cuchara. La innovación consistió en la fabricación especial de la pata de la cuchara, la cual en su base tenía 10 protuberancias iguales a la del perno mostrado en la figura 4-a. De ahí que se necesitara una prensa

hidráulica de 90 toneladas de capacidad y un molde capaz de dar esta forma especial.

PARTICIPACIÓN PROFESIONAL

Mi participación dentro del proyecto fue total ya que fue mi idea y llevé a cabo la implementación del proyecto en su conjunto.

En algunos casos me hice asesorar por los fabricantes de los distintos equipos y desde luego para la construcción del edificio tuve que contratar DRO (Director Responsable de Obra) así como a un gestor para llevar a cabo todos los trámites y licencias ante las distintas autoridades con el objeto de obtener todos los permisos.

También recurrí a la gestoría para contratar el servicio de energía eléctrica a media tensión

RESULTADOS

En las figuras de abajo se muestran los resultados del proceso novedoso de fabricación



En estas figuras se muestra la pata ya soldada en la lámina



Aquí se muestra como la fusión de la pata con la lámina fue perfecta y no hay indicios de recalentamiento en la parte posterior por debajo de la cuchara, por lo cual se asegura la calidad, dureza y funcionalidad del producto





En el caso de las llanas, el método tradicional de fabricación consistía en:

1. Cortar una lámina rectangular de 11" x 5" calibre 22 templada y pulida con una dureza objetivo de 45 Rockwell C
2. Hacer 7 o 10 perforaciones (según el modelo a fabricar) sobre su eje central
3. Avellanar dichas perforaciones
4. Colocar los pernos desde la base de la lámina a través de la pata de aluminio de la llana y remacharlos
5. Pulir la base de la llana y el sobrante de los pernos sobre la pata de la llana
6. Colocar el mango de madera o de plástico

Utilizando el mismo principio que el de las cucharas, desarrollé el método para la elaboración de las llanas, como sigue:



Fig. 5



1. Utilizando 7 o 10 pernos (según el modelo a fabricar) como los mostrados en la figura No.5 y la pistola especial para electro soldar mostrada en la figura No. 6:
2. Se sueldan los pernos sobre el eje central de la lámina
3. Se incrusta la pata de aluminio de la llana con la troqueladora y

4. Se coloca el mango de madera o plástico



**Lámina con los
pernos ya
electrosoldados y
lista para recibir la
pata con el mango**



**Llana de 10
remaches con
mango de plástico**



**Llana de 10
remaches con pata
de aluminio y
mango de madera**

Las ventajas de este proceso de manufactura son varias:

1. Es más rápido
2. Es preciso
3. No hay que pulir la base de la lámina
4. Ahorro en mano de obra
5. Ahorro en materiales
6. Lo más importante: mayor calidad y durabilidad del producto

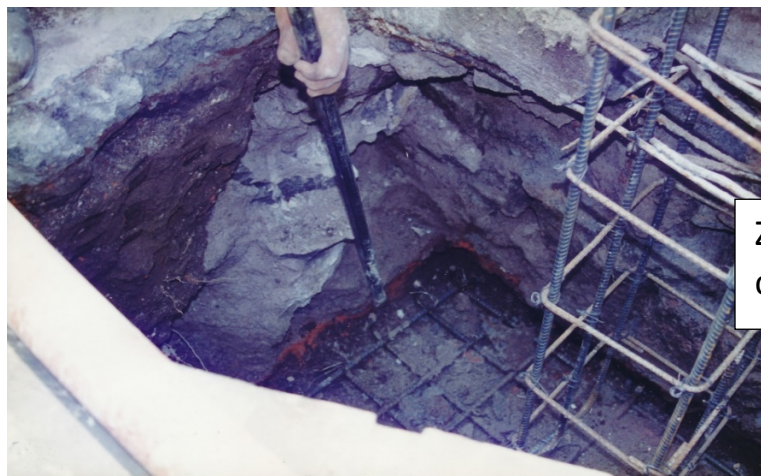
1996



Terreno adquirido en 1996



Inicio de los trabajos de cimentación



Zapatas de la cimentación



Bardas colindantes
Segundo piso de las
oficinas



Colocación del
techo de la
Fábrica



Fachada
principal



Edificio terminado
Inicia la instalación
de la maquinaria y
equipo



Troqueladoras
de 25 y 50
toneladas

Al fondo
filtros
colectores de
polvo



Fábrica en operación
Al centro la
ELECTROSOLDADORA

APORTACIONES

La que considero fue la principal aportación al proyecto consistió en poner en práctica todos los conocimientos adquiridos durante la carrera, a saber:

1. Cálculo estructural
2. Máquinas herramientas
3. Física y matemáticas
4. Hidráulica
5. Térmica y, sobre todo
6. Eléctrica

Estoy muy agradecido con la Facultad de Ingeniería y con su cuerpo de profesores por haberme brindado la oportunidad de adquirir los suficientes conocimientos para poder innovar productos y crear mi propio negocio. No sin mencionar que dicho negocio dio trabajo a 20 familias de trabajadores directos y a 50 indirectos.

Además de brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente en lo que más me gusta. LA INGENIERÍA

CONCLUSIONES

Llevé a cabo con éxito la puesta en marcha de un negocio que si bien fabricó productos muy comunes en el área de la construcción y con muchísimos años de uso, fue con un método moderno de producción e innovación gracias a los adelantos de la ingeniería y en especial de la rama eléctrica.

Los productos reseñados en este trabajo, es decir, la cuchara y la llana, se produjeron en su forma económica. Con lámina tipo 1018 rolada en frío, con una dureza de entre 95 a 98 Rockwell B, pero el resultado ha sido tan bien recibido en la industria manufacturera que ahora se está empezando a usar para las cucharas profesionales, con lámina 1045 cruda que tiene una dureza de entre 30 a 35 Rockwell C.

Creo que no va a tardar mucho tiempo en que la cuchara forjada en una sola pieza, la cual es muy intensiva en mano de obra pues hay que elaborarla a mano a base de forja, ceda el paso a productos soldados de dos piezas (pata y lámina), pues la dureza, resistencia y calidad ya son semejantes, pero a una fracción del costo.

BIBLIOGRAFÍA

ELGERD O.- electric energy systems theory

Mc Graw Hill

EEUU 1971

WEDY.- Electric Power Systems

Wiley 2a. edición 1972

EEUU

SISKIND.- Electrical Machines

McGraw-Hill 2a. edición 1959

EEUU

ARBOGA GRINDER COMPANY

Brovst Denmark

TRW NELSON STUD WELDING COMPANY

EEUU

ELECTROSOLDADORAS MAC'S

Fabricantes

México