TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

REHABILITACIÓN DE EXTRUSORA 069 DE TABIQUE DE ARCILLA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA ELECTROMECANICA

PRESENTA:
ZAHID EMMANUEL PÉREZ LOPANTZI

NOMBRE DEL ASESOR:
M.M. ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA

Instituto Tecnológico de Apizaco

APIZACO, TLAX., FEBRERO DE 2026

Educación
Secretaría de Educación Pública

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Departamento de Metal Mecánica

Tzompantepec, Tlaxcala, 23/marzo/2026

Oficio No. MM-271/2026

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	ZAHID EMMANUEL PÉREZ LOPANTZI
Carrera:	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
No. De Control:	C14370554
Nombre del Proyecto:	"REHABILITACIÓN DE EXTRUSORA 069 DE TABIQUE DE ARCILLA".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA

MTRO. JORGE AGUILAR VÁZQUEZ
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA

MTRO. ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
ASESOR

c.p.- Archivo.
JAV*petry.



2026 año de Margarita Maza



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 23/Marzo/2026

ZAHID EMMANUEL PÉREZ LOPANTZI
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
CON NÚMERO DE CONTROL C14370554.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **"REHABILITACIÓN DE EXTRUSORA 069 DE TABIQUE DE ARCILLA"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **1 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

A T E N T A M E N T E
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CECILIA YARELLY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
CYAL/Gvm*



2026 año de Margarita Maza

Agradecimientos

A mis padres les agradezco por el apoyo que me dieron a lo largo de la carrera y el empuje que me dieron para finalizar este trabajo. Me dieron la motivación que necesitaba para seguir adelante, así como su guía y sabiduría.

A mis hermanas que siempre han estado ahí apoyándome y sirviendo de inspiración para empeñarme en lograr lo que me propongo. Por el tiempo que pasamos juntos, y me hacen la vida mas feliz.

Al Instituto Tecnológico de Apizaco por la apoyo y orientación recibida durante mi estancia, y a mi asesor de proyecto por su guía durante el desarrollo del proyecto y ayudarme durante el proceso de redacción.

A Novaceramic, le agradezco la oportunidad que me brindo para desarrollarme profesionalmente, al ingeniero Aldair por recibirme en su equipo de trabajo y darme la guía durante mi estadía, y a Erick López a quien fui asignado, gracias por enseñarme y guiarme durante el tiempo que permanecí al equipo de mantenimiento de la empresa.

A mis amigos, los cuales conocí y nos acompañamos durante la carrera donde nos apoyábamos el uno al otro para mejorar en las clases, y a aquellos que fuera de la escuela me daban ánimos durante mi época de estudiante.

Índice

Índice de figuras 7
REHABILITACIÓN DE EXTRUSORA 069 DE TABIQUE DE ARCILLA 10
Introducción 10
Novaceramic 11
Puesto de trabajo 11
Objetivos 12
Objetivo General 12
Objetivos Específicos 12
Justificación 13
Descripción detallada de actividades 14
Extrusión 16
Procedimiento 16
Tipos de Extrusoras 16
Extrusión monoblock 17
Características 18
Funcionamiento 18
Aplicaciones 18
Sobre el Extrusor Monoblock Verdes 19
Funcionamiento 19
Rehabilitación de equipo industrial 27
Corte por plasma 28
Funcionamiento 29
Roladora de lamina 32
Procedimiento 34
Descripción de estado de la extrusora 069 de talleres Felipe Verdes S.A., 1987 . 34
Rodamiento de eje de hélices 38
Limpieza 42
Creación de placas 44

Colocación de flecha de hélices 53
Flecha conducida 56
Cámara de vacío 58
Tina 60
Pasos para continuar con la rehabilitación de extrusora 069 62
Conclusiones 64
Fuentes de información 65

Índice de figuras

Figura 1. 1 Esquema de extrusora de husillo sencillo. (Beltran & marcilla, 2009) 17
Figura 1. 2 Extrusor monoblock (Verdes, 2021) 18
Figura 1. 3 Reductor de extrusora Verdes (Verdes, 2021) 20
Figura 1. 4 Doble eje de amasadora (Verdes, 2021) 21
Figura 1. 5 pala de amasadora desmontable (Verdes, 2021) 21
Figura 1. 6 protecciones anti-desgaste de ejes de amasadora 21
Figura 1. 7 Bañera de amasadora (Verdes, 2021) 22
Figura 1. 8 Zona de precompresión. (Verdes, 2021) 23
Figura 1. 9 Tapa desmontable de zona de precompresión. (Verdes, 2021) 23
Figura 1. 10 Cámara de vacío. (Verdes, 2021) 24
Figura 1. 11 La bancada de la extrusora incluye, rodamientos y sellos sobre un buje. (Verdes, 2021) 24
Figura 1. 12 Conjunto de hélice con cuerpo con bisagras para accesibilidad. (Verdes, 2021) 25
Figura 1. 13 Hélices de acero, con punta para diferentes configuraciones. (Verdes, 2021) 26
Figura 1. 14 Recambios de palas de amasado, protectores de eje, protectores de tina de izquierda a derecha respectivamente. 26
Figura 1. 15 Recambios de hélices de precompresión, protectores cónicos, costillas y conos obturadores, de izquierda a derecha respectivamente. (Verdes, 2021) 27
Figura 1. 16 Recambios de estrellas y peines respectivamente. (Verdes, 2021) 27
Figura 1. 17 Recambios de protectores de cuerpo de hélice, corta barros y hélices, de izquierda a derecha respectivamente. (Verdes, 2021) 27
Figura 1. 18 Maquina de corte por plasma. (Chan V. 2023, Comprender el corte por plasma: principio de funcionamiento y ventajas [Fotografía]) 29
Figura 1. 19 Boquilla de corte por plasma. (Chan V. 2023, Comprender el corte por plasma: principio de funcionamiento y ventajas [Imagen]) 30
Figura 1. 20 Roladora de lámina. (Kayka, 2026, Roladora Eléctrica de Lámina de 51" 33

Figura 2. 1 Extrusora monoblock 069, bancada y orificio de flecha de hélices 34
Figura 2. 2 Vista frontal de extrusora. 35
Figura 2. 3 Tina de amasadora. 36

Figura 2. 4 Caja de reductor de amasadora, cubierta por plástico para evitar la entrada de tierra. 37
Figura 2. 5 Rodamiento cónico, es parte de la bancada. (SKF. 2026. 29320 E [Imagen]) 38
Figura 2. 6 Rodamiento cónico y sellos sobre el buje embalado. 39
Figura 2. 7 Compartimento para buje y rodamiento de flecha de hélices. 40
Figura 2. 8 Colocación de buje y rodamiento de eje de hélices. 41
Figura 2. 9 Cubrimiento de entrada trasera de flecha de hélices con bolsa para evitar que entre tierra. 42
Figura 2. 10 Cubrimiento de entrada posterior de flecha de hélices para evitar la entrada de tierra. 42
Figura 2. 11 Arandelas de Nylamid 43
Figura 2. 12 Media luna de extrusora en mal estado. 44
Figura 2. 13 Trazo de nueva media luna en placa de 3/8 de pulgada. 44
Figura 2. 14 Medias lunas pintadas y barrenadas. 45
Figura 2. 15 Posición de placa curvada para corte con plasma. 46
Figura 2. 16 Placa curvada y barrenada. 47
Figura 2. 17 Placa de cañón de extrusora con avellanado. 48
Figura 2. 18 Marca de gis, donde se aplica soldadura para refuerzo superficial. 48
Figura 2. 19 Tornillo Allen de cabeza plana. (Tornifast, 2022, TORNILLO ALLEN CABEZA PLANA NC 24H PAVONADO 3/16x1[Imagen]) 49
Figura 2. 20 Área de compresión con placas y capa de primer rojo. 50
Figura 2. 21 Placas de la cámara de vacío ya colocadas. 50
Figura 2. 22 Placas colocadas a lo largo del área de compresión. 51
Figura 2. 23 Vista externa de los tornillos con silicón. 51
Figura 2. 24 Placas y costillas para el área de precompresión. 52
Figura 2. 25 placas y costillas colocadas en el área de precompresión. 52
Figura 2. 26 Tapa de zona de precompresión, con placas y costillas colocadas. 53
Figura 2. 27 Tapa de compartimento de buje de flecha de hélices. 54
Figura 2. 28 Separación de ejes para colocación de acoplamiento. 54
Figura 2. 29 Acoplamiento para unir los ejes de flecha de hélice, y pistola neumática. 55
Figura 2. 30 Vista frontal de extrusora con eje de hélices colocado. 55
Figura 2. 31 Elementos de flecha conducida de la amasadora de la extrusora. (Retenes, tapas, rodamientos y cuña). 56
Figura 2. 32 Piñón de eje conducido. 57

Figura 2. 33 Laberinto y tapa de flecha conducida. 57
Figura 2. 34 Eje de flecha conducido embalado y en planta 2. 58
Figura 2. 35 Cámara de vacío. 59
Figura 2. 36 Cámara de vacío con nuevas soleras y recubiertas de soldadura.60
Figura 2. 37 Tina de amasadora en su estado inicial. 61
Figura 2. 38 Placas para tina de amasadora, listas para curvear. 61
Figura 2. 39 Tina con una capa de primer, colocada a un lado de la extrusora.62

REHABILITACIÓN DE EXTRUSORA 069 DE TABIQUE DE ARCILLA

Introducción

Industrias Novaceramic, es una empresa de elaboración de productos cerámicos estructurales, como parte de su proceso está la extrusión de arcilla a través de moldes para la elaboración de tabiques.

Este proceso se hace a través de una extrusora, a pesar de contarse con diferentes modelos estas cumplen con el mismo propósito. Actualmente se mantiene en la línea de planta 2 una extrusora de modelo 069 Rb del año 2001, que ha sido dejado de lado debido a desgaste en sus componentes y presentar problemas en diciembre de 2024.

Actualmente está en un espacio indicado para tener ahí la extrusora de repuesto, está en un estado no de abandono, pero si donde debido al giro de la empresa se cubre de tierra constantemente, y si pasa mucho tiempo se hace más gruesa esa capa.

La idea de tener una extrusora de repuesto es precisamente para lidiar con situaciones ocurridas en diciembre de 2024 donde falla la que está en línea y no es posible repararla de inmediato, entonces se cambia por la que está en buenas condiciones, así esta puede recibir la atención y el tiempo adecuados para asegurar su correcto funcionamiento. Debido a que no se cuentan con los elementos necesarios se ha ido postergando su restauración por completo, y se ha ido por partes a lo largo del año, comenzando con su reductor en la primera mitad del año y actualmente enfocándonos en flechas, tina, paletas, cámara de vacío, y zona de compresión.

Novaceramic

Es una empresa mexicana con 30 años de experiencia en la elaboración y comercialización de productos de cerámica estructural. Fundada en 1993 pertenecientes al Grupo Resnova, ha tenido un crecimiento exponencial, desarrollando un catálogo de productos, contando con más de 100 variedades que incluyen ladrillos, bloques, fachaletas y revestimientos.

Cuenta con tres plantas industriales reconocidas en América como unas de las más grandes en la producción de productos de arcilla industrializada. Pioneros en la implementación de procesos automatizados de manufactura, asegurando una producción eficiente, así como calidad y consistencia en sus productos.

Puesto de trabajo

Me desarrollo como parte del equipo de mantenimiento, de la empresa Novaceramic, en el área de mecánica, ayudando en el mantenimiento de la maquinaria de la empresa, ya sea tanto correctivo como preventivo.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el estado y dar mantenimiento correctivo a una extrusora de tabique de arcilla, que ha estado detenida por casi un año, para que pueda ser usada de nuevo en la línea de producción, realizando reparaciones, y ensamblando las partes que ya se tienen y haciendo una lista de las que faltan.

Objetivos Específicos

- Evaluar el estado actual de la extrusora ubicada en la planta 2 de Industrias Novaceramic.
- Conocer los elementos faltantes que se necesitan para el ensamble de la extrusora.
- Reconocer los elementos que se puedan reemplazar por piezas elaboradas en el taller.
- Reemplazar los elementos que hayan sufrido de desgaste.
- Poner en condiciones de operación la extrusora.

Justificación

La extrusora de tabique de arcilla es un elemento importante en la línea de producción de Industrias Novaceramic, su funcionamiento debe ser óptimo para poder realizar la cinca con la forma final del tabique antes de que pase por el proceso, de secado y horneado. El no contar con este equipo detendría por completo la producción de tabique en esta sección de la planta.

Tener una extrusora de repuesto garantiza que sea menor el tiempo de paro en caso de que la actual extrusora presente alguna falla grave, y requiera de mantenimiento correctivo, ya que al realizar un cambio se garantiza que el proceso pueda continuar en unas cuantas horas, mientras se le presta una mejor atención a la extrusora que requiera mantenimiento.

Se conoce que la extrusora actualmente está parada tuvo un desperfecto, junto a la que actualmente está en funcionamiento requiriendo de una combinación de piezas de ambas para poder así realizar una única extrusora funcional.

El mantener este equipo parado y sin un propósito como tal, solo lo lleva a acumular tierra y ocupar espacio que, si bien podría no ser necesitado, tampoco aporta a el propósito para el cual se obtuvo.

Ahora bien, el tener este equipo en condiciones de uso, trae beneficios como lo son: cierta garantía de continuidad operativa, reducción de costos, un aumento de vida útil, fiabilidad, se puede programar mantenimiento, o realizar reparaciones casi sin detener la línea de producción.

El tener esta extrusora en buen estado y lista para ser usada tiene múltiples ventajas, con lo cual es importante para la empresa poder alcanzar un buen estado para que pueda ser usada de forma efectiva en la línea de producción, en caso de ser necesario y para poder dar mantenimiento y la atención adecuada en la extrusora que actual mente está en la línea de producción.

Descripción detallada de actividades

- Evaluación del estado de extrusora

Se debe evaluar el estado de la extrusora tal y como se encuentra en planta 2, así como tomar evidencia de este estado.

- Desmontaje de piezas desgastadas

Con base en la evaluación de estado se desmontarán los elementos que presenten desgaste para que estas partes sean reemplazadas, y en caso de ser necesario realizar un pedido de la pieza.

- Redactar lista de componentes faltantes

Con los elementos desmontados, se puede notar mejor que piezas serán necesarias para completar el ensamble de toda la máquina, por lo cual se hace una lista de estos elementos para evaluar si es necesario mandar a maquinar nuevos o comprar las refacciones por pedido.

- Realización de partes en el taller

Algunos elementos de la extrusora se pueden obtener de la elaboración en el taller, con lo cual será necesaria su realización. Se necesitará de tiempo y cálculos para que puedan ser montados y empalmen a la perfección.

- Limpieza y montaje de piezas

Se hará limpieza a la extrusora cada vez que se monte un elemento ya que por su ubicación esta se cubre de tierra continuamente. En caso de montar se cubrirá esta parta para evitar que la tierra penetre en estos elementos. Por sus características no se puede montar todos los elementos en una sola sesión, por los cual se requerirá de varias semanas para completar este paso.

Extrusión

La extrusión es un proceso utilizado para crear objetos de perfil transversal fijo. Un material es empujado a través de un dado en la sección transversal deseada, tiene la ventaja de crear secciones transversales complejas y de poder trabajar con materiales que sean frágiles ya que el material se enfrenta solo a tensiones de compresión y cizallamiento.

La extrusión puede ser continua y el proceso puede realizarse con el material caliente o frio.

Para la creación de ladrillos se usa la extrusión de arcilla, el cual consiste en empujar la arcilla a través de una matriz para crear formas continuas con un perfil transversal constante, a menudo se incluye vacío para eliminar aire y mejorar la calidad de los productos.

Procedimiento

Se carga la arcilla (premezclada y sin aire o con vacío) y se introduce en una cámara

Se aplica fuerza (manual con manivela o mecánica con tornillo) para mover la arcilla.

La arcilla es forzada a salir a través de una abertura con forma específica, saliendo como un perfil continuo.

Tipos de Extrusoras

Manuales: estas tienen un émbolo que impulsa la arcilla a través del molde. Este émbolo puede accionarse manualmente o con una palanca.

De pared: Las extrusoras de arcilla de pared son más grandes y potentes que las portátiles. Son una buena opción para producciones de gran volumen y para crear piezas de cerámica de gran tamaño.

Industriales: Las extrusoras de arcilla motorizadas tienen un motor que impulsa el sinfín, que es la parte de la extrusora que fuerza la arcilla a pasar a través de la matriz. Son las utilizadas

para producción masiva de ladrillos, tejas y cerámicas, eliminan el aire para evitar burbujas y defectos.

Clasificación de SoulCeramics (2026)

La estructura general de las extrusoras cuentas con un sistema de entrada, un sistema de traslado y un sistema de salida, el sistema del cuerpo donde está localizado un tornillo extrusor que transporta y mezcla el material y el dispositivo para dar lugar al conformado del material.

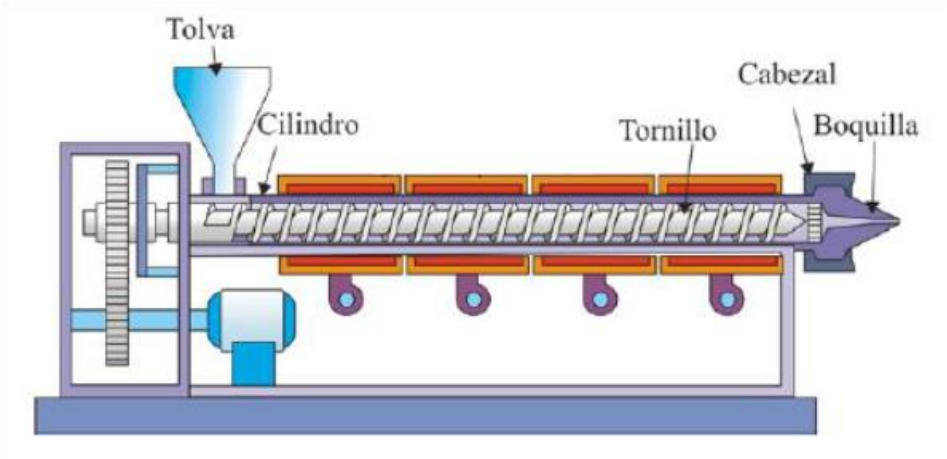


Figura 1. 1 Esquema de extrusora de husillo sencillo. (Beltran & marcilla, 2009)

Extrusión monoblock

La Extrusora Monobloque es básicamente un equipo compuesto por un conjunto de componentes o mecanismos que permiten compactar la arcilla mediante la eliminación de burbujas de aire o la desgasificación, sometiéndola a presión entre el cuerpo de la hélice de la máquina y el molde, encargado de formar la masa compacta que moldeará baldosas, ladrillos o suelos extruidos. Siendo este el proceso para producir ladrillos, tejas y diversos productos cerámicos como se muestra en la Figura 1.2. (Verdes. 2021)



Figura 1. 2 Extrusor monoblock (Verdes, 2021)

Características

Integración completa: combina mezclador, cámara de vacío, y extrusora en una sola máquina.

Componentes robustos: cajas de reducción ejes de acero, y engranajes reforzados para alta durabilidad.

Versatilidad: permite extrusión blanda como arcilla y dura (materiales más secos).

Funcionamiento

Mezclado: la arcilla procesada entra a un mezclador de cuchillas.

Extrusión: un tornillo (caracol) fuerza la masa compactada a través de una boquilla cónica.

Vacío: se elimina el aire, resultando en una masa más homogénea y elástica.

Aplicaciones

Industria cerámica: fabricación de ladrillos, tejas adoquines y diversos productos de arcilla.

Industria del plástico y alimentaria: producción de perfiles, tubos, mangueras y productos extruidos de forma continua.

Sobre el Extrusor Monoblock Verdes

Cuenta con tres ejes accionados por un único motor, una amasadora de dos ejes suplementos de introducción sincronizados con la hélice de extrusión accesibilidad para la sustitución de todos sus componentes todo montado en un chasis autoportante que permite la instalación directa sobre la cimentación. (Verdes. 2021)

Funcionamiento

Es un equipo formado por un conjunto de componentes que permite compactar la arcilla eliminando las burbujas de aire, sometiendo la arcilla a presión entre el cuerpo de la hélice y el molde, que es el encargado de formar la masa compacta que moldeara los ladrillos.

Este equipo está diseñado para la preparación de arcilla a alta presión ya sea en frio o caliente. Y garantizar la perfecta cohesión de mezclas de diferentes arcillas, e incorporación de aditivos. En la zona de presión se asegura una homogenización impecable y dimensión de particas uniforme.

Componentes

- Reductor

Cuenta con ejes paralelos y dientes helicoidales, como se puede ver en la Figura 1.3, con lubricación a través de baño de aceite y con lector de nivel, diseñado para una larga vida útil.



Figura 1. 3 Reductor de extrusora Verdes (Verdes, 2021)

Accionamiento: A través de un motor eléctrico y transmisión por correas con embrague neumático de discos en seco.

- Amasadora de doble eje

Un sistema eficiente gracias al diseño y distribución de las palas. Con ejes contra- rotativos, como se puede ver en la Figura 1.4, por lo que además de mezclar y transportar aumentan la acción de amasado del material presionándolo entre las palas.

Las palas con un diseño como el visto en la Figura 1.5, pueden variar su ángulo de ataque dependiendo de las necesidades y son de fácil desmontable para sustitución una vez desgastados.

Los ejes cuentan con protecciones anti-desgaste como los que se muestran en la Figura 1.6, que se pueden desmontar y sustituir,

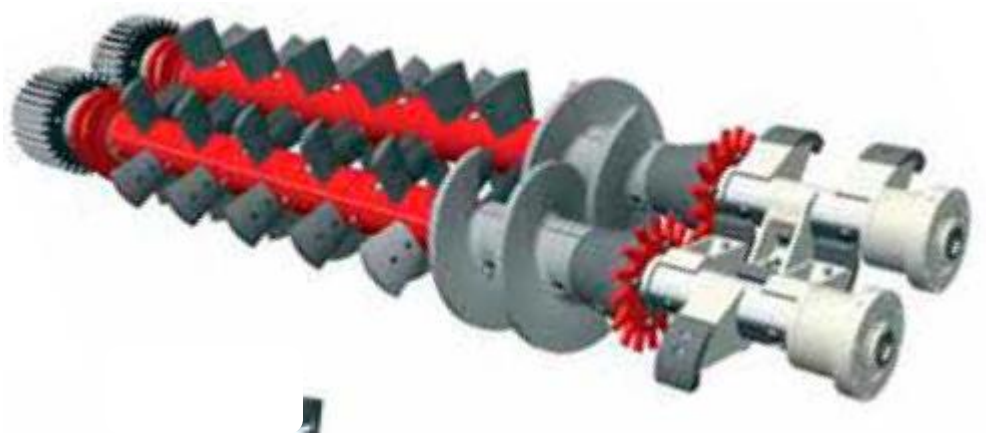


Figura 1. 4 Doble eje de amasadora (Verdes, 2021)



Figura 1. 5 pala de amasadora desmontable (Verdes, 2021)



Figura 1. 6 protecciones anti-desgaste de ejes de amasadora

- Bañera

Una bañera como se muestra en la Figura 1.7, con gran capacidad para conseguir homogeneidad, está cubierta por laminas anti-desgaste en las paredes.



Figura 1. 7 Bañera de amasadora (Verdes, 2021)

- Zona de precompresión

Dos hélices intercaladas y sincronizadas transportan y comprimen el material a través de las protecciones cónicas como se ve en la Figura 1.8. El material se comprime dentro del conjunto de peines y estrellas creando un sistema de sellado perfecto. Tiene una tapa superior fácilmente desmontable para el acceso a las piezas, observable en la Figura 1.9.

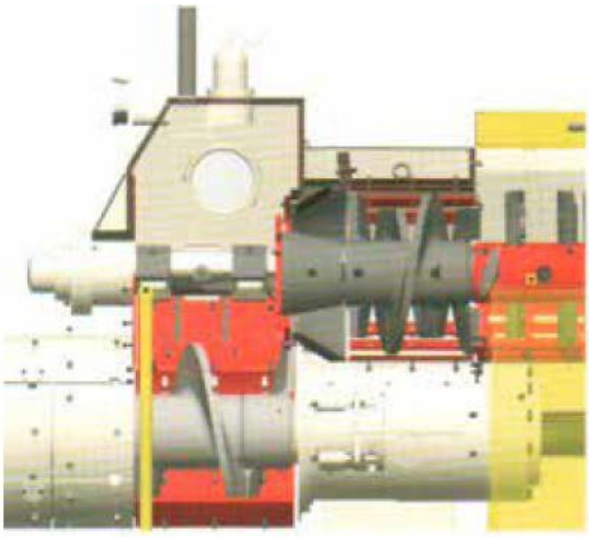


Figura 1. 8 Zona de precompresión. (Verdes, 2021)

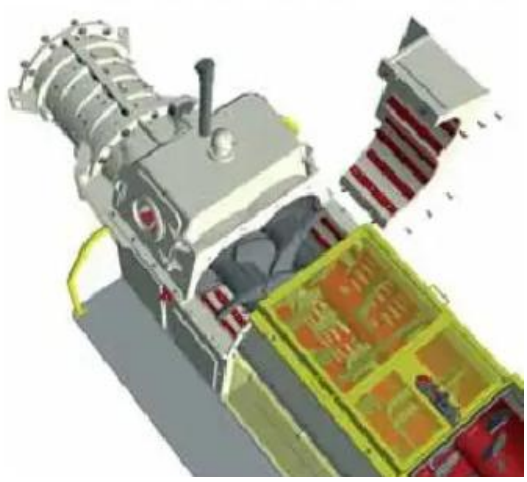


Figura 1. 9 Tapa desmontable de zona de precompresión. (Verdes, 2021)

- Cámara de vacío

Gran cámara que permite una alta eficiencia en la extracción de vacío; paredes interiores revestidas con protectores reemplazables. Tiene puertas laterales con mirillas para la inspección visual, se puede apreciar en la Figura 1.10



Figura 1. 10 Cámara de vacío. (Verdes, 2021)

- Bancada

Conjunto axial de contacto angular que absorbe la carga axial producida por la reacción de la presión de extrusión, incluye:

Rodamiento y sellos soportados sobre bujes, sistema de sellado para evitar pérdidas de vacío por el eje de hélices como se muestra en la Figura 1.11, las paredes cuentan con revestimientos protectores reemplazables.

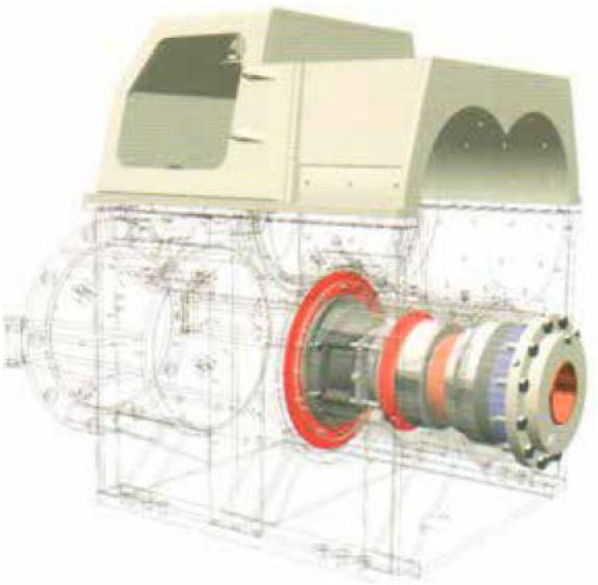


Figura 1. 11 La bancada de la extrusora incluye, rodamientos y sellos sobre un buje. (Verdes, 2021)

- Conjunto de cuerpo de hélice

Cuerpo con bisagras para una mejor accesibilidad para mantenimiento y reemplazo de piezas, como se muestra en la Figura 1.12, interior forrado con protectores con resistencia al desgaste.

Las hélices cuentan con eje de acero de alta resistencia, y las hélices cuentan con recubrimientos resistentes al desgaste, visibles en la Figura 1.13, la punta cuenta con diferentes configuraciones para optimizar la distribución de presión y flujo del material.

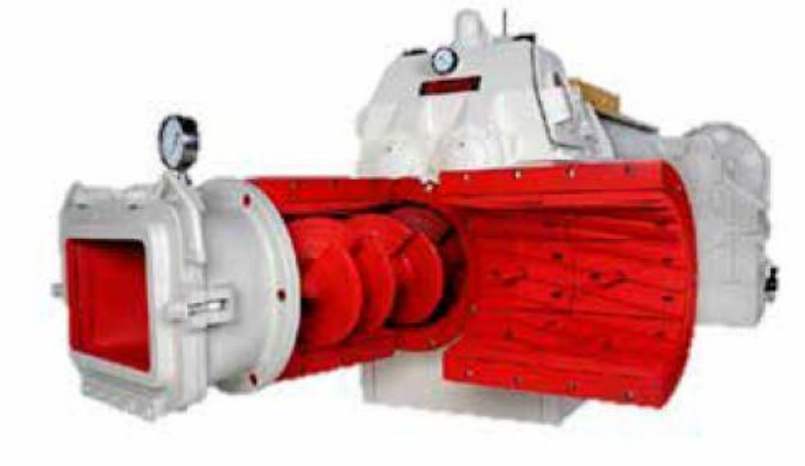


Figura 1. 12 Conjunto de hélice con cuerpo con bisagras para accesibilidad. (Verdes, 2021)



Figura 1. 13 Hélices de acero, con punta para diferentes configuraciones. (Verdes, 2021)

- Recambios

Las piezas susceptibles al desgaste están diseñadas para su rápida sustitución, entre estas se encuentran.

Amasado: palas de amasado y suplementos, ´protectores de ejes, protectores de tina. Todos visibles en la Figura 1.14.



Figura 1. 14 Recambios de palas de amasado, protectores de eje, protectores de tina de izquierda a derecha respectivamente.

Precompresión: hélices de precompresión, protectores cónicos, costillas, conos obturadores. Como los que se muestran en la Figura 1.15.



Figura 1. 15 Recambios de hélices de precompresión, protectores cónicos, costillas y conos obturadores, de izquierda a derecha respectivamente. (Verdes, 2021)

Vacío: estrellas, peines. Como los que se muestran en la Figura 1.16.



Figura 1. 16 Recambios de estrellas y peines respectivamente. (Verdes, 2021)

Extrusión: protectores de cuerpo de hélices, corta barros, hélices. Visibles en la Figura 1.17.



Figura 1. 17 Recambios de protectores de cuerpo de hélice, corta barros y hélices, de izquierda a derecha respectivamente. (Verdes, 2021)

Rehabilitación de equipo industrial

La rehabilitación de maquinaria es el proceso integral de mantenimiento, reparación y modernización de equipos industriales para extender su vida útil, mejorar su eficiencia y productividad, y reducir costos frente a la compra de maquinaria nueva.

Para la recuperación de equipo que se ha dejado de utilizar hace tiempo implica un proceso de evaluación, limpieza, reparación y modernización para devolverle funcionalidad, eficiencia y vida útil, promoviendo la economía circular mediante la reutilización, reacondicionamiento o

reciclaje de materiales, y abarcando desde el mantenimiento overhaul hasta la remanufactura completa, generando ahorros y beneficios ambientales.

Proceso general

1. **Planificación y Evaluación**: Identificar equipos, evaluar riesgos, determinar métodos de recuperación y analizar su viabilidad técnica y económica.
2. **Preparación y Descontaminación**: Limpieza profunda del área y el equipo, eliminando materiales peligrosos para un entorno seguro.
3. **Desmontaje y Análisis de Componentes**: Desarmar el equipo para evaluar el estado de cada pieza y determinar cuáles pueden reutilizarse, repararse o deben reciclarse.
4. **Reparación y Mantenimiento Mayor**: Realizar mantenimientos correctivos y preventivos, como el mantenimiento "Overhaul" (cero horas) para dejarlo como nuevo.
5. **Actualización Tecnológica (Remanufactura)**: Modernizar sistemas, añadir nuevas funcionalidades y mejorar prestaciones para optimizar la eficiencia y productividad.
6. **Reensamblaje y Puesta en Marcha**: Montar, conectar y verificar el correcto funcionamiento del equipo rehabilitado.

Corte por plasma

El corte por plasma es un proceso de fabricación de metal que utiliza gases ionizados calentados a temperaturas superiores a 20,0000 °C para fundir materiales metálicos. Este gas, expulsado a alta presión, funde el material y lo elimina del corte.

Es importante tener en cuenta que este proceso solo funciona en materiales conductores de electricidad como acero inoxidable, cobre, aluminio y otros metales. Un ejemplo de como es este tipo de corte se puede observar en la Figura 1.18.



Figura 1. 18 Maquina de corte por plasma. (Chan V. 2023, *Comprender el corte por plasma: principio de funcionamiento y ventajas* [Fotografía])

Funcionamiento

El proceso de corte por plasma implica el uso de calor para fundir un metal en lugar del corte mecánico. Los cortadores de plasma funcionan enviando un arco eléctrico a través de un gas. Este gas luego pasa a través de una abertura restringida (boquilla) como la que se muestra en la Figura 1.19. La apertura restringida hace que los gases se escurran a través de ella a gran velocidad, formando plasma. Cortar una pieza de trabajo implica someter la punta de corte del cortador de plasma a la pieza de trabajo. También tenga en cuenta que, debido a la conductividad del plasma, es necesario conectar la pieza de trabajo al suelo a través de la mesa de corte.

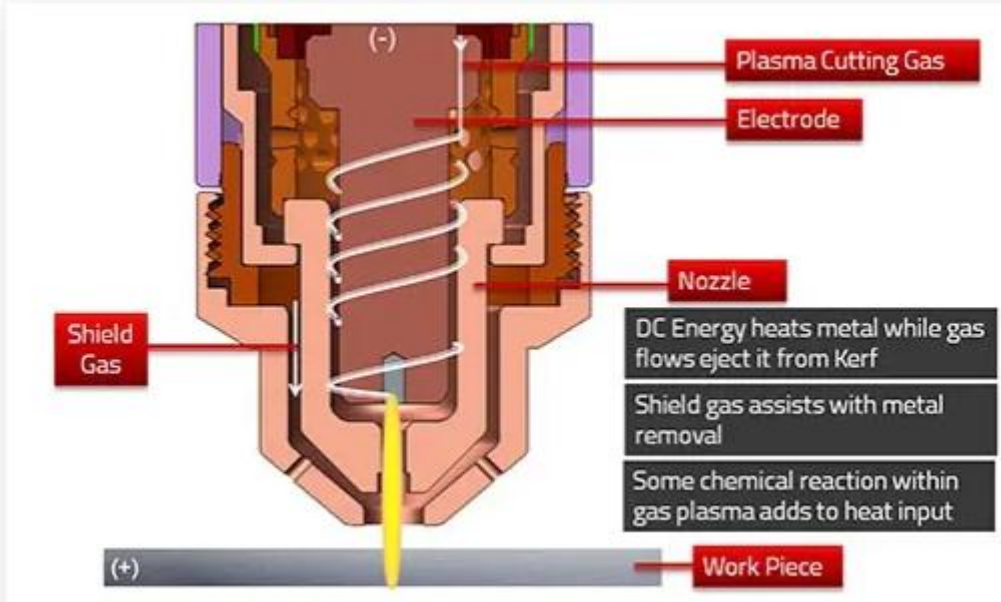


Figura 1. 19 Boquilla de corte por plasma. (Chan V. 2023, *Comprender el corte por plasma: principio de funcionamiento y ventajas* [Imagen])

No todos los sistemas de corte por plasma funcionan de la misma manera. Sin embargo, hay tres tipos de procesos de corte.

Contacto de alta frecuencia: Este es un formulario de bajo presupuesto. Además, debido al riesgo de interferencia con equipos modernos debido a su alta frecuencia, este proceso no está disponible para cortadoras de plasma CNC. El corte por contacto de alta frecuencia implica el uso de chispas de alta frecuencia y alto voltaje: la chispa se forma cuando la antorcha de plasma entra en contacto con el metal cortado. El contacto cierra el circuito, inicia la chispa y crea el plasma que se usa para cortar.

Arco piloto: En este proceso de corte, la creación de chispas ocurre dentro de la antorcha a través de una combinación de circuito de baja corriente y alto voltaje. Esta chispa facilita la creación de un arco piloto, una pequeña cantidad de plasma. Al entrar en contacto con la pieza de trabajo, la cortadora de plasma crea el arco de corte, lo que permite que el maquinista u operador comience el proceso de corte.

Cabezal de antorcha de plasma con resorte: Para crear un cortocircuito, los operadores presionan la antorcha contra la pieza de trabajo. Con un cortocircuito creado, la corriente comienza a fluir. Para establecer el arco piloto, los operadores liberan la presión.

El tipo de gas utilizado durante el proceso depende del método de corte, el material de corte y el espesor. Además de asegurar la formación de un chorro de plasma, el gas utilizado también debe ayudar a expulsar el material fundido y el óxido del corte. Los gases más comunes utilizados para el corte por plasma incluyen;

Argón: El argón es un gas inerte y su arco de plasma es estable. La estabilidad significa que este gas apenas reacciona con ningún metal a altas temperaturas. Los electrodos y las boquillas que se utilizan para el corte con argón suelen tener una vida útil más larga que los que se utilizan con otros gases.

Nitrógeno: El nitrógeno tiene una mejor estabilidad del arco de plasma y un chorro de mayor energía que el argón, especialmente con un suministro de voltaje más alto. Además, forma una escoria mínima en los bordes inferiores de la incisión, incluso cuando se cortan metales como aleaciones a base de níquel y acero inoxidable que tienen una alta viscosidad.

Carga Aérea: El aire contiene un 78 % de nitrógeno y un 21 % de oxígeno por volumen, lo que lo convierte en un gas adecuado para el corte por plasma. El componente de oxígeno del aire lo convierte en uno de los gases más rápidos utilizados para cortar acero con bajo contenido de carbono. Además, dado que el aire está en todas partes, es un gas económico para trabajar.

La desventaja es que el electrodo y la boquilla utilizados para este proceso suelen tener una vida útil corta, lo que aumenta los costos y reduce la eficiencia. Además, el uso de aire como gas independiente es problemático, ya que provoca la acumulación de escoria y la oxidación del corte.

Oxígeno: Al igual que el aire, el oxígeno también aumenta la velocidad de corte de acero con bajo contenido de carbono. El uso de corte por arco de plasma de alta energía y temperatura para el oxígeno aumenta su velocidad. Sin embargo, para usar oxígeno, es mejor combinarlo con electrodos que sean resistentes a altas temperaturas y a la oxidación.

Hidrógeno: El papel del hidrógeno es a menudo como gas auxiliar para mezclar con otros gases de corte por plasma. Una de las combinaciones más comunes es hidrógeno y argón, que produce uno de los gases más potentes en el corte por plasma.

Roladora de lamina

Una Roladora de Lámina es una máquina utilizada en la industria metalmecánica para doblar láminas de metal, como acero, aluminio y hierro, entre otros materiales. Esta máquina es esencialmente una prensa que se utiliza para dar forma a láminas metálicas planas, en diversas configuraciones como:

- Curvas.
- Cilíndricas.
- Cónicas o espirales.

Dependiendo de las necesidades de fabricación.

La Roladora de Lámina es común en talleres de fabricación, industrias de construcción, industrias automotrices y otros sectores donde se requiere la formación de piezas de metal para diversas aplicaciones.

El funcionamiento básico de una Roladora de Lámina implica pasar la lámina de metal entre dos rodillos, uno fijo y otro móvil, mientras se aplica presión. El rodillo móvil se ajusta gradualmente para cambiar la forma de la lámina según las especificaciones requeridas. Las máquinas pueden ser manuales, semiautomáticas o completamente automáticas, dependiendo de la complejidad de la tarea y la producción requerida.



Figura 1. 20 Roladora de lámina. (Kayka, 2026, *Roladora Eléctrica de Lámina de 51"* [Imagen])

Procedimiento

Descripción de estado de la extrusora 069 de talleres Felipe Verdes S.A., 1987

Se realiza una inspección al inicio del periodo para conocer el estado del equipo y gracias a que hay otra extrusora en la planta, se puede conocer la forma en que opera la extrusora y los elementos que faltan en el equipo a restaurar, y con la ayuda del mecánico Erick López, quien fue el guía en las actividades ya que el trabajo con estos equipos, y conoce cada elemento de la extrusora.

El estado de la extrusora se puede apreciar en la Figura 2.1, aunque solo muestra la mitad del equipo es la parte que necesitó de la atención, debido a que la otra parte que refiere al reductor y polea, ya han tenido su propia corrección al ser reparado y armado con anterioridad.



Figura 2. 1 Extrusora monoblock 069, bancada y orificio de flecha de hélices.

Se puede observar que la maquina presenta algunas partes oxidadas, y ha acumulado polvo a lo largo de los meses en los que se ha mantenido en espera de mantenimiento, se pudo observar placas y costillas desgastadas, la tapa aun lado en el mismo estado. La cámara de

vacío en iguales condiciones, con oxido presente tierra y polvo, además de un vidrio de las compuertas estrellado.

Se encuentra una de las flechas de la amasadora, parcialmente armada, cono sus anillos, laberinto y piñón de transmisión, aun lado se encuentra la flecha de extrusión, que cuenta con laberinto y tapa.



Figura 2. 2 Vista frontal de extrusora.

En la Figura 2.2 se puede observar la parte frontal de la extrusora donde las compuertas del área de extrusión están abiertas, aquí se puede ver las placas con mejor detenimiento, y en una inspección de cerca se pudo observar que las mismas están desgastadas por el trabajo que ha realizado antes de parar. También se observa el silicón que se encuentra alrededor de la zona de contacto del cañón. Cada que se abre el cañón de la extrusora se debe de agregar silicón en las zonas de contacto para así, evitar que entre aire ya que esta trabaja en vacío.



Figura 2. 3 Tina de amasadora.

En la Figura 2.3 se puede observar la tina de la amasadora que cuenta con placas en mal estado además de que fue usada de momento como contenedor de cartón, tiene pintura en mal estado y presenta un poco de oxido, además de residuos de la tierra con la que trabaja y sus aditamentos.



Figura 2. 4 Caja de reductor de amasadora, cubierta por plástico para evitar la entrada de tierra.

En la Figura 2.4 se tiene una vista al reductor y polea de la extrusora, como se comentó al inicio esta parte ya ha tenido servicio en la primera mitad del año 2025, se pude ver como tiene silicón nuevo, colocado al ser armado, y un plástico que lo protege del polvo y tierra los engranes, ya que tiene las aberturas donde se colocan las flechas de la amasadora, no tiene aceite, ya que este coloca hasta que la extrusora vaya a trabajar.

Rodamiento de eje de hélices



Figura 2. 5 Rodamiento cónico, es parte de la bancada. (SKF. 2026. *29320 E* [Imagen])

El rodamiento de flecha de hélices llego antes de iniciar mi periodo de residencias, como se ha indicado, se trabajó desde inicio de año con la extrusora para su renovación, por lo cual no hay evidencia fotográfica del armado del rodamiento, y solo una breve descripción del procedimiento.

El rodamiento es de tipo cónico, de medidas especificadas en el manual (Anexo1). El buje de este rodamiento se limpió con una rueda flap y mototool debido a que presentaba un poco de oxido. El rodamiento se colocó sobre el buje de aproximadamente 0.5m de largo, con la ayuda de una prensa hidráulica como la que se muestra en la Figura 6, se usó un lubricante de cadena para ayudar al deslizamiento del rodamiento a través de este hasta la posición requerida, además de colocar sus sellos para evitar pérdidas en vacío. Cuando se terminó este proceso se embalo para un almacenamiento temporal, como se muestra en la Figura 2.6.



Figura 2. 6 Rodamiento cónico y sellos sobre el buje embalado.

Se coloco plástico para embalar, y se llevó a la misma ubicación donde se encuentra la extrusora y dos de tres de sus flechas.

La colocación del rodamiento en la extrusora se efectúo poco tiempo después, con ayuda de un polipasto, un puente y un tubo que ayudo en la sujeción.

Para este paro se preparó la extrusora, como ya se ha comentado, esta tiene contacto continuo con tierra debido al giro de la empresa, y un poco de oxido por el material, por lo cual se limpió el área donde se ensambla.

Con ayuda de aire comprimido, se dispersó la tierra acumulada y con ayuda de trapos y solvente para limpiar se terminó de despejar el área de tierra y polvo. Con un mototool y rueda flap se limpió el área del oxido que pudiera tener en su interior y se obtuvo como resultado el mostrado en la Figura 2.7 y se pasó de nuevo un trapo por el área para despejarla de residuos que deja este.

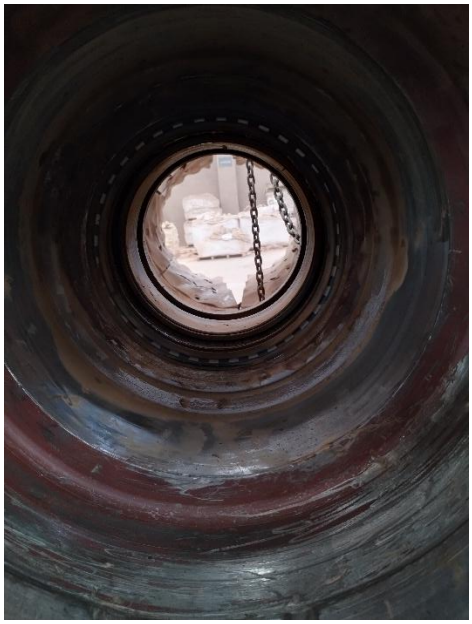


Figura 2. 7 Compartimento para buje y rodamiento de flecha de hélices.

Se colocan los retenes del rodamiento y se les aplico grasa. A continuación, se utilizó un polipasto colocado sobre un puente para colocarlo al inicio de la entrada del eje, se le atravesó un tubo y se colocó en posición para ser introducido en el segmento correspondiente.

Para este paso se utilizó un porta power, y unos soportes que alcanzaran la base sólida del rodamiento, es decir donde no pueda dañar los rodillos ni cerca del mango, además de un pequeño canal para empujar el rodamiento hasta la posición adecuada como se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2. 8 Colocación de buje y rodamiento de eje de hélices.

Se colocó grasa en los rodillos, para tener una correcta lubricación y así estar preparado para cuando se ponga la flecha. Se colocaron bolsas en la entrada y salida del cañón como se puede ver en las Figuras 2.9 y 2.10, y se colocó grasa y después trapos en la posición de los retenes, que tienen contacto con el exterior debido a que la extrusora en su estado no contaba con las tapas correspondientes, así evitando la introducción de tierra en donde se encuentra el rodamiento ya engrasado.



Figura 2. 9 Cubrimiento de entrada trasera de flecha de hélices con bolsa para evitar que entre tierra.



Figura 2. 10 Cubrimiento de entrada posterior de flecha de hélices para evitar la entrada de tierra.

Limpieza

Se limpio el área inferior de los que sería la cámara de vacío, y el área de compresión. Nuevamente se aplicó aire comprimido sobre la extrusora para despejar de tierra, y se quitaron las placas que esta tenía y necesitaban ser reemplazadas.

Para desprender las placas se quitaron los tornillos que las sujetaban y se golpearon con ayuda de un cincel y martillo, hubo complicaciones en este paso debido a que había un tornillo degollado, es decir se partió la cabeza del cuerpo, por lo cual se procedió a fundirlo con ayuda del equipo de oxicorte. Se quitaron las arandelas de Nylamid como las mostradas en la Figura 11 del exterior del cuerpo de la extrusora y se limpió el silicón que ocupan para sellar estos orificios.



Figura 2. 11 Arandelas de Nylamid

Se limpio el interior de la cámara, con una espátula para desprender lo que quedaba de tierra y se le paso una carda con ayuda de la pulidora para quitarle de igual forma tanto el óxido como el resto de silicón, que quedaba, de igual forma se limpió el exterior donde se encontraban los Nylamid para retirar el silicón restante.

Después se aplicó una capa de primer rojo en la superficie donde van las placas para evitar la oxidación para el momento en que se coloquen las placas.

Creación de placas

Para la creación de nuevas placas, se midieron las que se retiraron y se sacaron las medidas para la creación de una calca y así poder dar las dimensiones correspondientes para el corte. Para hacerlo se ocuparon gis, rayador de placa, compas, escuadra como se ve en la Figura 2.12 además de planta de corte de plasma.



Figura 2. 12 Media luna de extrusora en mal estado.



Figura 2. 13 Trazo de nueva media luna en placa de 3/8 de pulgada.

El grosor de la placa utilizada es de 3/8 de pulgada, para las placas que se utilizan en las medias lunas y cámara de vacío.

Los trazos antes del corte se pueden visualizar en la Figura 2.13.

Una vez cortada se le aplico una capa de primer de color rojo para cuidar la superficie, y se barreno con broca y taladro de banco, dando como resulta obtenido el que se muestra en la Figura 2.14.



Figura 2. 14 Medias lunas pintadas y barrenadas.

Para las placas que van en el cañón en el área de compresión, se utilizaron placas de ½ pulgada. Para calcular la superficie a ocupar en este tipo de placa, se requirió de hacer medición en el tamaño del cañón, lo que nos dejó con los siguientes cálculos.

Teniendo un diámetro interno de X cm, calculamos el perímetro de la circunferencia con la formula:

$$P_1 = \pi * d \ \therefore P = \ \pi * X$$

Y esa distancia la dividimos entres 6 que son el número de placas que se ocupan para rodear toda la superficie del cañón en la parte frontal. En cuanto al área correspondiente a la parta interna, debajo de la cámara de vacío, el diámetro cambia ya que es unos milímetros más chicos, y el resultado obtenido se divide entre 4.

Además, en esta parte solo se ocupan tres placas, ya que la cuarta correspondería a la parte superior, y esta no va ya que ahí es donde se conecta el área de compresión con la cámara de vacío.

Las placas se mandaron a rolar, en una roladora ubicada en el taller de Planta 1 de la empresa. Para ello solo se debe especificar el diámetro en queremos que la placa sea curvada los segmentos que se utilizaron fueron cortados con ayuda de la máquina de corte plasma.

Ya teniendo la placa curvada se cortó en segmento con ayuda de una plantilla, que tiene las medidas correspondientes al cálculo mencionado en la ecuación anterior dividido entre 4 y entre 6 respectivamente. El corte se efectuó como se muestra en la Figura 2.15.



Figura 2. 15 Posición de placa curvada para corte con plasma.

En la Figura 2.15 se puede apreciar, como se asegura a la placa con un sargento para evitar que se gira a un lado y un polín para evitar que se mueva, en cuanto a las pinzas de cangrejo, ayudan a sostener una pequeña placa que sirve como regla que ayuda en el trazo de un corte recto.

Después con la ayuda de la misma plantilla se marcaron los puntos para barrenar las placas, en el tamaño de un tornillo de 10 mm de diámetro de cuerda. Los barrenos se efectuaron en el taller de torno ubicado en el mismo edificio. El resultado se ve como en la Figura 2.16.



Figura 2. 16 Placa curvada y barrenada.

Posterior a tener las placas ya barrenadas se pasó a efectuar el avellanado en los mismos barrenos como se muestra en la Figura 2.17 para darle la forma del tornillo que se utiliza, ya que al ir en la parte interna de la extrusora, no pueden sobresalir las cabezas de los tornillos ya que debido a la fricción estos se desgastarían y después sería difícil quitarlos, además los tornillos de cabeza plana deben contar con soldadura alrededor del avellanado, como extra para que se desgaste primero este cordón de soldadura antes que la placa y el mismo tornillo.



Figura 2. 17 Placa de cañón de extrusora con avellanado.

En cuanto a las placas del área inferior de la cámara de vacío, se marca el área donde se agrega soldadura para aumentar la resistencia superficial, ya que, debido a la exposición de tierra y el trabajo de la hélice, esta trabaja como abrasivo y desgasta más rápido la placa. La superficie marcada se puede observar en la Figura 2.18. el tipo de soldadura aplicada es de tipo UTP 65.



Figura 2. 18 Marca de gis, donde se aplica soldadura para refuerzo superficial.

Para la colocación de las placas se sopleteo la superficie de la extrusora y se le aplico una capa de primer rojo oxido. Unos días antes de la colocación de esas placas, se encargaron las arandelas de Nylamid, las fueron maquinada en el taller de torno. Los tornillos ocupados para la colocación de las placas son de 10mm de diámetro de cuerda, variando en cuanto a la longitud desde 50 mm a 60 mm dependiendo de la parte donde se coloque la placa y tipo Allen, cabeza plana como el que se muestra en la Figura 2.19.



Figura 2. 19 Tornillo Allen de cabeza plana. (Tornifast, 2022, T*ornillo Allen Cabeza Plana nc 24h Pavonado 3/16x1*[Imagen])

Para colocar las placas se requirió de un desarmador, o botador que sirviera de apoyo para sostener y pivotear las placas hasta la posición adecuada y la que mejor sirve para girar las tuercas de forma cómoda. Se aplica un hilo de silicón en el interior del barreno, y en el Nylamid, se coloca el tornillo y tuerca, y después de apretar se aplica una capa delgada de silicón alrededor de la cabeza para cubrir la separación de este con la placa y sellar cualquier fuga que pudiera quedar. En la Figura 2.20 se puede ver como quedan las placas atornilladas en el área de compresión y como se ve la capa de primer rojo a lo largo del cañón, también se puede observar el área exterior ya limpia de silicón al haber pasado la pulidora con carda de copa.



Figura 2. 20 Área de compresión con placas y capa de primer rojo.

El proceso se repitió con el resto de las placas, y medias lunas que se encuentran en la cámara de vacío. Los resultados se pueden observar en las Figuras 2.21 y 2.22.



Figura 2. 21 Placas de la cámara de vacío ya colocadas.



Figura 2. 22 Placas colocadas a lo largo del área de compresión.



Figura 2. 23 Vista externa de los tornillos con silicón.

En la Figura 2.23 se puede observar cómo están los tornillos ya apretados y con silicón alrededor de ellos, para asegurar el sellado, por que como ya se ha mencionado, la extrusora trabaja en vacío.

Para las placas del área de precompresión y su tapa se ocuparon placas que se encontraban en el almacén de la empresa, además de las costillas que las acompañan, y ya estaban barrenadas y avellanadas. Se le aplico una capa de primer a las placas y se llevaron a la extrusora como se observa en la Figura 2.24.



Figura 2. 24 Placas y costillas para el área de precompresión.

Al igual que en el cañón estas placas se colocaron con el mismo tipo de tornillo, Nylamid y silicón. El resultado se puede ver en la Figura 2.25. En la colocación de estas costillas se debe prestar atención ya que la distancia en los barrenos a los extremos no es la misma.



Figura 2. 25 placas y costillas colocadas en el área de precompresión.

Con la tapa se efectuó de la misma forma, al igual se limpio la superficie, y le aplico una capa primer color rojo. La Figura 2.26 muestra la tapa con las costillas colocadas. En la colocación

de estas costillas se hizo cierta modificación debido a que las costillas sobresalían de los extremos, por lo cual se realizó un corte que tenga el ángulo de la tapa para así estas no sobresalgan, adicional a una pasada con la pulidora y disco de desbaste para eliminar imperfecciones y quedar lisa y plana la superficie.



Figura 2. 26 Tapa de zona de precompresión, con placas y costillas colocadas.

Colocación de flecha de hélices

El siguiente paso es la colocación del eje de la flecha de hélices la cual ya se encontraba aun lado de la extrusora, para colocarla se ocupó limpiarla con ayuda de mototool y rueda flag para quitarle el óxido que pudiera tener, además de limpiarla con un trapo para quitar la tierra. Se quitaron las bolsas a los compartimentos y se le puso la tapo posterior como se ve en le Figura 2.27. Debido a las dimensiones que tiene esta se necesitó el uso de una grúa que la cargara y pudiera colocarla en posición. La flecha se introdujo por la parte frontal de la extrusora, y se dejó a cierta distancia de la flecha que sale de la caja de reducción, como se muestra en la Figura 2.28.

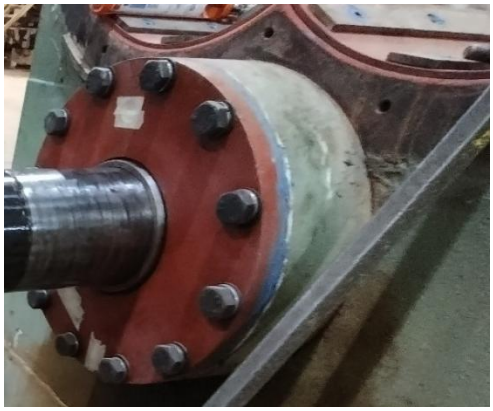


Figura 2. 27 Tapa de compartimento de buje de flecha de hélices.

Se aplico silicón y se aprietan los tornillos de la tapa. Para conocer la distancia de separación entre las flechas se mide el interior del acoplamiento que une los dos ejes, esta separación se ve en la Figura 2.28.

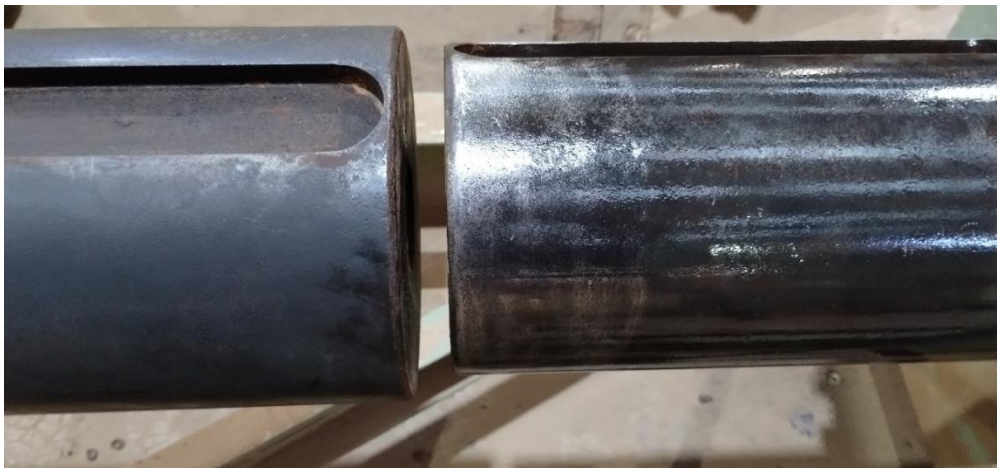


Figura 2. 28 Separación de ejes para colocación de acoplamiento.

En la Figura 2.28 se puede observar que los cuñeros no coinciden entre sí, pero para colocar el acoplamiento es necesario que estos coincidan. El acoplamiento consta de dos partes, así que, para colocarlo en posición, se usó un soporte para sostener la parte inferior del acoplamiento, en cuanto a la parte superior al colocarla ya la carga la flecha lo cual no genero

más problema, después de ello, se colocaron los tornillos y se apretaron con ayuda de la pistola neumática como se ve en la Figura 2.29.



Figura 2. 29 Acoplamiento para unir los ejes de flecha de hélice, y pistola neumática.



Figura 2. 30 Vista frontal de extrusora con eje de hélices colocado.

En la Figura 2.30 se puede ver una vista frontal de la flecha ya colocada en el cañón de compresión. Debido a ciertas situaciones se colocó grasa en el interior de la tapa frontal y para tener un sello y no hay perdidas en la cámara de vacío.

Flecha conducida

En cuanto a las flechas de la amasadora, la motriz ya está preparada para ensamblarse en la caja del reductor, pero en cuanto al eje conducido este se preparó de la siguiente forma.

Se uso uno de los ejes de que ya había en existencia en el almacén, este con ayuda de la grúa se llevó hasta al taller, donde se colocaron los rodamientos, tapas, laberintos y piñón. Algunos de estos elementos se pueden ver en la Figura 2.31.



Figura 2. 31 Elementos de flecha conducida de la amasadora de la extrusora. (Retenes, tapas, rodamientos y cuña).

La flecha se colocó sobre unos soportes con los cuales es posible girarla sobre su propio eje, se le quito el embalaje que traía y se limpió con trapos y solvente. Primero se colocaron la tapa y el laberinto hasta que estos tuvieron contacto con el anillo de separación como se puede ver

en la Figura 2.32, después con ayuda de un porta power se colocó el primer rodamiento seguido del piñón conducido el cual es el mostrado en la Figura 2.32.



Figura 2. 32 Piñón de eje conducido.

En este paro hubo cierto problema con la cuña debido a que esta no entraba en el cuñero de la flecha, lo cual resulto en rebajar un lado de la cuña para que pueda entra sin problema. Parte del proceso se puede ver en la Figura 2.33.



Figura 2. 33 Laberinto y tapa de flecha conducida.

Después de tener el piñón en su posición, se colocó el rodamiento del extremo. Al finalizar se embalo la flecha y se llevó a Planta 2, donde se encuentra la extrusora, lista para colocarse

en su lugar. Debido al tiempo de la foto, esta acumulo un poco de tierra sobre ella, pero fue tomada al poco tiempo de llevarse a Planta 2.



Figura 2. 34 Eje de flecha conducido embalado y en planta 2.

Cámara de vacío

La cámara de vacío que estuvo junto a la extrusora fue llevada al taller, en el estado que se muestra en la Figura 2.35.



Figura 2. 35 Cámara de vacío.

La cámara al ser llevada al taller y ser evaluada requería de cambiar las soleras que tenía en los márgenes de las compuertas, así que con el equipo de oxicorte se quitaron estas soleras ya desgastadas y con la pulidora y disco de desbaste se eliminó el resto de soldadura que quedaba en los márgenes. Posterior a eso, me cortaron soleras de la misma longitud y se soldaron en los márgenes donde corresponden. Estas soleras al estar en contacto igual con la tierra sufren de desgaste por lo cual, se cubren de soldadura, como en el caso de las placas, por lo cual el resultado se puede ver en la Figura 2.36.



Figura 2. 36 Cámara de vacío con nuevas soleras y recubiertas de soldadura.

Al terminar la cámara, fue llevada de nuevo junto a la extrusora.

Tina

La tina que se presenta en un estado inicial como la vista en la Figura 2.37. Fue necesario retirar las placas que ya tenía y pasar la superficie con la carda para limpiar, posterior a eso se le aplico una capa de primer rojo, para su cuidado y posterior ensamble de las placas que necesita.

Las placas fueron cortadas con ayuda del corte por plasma como se muestra en la Figura 2.38 y se mandaron a curvear con la roladora como con las placas del cañón.



Figura 2. 37 Tina de amasadora en su estado inicial.



Figura 2. 38 Placas para tina de amasadora, listas para curvear.

La Figura 2.39 muestra la tina pintada aun lado de la extrusora.



Figura 2. 39 Tina con una capa de primer, colocada a un lado de la extrusora.

Pasos para continuar con la rehabilitación de extrusora 069

Debido al tiempo y los componentes que se requieren para armar por completo la extrusora no se pudo completar en el lapso propuesto, con lo cual dejo los siguientes comentarios:

1. Para completar el ensamblado de la extrusora se necesitan componentes, por lo cual sería conveniente crear una lista para conocer cuales faltan y poder solicitarlos, y cuales se encuentran en el almacén. En el caso de los que están en espera, como lo son las placas de las tinas que aún les falta barrenar y avellanar, se debería generar un espacio de tiempo en el cual se pueda completar ese trabajo.
2. Se debe verificar que los componentes que se encuentren ya en el almacén de la planta concuerden en cuanto a dimensiones, es decir, que encajen con el chasis de la

extrusora, ya que, por ejemplo, se encuentran los protectores cónicos de las flechas, pero estos no encajan en el chasis debido a que son más grandes que los espacios en donde se ensamblan.

3. A la hora de ensamblar se podría considerar observar el manual, para asegurarse de que la posición de todos los elementos sea la correcta y no haya problema en caso de necesitar reemplazarlo más adelante.
4. Generar un plan o cronograma para el ensamble de los demás componentes, en la estructura que se pueden resumir en:

   Colocar placas en la tina de amasadora y colocar está en el cuerpo de la extrusora.

   Colocar protecciones cónicas y protectores de eje de las flechas de la amasadora.

   Colocar los ejes de flecha de la amasadora, prestar atención a la sincronización por la posición de los piñones.

   Colocar los elementos individuales de los ejes como lo son palas de amasado, hélices de precompresión, palas de introducción, así como de los elementos que los rodean corta barros, peines y estrellas.

   Colocar las hélices de galletera y sus corta barros.

   Colocar la cabina de cámara de vacío, y la tapa de precompresión.

Conclusiones

La rehabilitación de maquinaria es un proceso interesante ya que para poder determinar que se necesita, hay que revisar la maquina en su totalidad lo cual nos permite conocer cada elemento que lo compone y cualquier detalle que esta pueda tener. Trabajar con la extrusora me hizo darme cuenta de la gran cantidad de componentes que tener una máquina que hace un trabajo que en cierta forma pueda parecer sencillo a simple vista. Como estudiante no siempre dimensionamos todos los elementos que son necesarios para que cierto equipo realice un trabajo, atribuyéndolo a que casi siempre se trabaja con proyecto pequeños y se tiene poco acercamiento con la industria real.

La extrusora de la empresa ha tenido un largo periodo de estar parada, lo cual no precisamente es malo, ya que resulta en que la extrusora que actualmente se ocupa no ha tenido un percance mayor, con el cual sea necesario un mantenimiento correctivo que requiera de mucho tiempo, al grado de necesitar sustitución de extrusora.

Teniendo en cuenta la resistencia de los materiales con los que se elaboran los elementos de la extrusora, si considero importante tener almacenados piezas nuevas que se puedan intercambiar por aquellas que puedan llegar al fallo por esfuerzo, y sin las cuales la extrusora simplemente no puede trabajar. Tener una extrusora extra para intercambiar sirve, pero solo si está completa.

Considero que aprendí mucho sobre mi estancia en la empresa, y sobre el funcionamiento de la extrusora, me habría gustado verla completamente armada, pero ya no le falta mucho y en caso de que se requiera, es decir la que actualmente está trabajando tenga algún elemento dañado, se podría completar, tomándose cierto tiempo de trabajo y con las piezas de ambas para formar una unidad.

Fuentes de información

Verdes Br. (2021). EXTRUSÃO & PELETIZAÇÃO https://www.verdes.com.br/wp-content/uploads/2021/09/extrusora-monobloco-2021b.pdf

Metrics México (2026). Extrusión. https://metricsmexico.com/extrusion-2/

Casquete Baidal, C. S. (2019). Desarrollo mecatrónico del proceso de extrusión de piezas de arcilla de uso en la construcción. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, *1*(2), 18-37. Recuperado a partir de https://revista.estudioidea.org/ojs/index.php/esci/article/view/65

Beltrán, M., & Marcilla, A. (2009). *Tema 4: Extrusión.* Tecnología de Polímeros.

Chan V. (2023). Comprender el corte por plasma: principio de funcionamiento y ventajas. Rapid Direct. https://www.rapiddirect.com/es/blog/what-is-plasma-cutting/

Recircular (2023, junio) Reutilización de maquinaria industrial de segunda mano, una forma de transformar tu negocio y cuidar del planeta. https://recircular.net/blog/maquinaria-industrial-segunda-mano-reutilizacion

Recircular (2024, septiembre) Reutilización de máquinas industriales, una solución que impulsa la sostenibilidad https://recircular.net/blog/reutilizacion-de-equipos-industriales-recircular

SICMA21(2025, junio) Puesta en marcha de maquinaria industrial: checklist completo para una ejecución impecable. https://www.sicma21.com/puesta-en-marcha-de-maquinaria-industrial/

Kayka (2026) ESR-5108 Roladora Eléctrica de Lámina de 51" (130cm) para espesores de 4.5 mm (Calibre 8). Kayka Industrial. https://www.kaykaindustrial.com.mx/collections/roladoras-de-lamina/products/kayka-

industrial-esr-5108-roladora-electrica-de-lamina-de-3-rodillos-espesor-cal-8-4-5mm-x-ancho-de-51-130cm

Tornifast (2022). TORNILLO ALLEN CABEZA PLANA MM P1.50 PAVONADO 10x60. https://tornifast.com/tornillo-allen-cabeza-plana-mm-p1-50-pavonado-10x60.html

SoulCeramics (2026). ¿Qué es una extrusora de arcilla y cómo funciona? https://www.soulceramics.com/pages/what-is-a-clay-extruder#:~:text=Different%20types%20of%20clay%20extruders&text=Handheld%20clay%20extruders%20typically%20have,more%20powerful%20than%20handheld%20extruders.