



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

DEPARTAMENTO DE METAL MECÁNICA

INFORME DE RESIDENCIA:

**SUSTITUCIÓN DE MOLINOS AUGER Y OPTIMIZACIÓN DEL
SISTEMA DE RECUPERACIÓN DEL MATERIAL**

REALIZADO EN:

SILGAN DISPENSING SYSTEMS

PRESENTA:

OSVI DANIEL MARTÍNEZ PÉREZ

ASESOR INTERNO:

**ING. FERNANDO ALFONSO
MAY ARRIOJA**

ASESOR EXTERNO:

**ING. OSCAR EDUARDO
FRANCO SUAREZ**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS A 08 DE ENERO DEL 2018

Introducción

Silgan Dispensing Systems es una empresa dedicada a la elaboración de bombas dispensadoras mediante el proceso de inyección de plástico haciendo uso de poliamidas (polietileno y polipropileno), el cual se realiza por un proceso semicontinuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a alta presión y frío a través de una compuerta.

En el presente proyecto se analizará la recuperación de material, haciendo mención del proceso de trituración de plásticos en la industria de inyección, que como tal, consiste en reducir el volumen de coladas (runners) y sobrantes generados durante el proceso de moldeo de las piezas inyectadas; así como la eliminación ocasional de piezas defectuosas. Para ello pueden utilizarse diferentes tipos de equipo, cuyas características vendrán marcadas por distintos condicionantes.

La sustitución y la optimización son palabras clave en el desarrollo de este proyecto.

La sustitución es el resultado de cambiar una cosa material o inmaterial por otra, cumpliendo igual o similar función. Y cuando hablamos de optimización de recursos, en realidad nos estamos refiriendo a que los medios materiales, técnicos y humanos de los que disponemos en nuestro día a día empresarial reflejen los mejores resultados posibles en un proceso.

Para entender la problemática. Se explicará brevemente el ciclo para la elaboración de piezas plásticas y cuáles son los distintos métodos empleados en la inyección de plástico para la separación y recuperación de material. Estos sistemas están definidos en base al molde que se emplea en la máquina de inyección, siendo de expulsión en una fase, expulsión en dos fases, y expulsión separada por placa. En este caso, se pondrá un enfoque en el tercer caso, el cual corresponde a la expulsión separada por placa, para analizar el tema de la recuperación de material.

Dentro de los fundamentos teóricos se efectuará un análisis profundo acerca de los molinos utilizados en la industria para la trituración del plástico, que abarca desde su estructura; mencionando las partes de las que se componen comúnmente. Esto incluye la investigación y principio de funcionamiento de un molino pudiendo ser molinos de altas revoluciones o de bajas revoluciones. Los detalles técnicos nos ayudaran a tener una mejor perspectiva al momento de tener que hacer la selección de un molino eficiente y eficaz.

Se tratarán los antecedentes de los molinos para mejorar el concepto de su aparición en la industria.

Seguido de ello un análisis de la situación, permitirá que el planteamiento del nuevo sistema sea de manera clara y precisa, haciendo referencia a la implementación de un tipo de sistema del cual ya se usa en otras áreas.

Se buscarán métodos para obtener información dentro de la empresa para hacer un diseño eficiente de los componentes a utilizar para la correcta implementación del nuevo sistema.

Además se explicará el proceso de instalación que se realizó para el correcto funcionamiento del sistema y como puntos finales se harán comparaciones respecto al nuevo y anterior sistema. Por consiguiente se propondrán sugerencias para trabajos futuros relacionados al tema.

Índice de contenido

CAPITULO 1. Datos generales de la empresa.....	8
1.1 Silgan Dispensing Systems.....	8
1.2 Ubicación de la empresa	8
1.4 Misión	9
1.5 Visión.....	9
1.6 Valores.....	9
1.7 Organigrama.....	10
CAPITULO 2. Planteamiento del problema o área de oportunidad	11
2.1 Descripción de la problemática.....	11
2.2 Caracterización del área en que se participó.....	13
2.3 Antecedentes.....	14
2.4 La trituración en la industria de inyección de plásticos	16
2.4.1 Reducción de volumen.....	17
2.4.2 Reciclado de materiales.	17
2.5 Objetivos.....	17
2.5.1 Objetivo general.	17
2.5.2 Objetivos específicos.	18
2.6 Justificación	18
2.6.1 Impacto económico.	18
2.6.2 Impacto ambiental.....	19
CAPITULO 3. Fundamentos teóricos.....	20
3.1 Sustitución y optimización.....	20
3.1.1 Sustitución.....	20
3.1.2 Optimización.	20
3.2 Molinos para materias plásticas.....	21
3.2.1 Estructura de las máquinas.....	21
3.2.2 Molinos a altas revoluciones.	22
3.2.3 Molinos a bajas revoluciones.	23
3.2.4 Detalles técnicos.	23

3.2.5 Tamaños y potencias	24
3.3 Flujo másico.....	25
Capítulo 4. Análisis de la situación actual	26
4.1 Tipos de molde según la expulsión de runners.....	26
4.2 Sistemas de recuperación de material actualmente aplicados según el molde utilizado.....	26
4.2.1 Moldes de expulsión en una fase.....	26
4.2.2 Moldes de expulsión a dos fases.	27
4.2.3 Moldes de expulsión separada.....	28
4.3 Criterios a tomar en cuenta para el planteamiento del nuevo sistema de recuperación de material.	28
Capítulo 5. Diseño y desarrollo del sistema	30
5.1 Planteamiento y diseño del nuevo sistema de recuperación de material	30
5.2 Selección del molino adecuado	31
5.2.1 Molino Conair serie V.....	31
5.2.2 Molinos Granutec.	33
5.2.3 Molino Conair serie 6.	35
5.2.4 Molino Rapid 150 series.....	37
5.2.5 Molino MO.DI.TEC Goliath Plus.....	38
5.3 Calculo de flujo másico.	41
5.4 Molino a utilizar en el nuevo sistema de recuperación de material.....	42
5.5 Selección del soplador adecuado	43
5.5.1 Soplador de 2000 m ³ /hr.	43
5.5.2 Soplador de 1300 m ³ /hr.	43
5.6 Tolva para la recepción de runners	44
5.7 Base para sujeción de tolva.....	46
5.8 Torre – abrazadera	47
5.9 Rejilla de alivio.....	48
5.10 Tubería de PVC a usar	48
5.11 Fabricación del sistema	49
Capítulo 6. Instalación y evaluación	52

6.1 Instalación.....	52
6.2 Evaluación	55
6.3 Exposición de resultados.....	55
6.4 Sugerencias.....	57
6.5 Conclusiones	57
Bibliografía	58

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Línea del tiempo Silgan.....	8
Ilustración 2. Ubicación demográfica Silgan Dispensing Systems.	9
Ilustración 3. Organigrama de la dirección de Silgan.	10
Ilustración 4. Organigrama del departamento de ingeniería.....	10
Ilustración 5. Bombas dispensadoras.....	11
Ilustración 6. Runners o coladas.	12
Ilustración 7. Molino Auger.	12
Ilustración 8. Polvo generado por molino Auger.....	13
Ilustración 9. Distribución de la planta.	14
Ilustración 10. Tornillo de Arquímedes.	15
Ilustración 11. sistema de separación por bandas.	27
Ilustración 12. Sistema con robot neumático.....	27
Ilustración 13. Molde con placa divisora en funcionamiento.	28
Ilustración 14. Molino Conair.....	31
Ilustración 15. Molino Granutec tangencial.	34
Ilustración 16. Dimensiones y especificaciones, molino Granutec.	35
Ilustración 17. Molino Rapid serie 150.	37
Ilustración 18. Dimensiones del molino Rapid serie 150.	38
Ilustración 19. Molino MO.DI.TEC Goliath Plus.....	40
Ilustración 20. Soplador de 1.5 hp.....	43
Ilustración 21. Soplador de 1 hp.....	44
Ilustración 22. Vista lateral de tolva para volado de runners.	45
Ilustración 23. Vista frontal de tolva para volado de runners.	45
Ilustración 24. Vista isométrica de tolva para volado de runners.....	45
Ilustración 25. Vista de sección de tolva para volado de runners.....	46
Ilustración 26. Base para sujeción de tolva.	47
Ilustración 27. Torre-abrazadera para sujeción de tubería.	47
Ilustración 28. Rejilla de alivio.	48
Ilustración 29. Tubería PVC 160 mm.	48

Ilustración 30. Plano para tolva medida en mm.....	49
Ilustración 31. Plano rejilla medidas en mm.	50
Ilustración 32. Plano de base para tolva.	50
Ilustración 33. Plano para torre-abrazadera.	51
Ilustración 34. Momento en que se recibe tolva.	53
Ilustración 35. Interruptor instalado en soplador.....	53
Ilustración 36. Momentos previos a la instalación.	54

Índice de tablas

Tabla 1. Características de presentación molino Conair serie V.	33
Tabla 2. Características específicas.....	34
Tabla 3. Características de presentación molino Conair serie 6.	36
Tabla 4. Especificaciones molino Rapid serie 150.	38
Tabla 5. Datos técnicos del molino MO.DI.TEC Goliath Plus.....	40
Tabla 6. Tabla comparativa.....	56

CAPITULO 1. Datos generales de la empresa

1.1 Silgan Dispensing Systems

Es una compañía de origen estadounidense con sede en Stamford, Connecticut Estados Unidos de América. En la ilustración 1 se muestra una pequeña línea del tiempo de cómo se formó esta empresa.

Silgan Dispensing Systems es miembro de la familia Silgan Holdings Inc.. Actualmente la compañía opera 100 plantas de fabricación en todo el mundo de las cuales 11 son plantas dedicadas a la elaboración de sistemas de dispensado distribuidas estratégicamente por todo el mundo.

La principal actividad de Silgan Dispensing Systems es la fabricación de productos de plástico (bombas dispensadoras para productos de consistencia viscosa y atomizadores para productos de rocío fino) mediante el proceso de inyección de plástico, destacando en los mercados tales como: belleza, cuidado personal, cuidado de la salud, hogar y jardín.



Ilustración 1. Línea del tiempo Silgan.

1.2 Ubicación de la empresa

Circuito Exportación #371, Parque Industrial Tres Naciones segunda etapa, San Luis Potosí, S.L.P. 78395 México.



Ilustración 2. Ubicación demográfica Silgan Dispensing Systems.

1.4 Misión

Ser “los mejores en lo que hacemos” en los mercados que servimos.

1.5 Visión

Ser para nuestros clientes la primera opción siempre

1.6 Valores

- Seguridad – Nos aseguramos de la seguridad de todos nuestros empleados.
- Conducta ética – Mantenemos los más altos estándares de comportamiento ético a través de la honestidad y del trato justo.
- Trabajo en equipo – Fomentamos una cultura de respeto y colaboración.
- Actitud de ganar – Inspiramos a nuestra gente a competir y ganar.

1.7 Organigrama

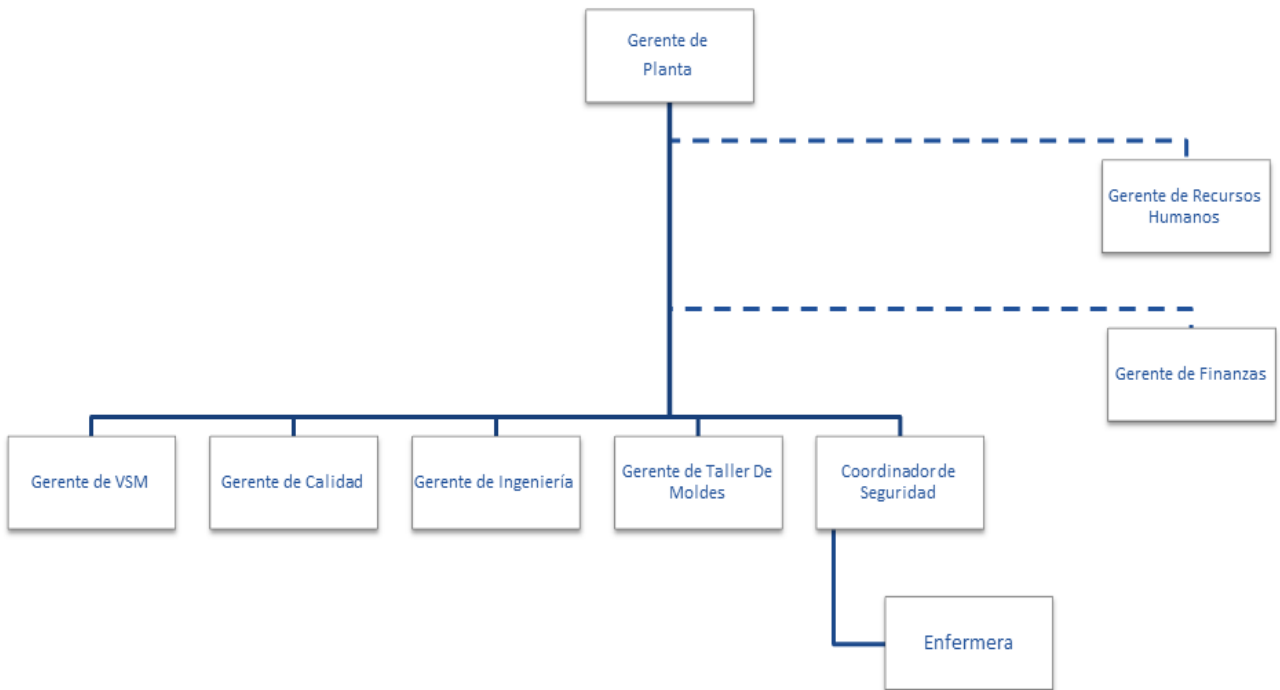


Ilustración 3. Organigrama de la dirección de Silgan.

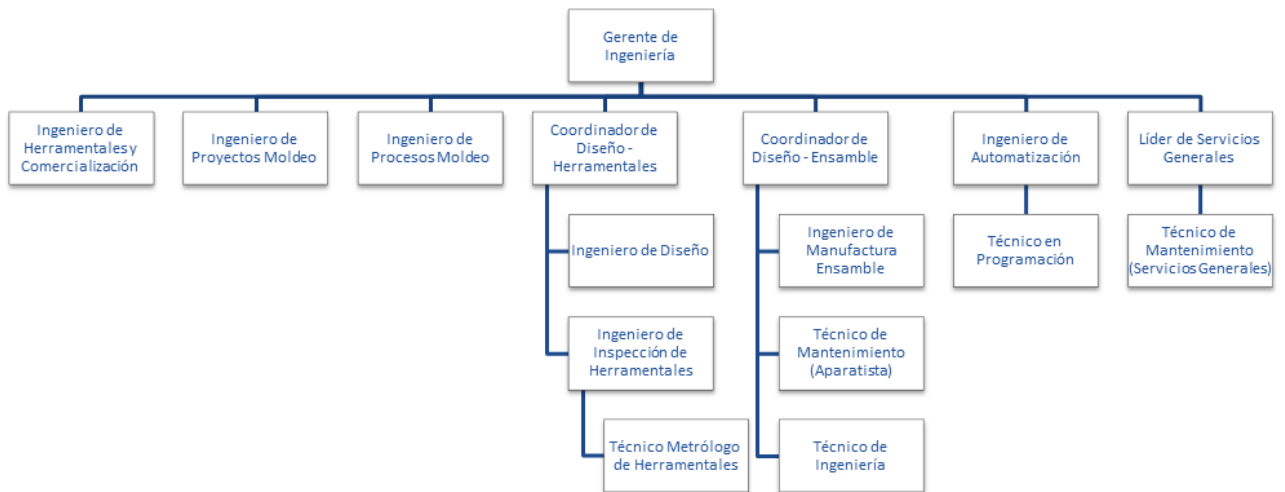


Ilustración 4. Organigrama del departamento de ingeniería.

CAPITULO 2. Planteamiento del problema o área de oportunidad

2.1 Descripción de la problemática

Silgan Dispensing Systems es una empresa dedicada a la elaboración de bombas dispensadoras (ver ilustración 5), mediante el proceso de inyección de plástico (polietileno y polipropileno); este es un proceso semicontinuo el cual consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a alta presión y frío a través de una compuerta.



Ilustración 5. Bombas dispensadoras.

En ese mismo molde el material se solidifica. Entonces al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada, se obtiene la pieza final así como los runners. Cabe mencionar que ciertos moldes contienen una placa la cual separa la pieza efectiva de los runners, no omitiendo que el proceso de extracción o expulsión en este caso se realiza mediante pines que contiene el molde y son controlados electrónicamente.

Los runners (ver ilustración 6) son un excedente de material que se obtienen durante este proceso y que en ocasiones representa hasta un 48% de material inyectado. Este excedente de material es separado por diversas formas según el molde utilizado; las cuales son enviadas a molinos que se encargan de triturar el material para luego enviarlo a una tolva para su reutilización. A este excedente de material también se le conoce como coladas o bebederos, siendo estos el canal que guía el material hasta las cavidades del molde que forman las piezas efectivas.



Ilustración 6. Runners o coladas.

Los molinos utilizados para este proceso, son molinos del tipo Auger (ver ilustración 7), este molino resulta poco eficiente como peligroso para el personal. Estos se encuentran ubicados en la parte inferior de la máquina de inyección, exactamente debajo del molde, ya que estos runners son comúnmente expulsados por los pines del molde, posteriormente caen en el molino el cual mediante el tornillo tipo sin fin lo transporta hasta la cámara de trituración en este caso para su reutilización.



Ilustración 7. Molino Auger.

Es muy común encontrarse con material molido en el piso de planta cerca del área de los molinos Auger (ver ilustración 8), debido a que el contenedor de los molinos Auger es muy pequeño, esto provoca accidentes al personal y algo muy importante, el poco aprovechamiento o la pérdida de la materia prima por lo cual se considera poco eficiente.

Otro tipo de problema que representan estos molinos es que los runners no caen de manera correcta en él y ello provoca que no sean molidos; de la misma manera causando pérdidas de material para reutilizar, y luego de acumularse una gran

cantidad de runners provoca microparos en la producción y en consecuencia pérdidas en la producción.

Además, las dimensiones de este molino no son favorables más aun cuando se necesita retirarlos para un cambio de molde en la maquina o bien sea por mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo.



Ilustración 8. Polvo generado por molino Auger.

Por ello es indispensable la sustitución de este tipo de molino, incorporando un sistema eficiente y que brinde mayor seguridad al personal.

2.2 Caracterización del área en que se participó

De la ilustración 3 y 4 se puede observar la dirección y la estructura del departamento de ingeniería la empresa, ahí se muestra la estructura tanto jerárquica como departamental que constituye a Silgan Dispensing Systems. En este caso el área o departamento de ingeniería es donde se llevó a cabo este proyecto en colaboración con el ingeniero de proyectos moldeo, arrojando beneficios directos al área de producción e indirectamente al área de mantenimiento, así como al personal que ahí se involucra (asociadas, mixers, líderes técnicos).

Durante la estancia en Silgan Dispensing Systems, se planeó, se diseñó y se llevó a cabo la instalación de un nuevo sistema que envía el material a moler, empleando algunos de los recursos con los cuales la planta ya cuenta; en este caso los runners, a los molinos de manera eficiente y segura. Aunque para ello fue necesario monitorear e involucrarse en el área de producción para conocer cómo

funciona el proceso completo de inyección de plástico en esta empresa, ya que es ahí donde se planeaba presentar el beneficio directo. Cabe destacar que el problema que muestran estos molinos, comenzó desde su aplicación, sin embargo se había tratado de minimizar uno de los riesgos que representa, así como la pérdida de material para moler y probabilidad de accidentes al personal que se expone a trabajar cerca del área donde se encuentran; colocando guardas de plasticartón o de policarbonato, pero no mostraban resultados convincentes. Ahora bien, este proyecto da solución al problema principal que era el recuperar el material excedente (runners) de manera eficiente, para aprovechar al máximo la materia prima utilizada en el proceso de inyección de plástico; atacando al mismo tiempo un riesgo grande que mostraban, el cual es asegurar la integridad del personal que labora cerca del área en que estaban instalados estos molinos.

Cuarto de bombas	Extrusión		Calidad	Almacén
	Mantenimiento	Ingeniería		
Moldeo performance			Ensamble performance	
Moldeo prestige			Ensamble prestige	
Aulas de capacitación	Recursos Humanos	Comedor	Oficinas administrativas	

Ilustración 9. Distribución de la planta.

2.3 Antecedentes

El equipo para conformar plásticos evolucionó significativamente desde la tecnología del procesamiento de hule. Los primeros extrusores inventados alrededor de 1845 en Inglaterra, eran maquinas accionadas por medio de un émbolo que se utilizaban para extruir el hule y para el recubrimiento de alambre con hule. La dificultad con los extrusores accionados por émbolo, era que operaban de manera intermitente. Era muy necesario un extrusor que pudiera operar continuamente, en especial para recubrimiento de alambre y cable.

Las máquinas de moldeo por inyección para plásticos fueron adaptaciones del equipo diseñado para fundición en dados metálicos alrededor de 1872 John Hyatt, una figura importante en el desarrollo de los plásticos, patentó una máquina de moldeo específicamente para plástico. Fue una máquina de tipo émbolo. La máquina de moldeo por inyección en su forma moderna se introdujo en 1921. Los

controles semiautomáticos se añadieron en 1937. Las máquinas tipo émbolo fueron las que se utilizaron normalmente en la industria del plástico por varias décadas, hasta que la superioridad de las máquinas de tornillo recíprocante desarrolladas en Estados Unidos, en 1952 por William Willert lo hicieron obvio. (Groover, 1997)

Luego se introdujeron los molinos para la industria del plástico aproximadamente en 1942 como consecuencia a empresas transformadoras de plástico que pedían el desarrollo de una máquina para el triturado de desechos de plástico, que fue realizada en cooperación con ellos. Después de aquello, no había nada que parara el éxito en el campo de la reducción de tamaño de plástico. (Granulator, 2017)

Los molinos Auger, se remontan desde la invención del tornillo de Arquímedes, el cual era utilizado para la elevación de agua, harina, cereal o material excavado. Fue inventado en el siglo III a. C. por Arquímedes, del que recibe su nombre, aunque existen hipótesis de que ya era utilizado en el Antiguo Egipto (ver ilustración 10). Se basa en un tornillo que se hace girar dentro de un cilindro hueco, situado sobre un plano inclinado, y que permite elevar el cuerpo o fluido situado por debajo del eje de giro. Desde su invención hasta ahora se ha empleado para el bombeo. También es llamado tornillo sin fin por su circuito infinito.

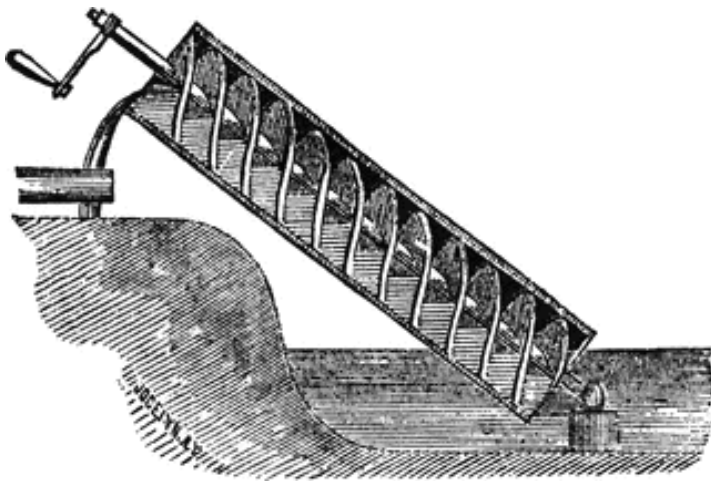


Ilustración 10. Tornillo de Arquímedes.

Se basa en un tornillo que se hace girar dentro de un cilindro hueco, situado sobre un plano inclinado, y que permite elevar el agua situada por debajo del eje de giro. Desde su invención hasta ahora se ha utilizado para el bombeo de fluidos. La máquina está constituida por un cilindro con una hélice en su interior dispuesto el

conjunto oblicuamente de forma que la parte inferior esté sumergida en el depósito del que se quiere elevar el agua.

Girando el tornillo en el sentido descendente de la hélice (en el que se enrosca) arrastra una cierta cantidad de agua que es vertida en el depósito elevado. El mismo efecto se logra si se arrolla un tubo flexible a un cilindro. En un escrito titulado Sobre las espirales Arquímedes escribió: “Si una línea recta que permanece fija en un extremo, se le hace girar en el plano con velocidad constante, hasta hacerla volver de nuevo a la posición de la que ha partido, y junto con la recta que gira, se mueve un punto sobre la recta, también a velocidad constante iniciando su movimiento desde el extremo fijo, el punto describe en el plano una espiral”. (Tomás, 2007)

Los molinos Auger se han venido usando desde algunos años atrás en la industria de la inyección de plástico, debido a que encajan de buena manera debajo de las máquinas de inyección, poseen un mantenimiento de cierto modo rápido, aunque con mayor esfuerzo. Los molinos Auger son llamados así, gracias a que incorporan el tornillo sin fin (tornillo de Arquímedes), cuya función es posicionarse debajo de la máquina de inyección y mediante su sistema de tornillo sin fin arrastrar los runners hasta la cámara de corte, como la mayoría de molinos utilizados en la industria para la trituración del plástico son de operación continua.

2.4 La trituración en la industria de inyección de plásticos

El proceso de trituración de plásticos en la industria de inyección, consiste en reducir el volumen de coladas (runners) y sobrantes generados durante el proceso de moldeo de las piezas inyectadas; así como la eliminación de las ocasionales piezas defectuosas.

Para ello pueden utilizarse diferentes tipos de equipo, cuyas características vendrán marcadas por los siguientes condicionantes:

- Dimensiones de la colada, sobrante o pieza a triturar.
- Tipo de material del cual está compuesto.
- Capacidad de producción necesaria del equipo (Kilos de material por hora)
- Tamaño necesario del material triturado.
- Destino del material triturado.
- Las dimensiones de la colada, sobrante o pieza a triturar, nos marcarán las dimensiones necesarias de la cámara de trituración del equipo; que generalmente coincide con las dimensiones de la boca de entrada del material en el equipo de trituración.

- El tipo de material termoplástico a triturar nos definirá si el equipo debe incorporar un tratamiento especial antidesgaste (cámara de trituración); en los casos de tratarse de materiales cargados (por ejemplo PA + FV) que son altamente abrasivos.
- A la hora de definir el equipo, deberemos considerar la producción horaria que esperamos de este; para calcular el tamaño y potencia del mismo.
- El tamaño deseado del material triturado, vendrá marcado por el destino final del mismo. Los equipos pueden entregar un tamaño u otro; pero esto afectará a su capacidad horaria.
- El material triturado, puede emplearse directamente en máquina, almacenarse, ser transportado a distancia, etc. esto marcará los accesorios que complementen al triturador.

2.4.1 Reducción de volumen.

Una de las principales aplicaciones de los sistemas de trituración en la industria del plástico, es la reducción de volumen. Tanto coladas, sobrantes como piezas defectuosas, independientemente del tamaño y forma que presenten en origen; tras pasar por un sistema de trituración se convierten en material de un tamaño uniforme que puede fácilmente ser transportado, almacenado o dosificado. En ocasiones esto facilita su eliminación a través de una empresa de gestión de residuos; siendo más rentable transportar y/o almacenar material triturado.

2.4.2 Reciclado de materiales.

La gran mayoría de aplicaciones de trituración de materiales plásticos; tiene como finalidad el reciclado de este material; sea añadiéndolo en un porcentaje variable al material virgen; o como material principal en otras piezas cuyas características físicas y apariencia lo permitan. Con ello se consigue un ahorro en la gestión de los materiales que pueden aprovecharse al máximo, rentabilizando en poco tiempo la inversión en este tipo de sistemas.

2.5 Objetivos

2.5.1 Objetivo general.

Sustituir los molinos Auger y optimizar el sistema de recuperación de material excedente en el sistema de inyección de plástico, recuperado de piezas producidas y con ese mismo producir nuevas, aprovechando al máximo la materia

prima y solucionando riesgos y peligros que conlleva la utilización de molinos Auger.

2.5.2 Objetivos específicos.

- Realizar una recopilación de datos y antecedentes para identificar los datos más relevantes y efectuar una documentación acerca de los molinos Auger y su principio de funcionamiento.
- Verificar e inspeccionar el estado actual en el que se encuentran los molinos, de esta manera, identificar y planear una estrategia de trabajo efectiva para el propósito que se busca.
- Elaborar un modelo mediante un software de diseño (Solidworks, AutoCAD, Autodesk, etc.) a base de los datos obtenidos, para su mejoría.
- Proceder con la elaboración del sistema de recuperación del material según el diseño obtenido.
- Realizar la instalación correcta del sistema en el área que se requiere
- Evaluar el funcionamiento del sistema a través de distintas pruebas para observar si existe alguna falla, mala fabricación o mala instalación y corregirla.

2.6 Justificación

Una forma de mejorar el sistema de inyección de plástico, es aprovechar al máximo la materia prima al optimizar el sistema para la recuperación del material con la sustitución de este sistema por uno más eficiente, de esta manera también, solucionar los peligros que tiene la utilización de molinos Auger. Para este caso utilizar un equipo que envíe el material recuperado a un molino con una recepción más alta es la mejor opción, garantizando una mejor eficiencia y seguridad.

2.6.1 Impacto económico.

El optimizar el sistema para la recuperación de material impacta económicamente y de manera positiva a la empresa. Porque no se muestra un menor coste de venta del producto, pero si refleja un ahorro en la inversión de la materia prima, ya que al ser reutilizados y no desechados los excedentes de material, se aprovechan casi a un 100%. Por lo cual se aprecia menor costo de inversión y por lo tanto mayor ganancia para la empresa.

2.6.2 Impacto ambiental.

La realización del presente proyecto genera un impacto ambiental al no desechar o incinerar el material; ya que la acumulación de plásticos en el medio ambiente provoca un tipo de contaminación que produce efectos adversos sobre la vida silvestre, el hábitat de la vida silvestre o los humanos.

CAPITULO 3. Fundamentos teóricos

3.1 Sustitución y optimización

3.1.1 Sustitución.

La sustitución es el resultado de cambiar una cosa material o inmaterial por otra, cumpliendo igual o similar función. Puede sustituirse por ejemplo, un vehículo de transporte en mal estado por otro en mejores condiciones, o puede sustituirse a una persona en un puesto de trabajo por otra, o un jugador de un equipo por otro, o algunas ideas pueden pasar a ocupar el lugar de las originarias, cuando se ha modificado un pensamiento sobre algún tema.

En este caso, se pretende sustituir a los molinos Auger no solo por otro molino, sino que también se quiere incorporar un sistema que optimice el sistema de recuperación de material cumpliendo una función similar pero mucho más eficiente.

3.1.2 Optimización.

La palabra “optimizar” se refiere a la forma de mejorar alguna acción o trabajo realizada, esto nos da a entender que la optimización de recursos es buscar la forma de mejorar el recurso de una empresa para que esta tenga mejores resultados, mayor eficiencia o mejor eficacia.

Cuando hablamos de optimización de recursos, en realidad nos estamos refiriendo a que los medios materiales, técnicos y humanos de los que disponemos en nuestro día a día empresarial reflejen los mejores resultados posibles en un proceso.

No se trata de forzarlos o llevarlos a su límite de exigencia; todo lo contrario, optimizar quiere decir que aporten lo que en cada caso les corresponde.

Lo anterior nos obliga a mencionar el concepto de productividad, que habla justamente de la cualidad de aprovechar de la mejor forma los recursos que tenemos a mano. Por tanto, no es más productiva la empresa que más recursos posea sino, por el contrario, aquella que mejores resultados obtenga.

En otros casos, especialmente en el de las startups (empresas emergentes), la optimización de recursos va de la mano del ahorro, un concepto muy importante si tenemos en cuenta que se trata de empresas que apenas dan sus primeros pasos en el mercado. (OBS, 2016)

Ahora bien, a continuación se hará mención de información clave para llevar a cabo la sustitución y la optimización del sistema de recuperación de material.

3.2 Molinos para materias plásticas

3.2.1 Estructura de las máquinas.

Básicamente, están constituidos por una tolva de alimentación del material, cuya abertura inferior define la capacidad volumétrica del molino. También la define el diámetro del rotor, que a su vez es indicativo del volumen de piezas que se alimentan. Esta da acceso a la cámara de molienda, en que se encuentra un rotor porta cuchillas y un estator con otra cuchilla, produciéndose entrambas el corte del material.

En la parte inferior de la cámara se encuentra un tamiz que define la granulometría del producto a obtener, preestablecido por la holgura entre las cuchillas del estator y las del rotor. Este último recircula el material cuyo tamaño exceda al de las aberturas del tamiz. Debajo del tamiz hay otra tolva, de salida, en que se recoge el material molido y se transporta por diversos sistemas al exterior de la máquina.

La carga de la tolva de entrada se efectúa por diversos métodos, que dependen de que el material sea en forma de bloques sólidos y de su tamaño, de perfilería o tubos, de cable, de película o de cuerpos huecos. Puede efectuarse manualmente, mediante cinta transportadora, transporte vibratorio o neumático, o tornillo sinfín. Este último es particularmente adecuado para efectuar una pre-reducción de tamaño de cuerpos huecos, cuyo gran volumen en relación a su peso exigiría una boca de entrada a la cámara de tamaño excesivo.

En caso de alimentación forzada pueden emplearse rodillos, en particular para la fabricación de película o tubo flexible o corrugado, o bien vía canales mediante un empujador hidráulico, por ejemplo para tubería de polietileno.

Otro condicionante del sistema de alimentación es que se molturen materiales fríos o calientes. En este último caso se limitan también los tipos de molinos adecuados, que deben estar diseñados para evitar el incremento de la temperatura del material.

Finalmente, la práctica totalidad de los molinos son transportables para situarlos en la proximidad de las máquinas en que, por sus condiciones actuales de trabajo, pueden producirse desechos, como es el caso de arranque de los procesos de inyección o extrusión. Puede convenir que la altura de la boca de entrada sea

inferior a la de salida de la máquina de moldeo, por lo que la salida del molino queda a un nivel muy bajo y condiciona el sistema de extracción del molturado.

3.2.2 Molinos a altas revoluciones.

El tipo de equipo para trituración más extendido en la industria de los plásticos, es el denominado molino a altas revoluciones. Se trata del tipo de equipo más simple, económico y fácil de utilizar; especialmente destinado a materiales estándar y capaz de producir. Por el contrario es el que más mantenimiento requiere, su limpiezas es más difícil, el consumo energético mayor y genera más ruido.

El molino a altas revoluciones tiene una boca de entrada; que generalmente tiene las mismas dimensiones que la cámara de trituración del equipo; y que limitará el tamaño máximo de la pieza a introducir. Esta boca se sitúa en una tolva de caída a la cámara de trituración; cuya longitud responde a las medidas de seguridad que impiden el acceso de la extremidad del operario a la cámara de trituración; y evita al máximo la proyección de trozos de plástico hacia el exterior, durante la trituración.

En la cámara de trituración encontramos un rotor central, que puede ser abierto o cerrado; e incorporar 3 o más cuchillas que giran solidarias al rotor; y en los extremos una o más cuchillas fijas; graduadas para que al paso de las cuchillas giratorias, se produzca un efecto de tijera, que corta el material. El rotor está movido por un motor eléctrico, cuya potencia es determinante para el tipo de pieza a triturar, forma, material y producción horaria necesaria. En estos equipos, el rotor gira entre 250 y 350 R.P.M.

Bajo el rotor, existe una rejilla o tamiz, con forma curvada y que rodea el paso de las cuchillas giratorias; y que marcará el tamaño del material triturado. A mayor tamaño de los orificios de la rejilla, mayor tamaño del triturado y mayor producción horaria del equipo.

Bajo la rejilla existe, por lo general, un cajón de recogida del triturado; que puede incorporar una boca para instalar un sistema de extracción neumático del material.

Estos equipos pueden ser pequeños y compactos, para trabajar a pie de máquina, de entre 2 y 15 Hp de potencia; o de mucho mayor tamaño, para trabajar en sala a parte; debido al gran ruido generado y espacio necesario (50 a 100 Hp de potencia).

3.2.3 Molinos a bajas revoluciones.

La tecnología de la trituración a bajas revoluciones, nace como respuesta a la necesidad del transformador de materiales técnicos; que premian la calidad del triturado, frente a la cantidad del mismo. Los conceptos de boca de entrada y tolva de alimentación es coincidente, pero a diferencia de los molinos a altas Revoluciones; estos trituradores giran tan sólo a 25 R.P.M.

No existen cuchillas rotativas ni fijas; ni tampoco rejilla. El rotor incorpora una serie variable de palas rompedoras, que precortan en trozos las coladas y piezas introducidas y una serie rodillos dentados; que a modo de fresa van mordiendo literalmente el material; generando un triturado uniforme, exento de polvo.

Esta tecnología emplea una potencia instalada mucho menor, ya que emplea un conjunto de motor eléctrico y reductor; que proporciona un alto par a baja velocidad. Con ello se minimiza no sólo el consumo energético; sino también el ruido y las necesidades de mantenimiento. Al estar destinados a materiales técnicos suelen venir tratados con materiales antidesgaste; pudiendo trabajar con materiales abrasivos sin problema. Por ello suelen suponer un mayor coste a la hora de adquirirlos; pero aportan ventajas en cuanto a consumo energético, facilidad de limpieza y mínimo mantenimiento necesario. Los trituradores a bajas revoluciones existen desde modelos realmente pequeños para micro inyección; modelos para pie de máquina, silenciosos y de reducidas dimensiones; con gran capacidad de trituración; y sistemas de gran tamaño para piezas voluminosas, que por su silenciosidad pueden trabajar siempre en planta de inyección. No obstante, ni los equipos mayores, pueden producir gran cantidad de Kg/h.

3.2.4 Detalles técnicos.

Las principales diferencias entre los diversos fabricantes de molinos suelen centrarse en la sujeción de las cuchillas al rotor y en la disposición de las del estator, que describimos sin emitir juicios de valor.

La forma tradicional de sujeción de las cuchillas es mediante taladros que permiten fijarlas al rotor mediante tornillos con muy poca holgura. Posteriormente se han desarrollado sistemas de fijación mediante cuñas, que permiten evitar el taladrado de las cuchillas. En el primer caso, no existe posibilidad de desplazamiento de las cuchillas por errores durante su fijación y, en el segundo, se eliminan eventuales tensiones residuales del tratamiento alrededor de los taladros.

El tamaño y disposición de las cuchillas en el rotor es otra variable; pueden ser cuchillas de la misma longitud del rotor o de unas fracciones de esta longitud, con lo que pueden situarse las cuchillas radialmente de forma escalonada con un desfase circunferencial unas de otras, lo que puede mejorar el rendimiento de la operación. Algunos molinos anchos permiten un galgado exterior, para después fijarlo sobre soportes.

Otro punto a que se debe atender es a la protección de los rodamientos del rotor, que a su vez cumple también la función de evitar que se atasquen partes del plástico a molturar contra las paredes laterales de la cámara, evitando así el calentamiento por fricción del material.

La disposición de la cuchilla del estator puede ser paralela con respecto al eje del rotor o ligeramente inclinada. Para obtener el denominado efecto tijera, que permite un corte más progresivo, deben estar inclinadas tanto la cuchilla del estator como, en ocasiones, la del rotor. Pero este efecto depende, también, de la velocidad del rotor.

Otros aspectos a considerar son la evacuación del calor de la energía cinética de corte y la absorción del ruido generado. Este último aspecto será objeto, probablemente, de un importante desarrollo en los próximos años. En la actualidad, las técnicas empleadas son paralelas a las que se utilizan en un campo tan distinto como la construcción de propulsores para misiles o cohetes portadores de satélites, y se basan en la construcción de materiales de pared múltiple con distintos grados de amortiguación de la vibración.

La evacuación del calor puede efectuarse por aire forzado sobre el cuerpo de la cámara o los álabes que se incorporan al rotor, o refrigerando por agua el eje del rotor y, eventualmente, la zona del estator, zonas en que se produce la mayor cantidad de fricción. En los molinos mayores puede incorporarse al circuito un intercambiador de calor. Asimismo, la separación y evacuación de polvo y grados excesivamente pequeños del material tendrá importancia en función de la aplicación final del material recuperado.

3.2.5 Tamaños y potencias

En función de la capacidad de admisión del molino, que se mide por el de la boca de entrada de la cámara de trituración, la potencia instalada varía entre 1,5 y 500 CV y los tamaños, desde un mínimo de 200 mm hasta cerca de 2.000 mm de ancho.

La administración de las grandes potencias puede exigir un control electrónico del funcionamiento del equipo y, en los molinos de grandes dimensiones, el accionamiento de la tolva, parrilla y otros cuerpos de peso importante puede efectuarse mediante un conjunto de motor reductor/tornillo sin fin (Auger) o pistones hidráulicos, para lo que se debe equipar a la máquina con la correspondiente central. Existen otros procedimientos particulares de cada fabricante para dar solución a estas necesidades, por ejemplo, mediante accionamientos manuales compensados.

La selección de un molino debe efectuarse, además de la consideración del tamaño máximo de las partes a molturar, teniendo en cuenta de que se trata de una máquina de trabajo muy duro, por lo que la simplicidad de diseño y el exceso de potencia y robustez son cualidades nada desdeñables a la hora de garantizar a largo plazo un funcionamiento sin problemas. (Martín, 2004)

3.3 Flujo másico

El gasto másico, flujo másico o caudal másico es la magnitud física que expresa la variación de la masa con respecto al tiempo en un área específica. En el Sistema Internacional se mide en unidades de kilogramos por segundo, mientras que en el sistema anglosajón se mide en libras por segundo.

$$\dot{m} = \frac{m}{t} \text{ ----- (Ec. 1).}$$

Esta ecuación nos permitirá calcular el flujo másico que debe de haber en la cámara de corte del molino para un correcto funcionamiento.

Capítulo 4. Análisis de la situación actual

4.1 Tipos de molde según la expulsión de runners

Silgan Dispensing Systems opera actualmente con 64 máquinas de inyección de plástico, cada una de ellas hace uso de distintos tipos de moldes en sus distintos tonelajes (desde 1.6 hasta 3 toneladas).

Se cuentan con 3 tipos de moldes según la manera de expulsar los runners.

- El primero expulsa las piezas efectivas junto con los runners (Expulsión en una fase).
- El segundo tipo de molde expulsa primero los runners y luego las piezas efectivas (Expulsión en dos fases)
- El tercer tipo de molde hace uso de una placa extra que se une a la parte fija del molde; esta placa separa al runner de las piezas efectivas (Expulsión separada).

4.2 Sistemas de recuperación de material actualmente aplicados según el molde utilizado.

4.2.1 Moldes de expulsión en una fase.

Las piezas efectivas son separadas de los runners por un sistema que consta de dos bandas transportadoras (ver ilustración 11). Una de las bandas se sitúa exactamente debajo del molde de manera horizontal, donde se encarga de recibir el 100% del material inyectado, esta banda transporta el material a la otra banda que está alineada de manera colineal con otra banda de material más rugoso, la cual se encuentra inclinada, entre ellos existe una diferencia de alturas para que al llegar al final de su recorrido, la primer banda deje caer todo el material sobre la otra que está colocada de manera inclinada y las piezas efectivas deberían deslizarse hacia abajo, para caer en una tolva o en una caja según sea el caso; permitiendo que los runners sean transportados hasta un molino del tipo Auger.

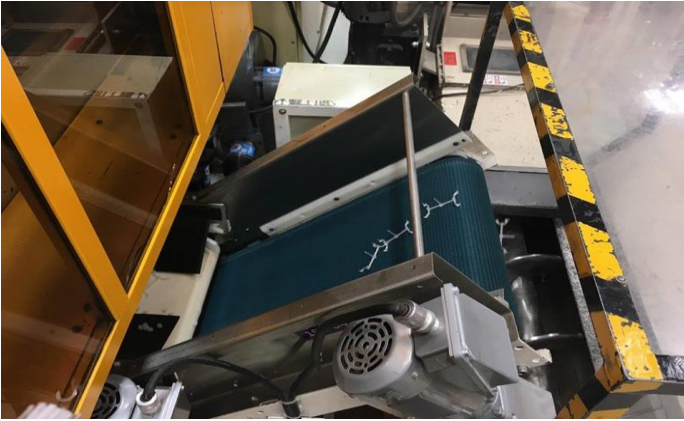


Ilustración 11. sistema de separación por bandas.

Sin embargo este sistema provoca pérdidas en producción debido a que la banda para runners en repetidas ocasiones se lleva consigo a las piezas efectivas y aunque el material sea molido y devuelto al proceso de inyección, las piezas que produce la maquina ya no son las que se tienen programadas para la producción.

4.2.2 Moldes de expulsión a dos fases.

Es el sistema más común, el cual consta o hace uso de un robot neumático (ver ilustración 12) controlado electrónicamente; este robot está programado según el ciclo de inyección de la maquina (tiempo por ciclo). Cuando se abre el molde para realizar la primera expulsión que corresponde a los runners, el robot entra y mediante unas tenazas captura al(os) runner(s) para luego depositarlo en la boca de un molino con una recepción alta para una mejor captura.



Ilustración 12. Sistema con robot neumático.

Este proceso resulta eficaz pero no eficiente, ya que en ocasiones los runners no son depositados correctamente en el molino o el robot no es capaz de tomar el o

los runners de manera correcta, provocando que este no llegue a su destino o que se presente un microparo debido a que el material se queda atrapado entre las dos placas del molde.

4.2.3 Moldes de expulsión separada.

Este tipo de molde como se menciona anteriormente, cuenta con una placa (ver ilustración 11) que se encarga de separar los runners de las piezas efectivas permitiendo la colocación directa del molino Auger debajo del molde para su recepción, mientras que las piezas efectivas son arrojadas a una tolva y enviadas a una mesa de inspección por medio de un soplador.



Ilustración 13. Molde con placa divisora en funcionamiento.

Este sistema de recuperación de material, basado únicamente en el molino Auger presenta muchas deficiencias y peligros, es por eso que se llevará a cabo la aplicación de este proyecto para su mejora. Más adelante se relatará más información a detalle sobre este sistema siendo este en el cual nos enfocaremos.

4.3 Criterios a tomar en cuenta para el planteamiento del nuevo sistema de recuperación de material.

En Silgan Dispensing Systems se hace uso de máquinas de fluido incompresible clasificadas como bombas roto dinámicas conocidas comúnmente como ventiladores sopladores; para el envío de piezas efectivas desde el área de moldeo hasta el área de ensamble, se hace uso de 2 tipos de estos ventiladores según el caudal que manejan, los cuales son: 2000 m³/hr y 1300 m³/hr.

Se utiliza tubería de policarbonato, PVC, manguera de poliuretano antiestática o manguera de polietileno flexible, para conectar y transportar las piezas deseadas de un lugar a otro a través de uso de los sopladores.

Los molinos que se manejan actualmente en Silgan Dispensing Systems comúnmente son de altas revoluciones, en consideración a otro tipo de molinos trituradores.

Para una selección correcta del molino también consideraremos la cantidad de material que se requiere moler antes de que el material del segundo tiro o ciclo sea enviado al molino, es decir el flujo másico, para no provocar acumulación de material en la cámara de corte y en su consecuencia esto pueda provocar un paro en la producción.

Otro aspecto a considerar es el espacio para los molinos, que en muchas maquinas es demasiado pequeño debido a que las maquinas inyectoras se encuentran a corta distancia entre sí, lo que provoca que las asociadas de producción no tengan un correcto desempeño.

Capítulo 5. Diseño y desarrollo del sistema

5.1 Planteamiento y diseño del nuevo sistema de recuperación de material

Ahora bien, teniendo claro que el objetivo es sustituir y optimizar el sistema de recuperación de material, según lo mencionado anteriormente. Se pretende implementar un nuevo sistema para el caso en que se tiene la expulsión separada principalmente, ya que como se sabe, este sistema es muy deficiente e inseguro, además de que así lo requiere la empresa.

Para ello se planteó implementar un “sistema de volado” el cual tendría que conectar a un molino para su respectiva trituración o reducción de tamaño del material; la idea de implementar o adaptar este sistema, surge a raíz de que la empresa ha observado su funcionamiento y su eficacia en otras áreas de aplicación, ayudando de alguna manera a generar confianza tanto a la empresa como al personal que labora en la planta.

Posteriormente un sistema de presión de vacío transportará el material triturado hasta una tolva especial para este material ubicado en la parte superior de la máquina de inyección y de esta manera para realizar el ciclo de nueva forma. Considerando que en la inyección, estos plásticos pierden de muy mínima manera sus propiedades, siendo apropiadas para su reutilización mezclándose en un porcentaje variable con la resina virgen para asegurar la calidad de las piezas.

Después de analizar detenidamente el área en la que se requiere instalar este sistema, se creó una lista de componentes que se atribuyen al correcto funcionamiento e instalación de este sistema y a que este mantenga costes reducidos de implementación. Para ello se menciona a continuación los materiales más económicos, así como los de más fácil obtención:

- Molino.
- Tolva para recepción de runners.
- Soplador.
- Tubería de PVC de 160 mm de diámetro interior.
- Rejilla para disipación de aire.
- Torre-abrazadera para sujeción de la tubería.
- Sujetadores o base para colocar tolva.
- 4 Barrenanclas de 3/8”.
- 4 Tornillos cabeza Allen de 1/4” x 1”.
- 4 Rondanas de 1/4”.
- Manguera negra flexible de 4”.
- 2 Abrazaderas de 4”.

- Pegamento para tubería de PVC.
- Interruptor para encendido y apagado del soplador.

5.2 Selección del molino adecuado

En temas anteriores abordamos información clave que nos servirá de ayuda para elegir el mejor molino para la trituración del material plástico (runners). Ahora bien se presentan las siguientes características y tablas de distintos molinos para la facilitación en la elección de este mismo. Tomando en cuenta que en Silgan Dispensing Systems se tienen mayor comunicación con los proveedores de las siguientes marcas, y en el equipo que ofrecen no se aprecia mucha variedad.

5.2.1 Molino Conair serie V.

Los granuladores Conair (ver ilustración 14) son ideales para el procesador que tiene máquinas de moldeo por inyección, pequeñas.

Estos granuladores producen un triturado de calidad a partir de bebederos alimentados por robot, corredores y piezas pequeñas. Estos modelos cuentan con cámaras de corte de alimentación tangencial; motores de velocidad media; y rotores escalonados con cuchillos de cassette reemplazables. (Conair, 2017)



Ilustración 14. Molino Conair.

Características generales:

- Acceso sin herramientas.
- D2 cuchillos de acero para herramientas.
- Sin ajuste de cuchillo.
- Entrantes de Allen Bradley.
- Múltiples enclavamientos de seguridad.
- Baja altura de entrada
- Cuchillos de acción cortados en tijera.
- Rueda montada.
- Motor de baja RPM.
- Aletas extraíbles.
- Tolva inclinable hacia atrás.
- Cuna de pantalla desplegable.

A continuación se presenta la tabla de características de presentación del molino Conair de la serie V.

Tabla 1. Características de presentación molino Conair serie V.

Modelos	V69	V614	V617	V814
Características de presentación				
Máximo rendimiento lb (kg)	hasta 80 {36}	hasta 120 {54}	hasta 140 {64}	hasta 200 {90}
Cámara de corte pulg. {Mm}	6 x 9 {150 x 230}	6 x 14 {150 x 335}	6 x 17 {150 x 432}	8 x 14 {200 x 350}
Velocidad del rotor rpm	190	190	190	290
Potencia del motor Hp {kW}	3 {2.2}	3 {2.2}	3 {2.2}	7.5 {5.5}
Tamaños de orificios de la pantalla en. {Mm}	5/32 - 3/16 - 1/4 - 5/16 {4 - 5 - 6 - 8 mm}	5/32 - 3/16 - 1/4 - 5/16 {4 - 5 - 6 - 8 mm}	5/32 - 3/16 - 1/4 - 5/16 {4 - 5 - 6 - 8 mm}	5/32 - 3/16 - 1/4 - 5/16 {4 - 5 - 6 - 8 mm}
Tipo de unidad	Cinturón	Cinturón	Cinturón	Cinturón
Tipo de tolva	Robot feed	Robot feed	Robot feed	Robot feed
Lado de descarga de vacío	Frente	Frente	Frente	Frente
Rotor				
Tipo de rotor	Rotor escalonado	Rotor escalonado	Rotor escalonado	Rotor escalonado
Cortando el círculo pulg. {Mm}	5.9 {150}	5.9 {150}	5.9 {150}	7.8 {200}
Cuchillos				
Cantidad de cuchillas giratorias	9 {3x3}	15 {3x5}	18 {3x6}	9 {3 x 3}
Cuchillos				
Cantidad de cuchillas giratorias	9 {3x3}	15 {3x5}	18 {3x6}	9 {3 x 3}
Dimensiones en. {Mm}				
Una altura	49,5 {1260}	49,5 {1260}	49,5 {1260}	63,3 {1634}
B - Ancho	20.0 {508}	25.0 {635}	28.0 {712}	28.7 {730}
C - Profundidad	24,5 {623}	24,5 {623}	24,5 {623}	49,3 {1253}
D x E - Abertura de la tolva	19.5 x 20 {580 x 495}	19.5 x 25 {580 x 635}	19.5 x 28 {580 x 712}	14.2 x 7.9 {360 x 200}
Peso aproximado lb (kg)				
Instalado	353 {160}	441 {200}	485 {220}	850 {386}
Envío	428 {194}	516 {234}	560 {254}	960 {436}
Voltajes Aprox. Amperios de carga completa (Consulte la placa de identificación del motor)				
208/3 fase / 60 Hz	10.0	10.0	10.0	27.9
230/3 fase / 60 Hz	9.0	9.0	9.0	25.2
400/3 fase / 50 Hz	5.5	5.5	5.5	12.0
460/3 fase / 60 Hz	5.3	5.3	5.3	12.6
575/3 fase / 60 Hz	3.7	3.7	3.7	10.1

5.2.2 Molinos Granotec.

De alimentación tangencial, se utilizan para la reducción de muchos tipos diferentes de plásticos, incluidos baldes de 5 galones, paneles de puertas automotrices, marcos de ventanas o puertas, piezas moldeadas por soplado, jarras de agua de policarbonato y cascos de fútbol. Completo con muchas características de rendimiento. (Ver ilustración 15).



Ilustración 15. Molino Granutec tangencial.

Diseñadas para recuperar piezas voluminosas y duras, bebederos y guías, láminas ligeras, tubos de pequeño diámetro y perfiles y películas extruidos, los granuladores del lado de la prensa tienen muchas características de alto rendimiento y características opcionales que seguramente le darán el mejor resultado para su aplicación. (Granutec, 2016)

Características generales:

- Alimentación positiva.
- Diseño de operación continua.
- La cámara de corte de alimentación tangencial y la entrada de la barrena están diseñadas para la granulación continua sin atascar ni arrollar las guías.
- Servicio y mantenimiento en línea rápido y fácil.
- Seguridad de primera línea.
- La cubierta de la cámara de corte y la cuna de la pantalla en ángulo están enclavadas mecánicamente y eléctricamente.
- Los botones de emergencia están ubicados en el panel de control y en el extremo de la caja de la barrena.

Tabla 2. Características específicas.

Peso	1400 lbs
Tamaño de la cámara de corte	12 x 12 in
Cuchillos de rotor	3
Segmentario	18
Cuchillos de cama	2
Corte del diámetro del círculo	10 in
Rendimiento	500 lbs/hr – 227 kg/hr

Potencia de motor	7,10,15 hp
Diámetro del orificio de la pantalla	¼, 5/16, 3/8 (in)

En la siguiente ilustración de observan características como las dimensiones y otras especificaciones del molino Granutec.

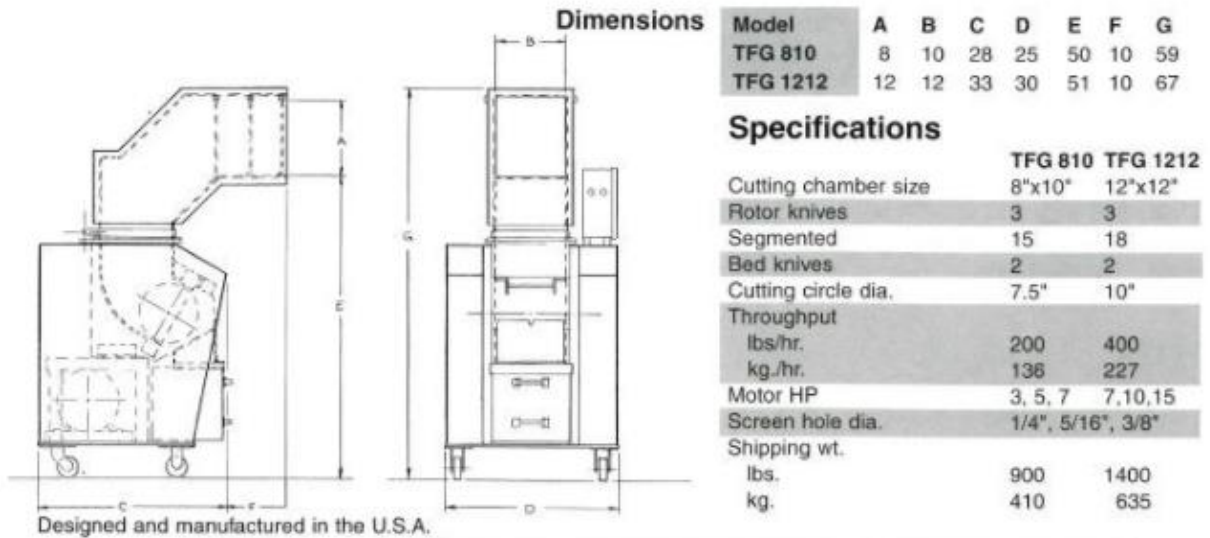


Ilustración 16. Dimensiones y especificaciones, molino Granutec.

5.2.3 Molino Conair serie 6.

Los granuladores de la serie 6 son ideales para los procesadores que tienen máquinas de moldeo por inyección pequeñas.

Este granulador es silencioso y produce un triturado de calidad a partir de bebederos alimentados por robot, corredores y piezas pequeñas. Todos los modelos cuentan con alimentación tangencial, cámaras de corte endurecidas por caja; motores de velocidad media; y rotores escalonados con cuchillos de cassette reemplazables.

Características generales:

- Tolva insonorizada.
- Cámara de corte endurecida.
- Polea de rotor sólido.
- Acceso sin herramientas.
- D2 cuchillos de acero para herramientas.
- Sin ajuste de cuchillo.

- Enclavamiento de seguridad y parada de emergencia.
- Baja altura de entrada
- Cuchillos de acción cortados en tijera.
- Rueda montada.
- Motor de revoluciones medias.
- Aletas extraíbles.
- Tolva inclinable hacia atrás.
- Cuna de pantalla desplegable.

A continuación se presenta la tabla de características del molino Conair serie 6.

Tabla 3. Características de presentación molino Conair serie 6.

Modelo	69	614	617		
Características de presentación					
Rendimiento máximo lb / hr (kg / hr)	Hasta 80 {36}	Hasta 120 {54}	Hasta 140 {64}		
Abertura de la cámara de la cortadora pulgadas {mm}	6 x 9 {150 x 230}	6 x 14 {150 x 355}	6 x 17 {150 x 430}		
Velocidad del rotor rpm (motor de 3 Hp)	190	190	190		
Velocidad del rotor rpm (motor de 5 Hp)	225	225	225		
Potencia del motor Hp {kW}	3 {2.2}	3 {2.2}	3 {2.2}		
Tamaños de orificios de la pantalla en pulgadas {mm}	5/32 - 3/16 - 1/4 - 5/16 {4 - 5 - 6 - 8 mm}				
Rotor					
Tipo de rotor	escalonado	escalonado	escalonado		
Cantidad de cuchillas giratorias	9 (3 x 3)	15 (3 x 5)	18 (3 x 6)		
Número de cuchillos fijos	2	2	2		
Dimensiones pulgadas {mm}					
Una altura	49,5 {1257}	49,5 {1257}	49,5 {1257}		
B - Ancho	20.0 {508}	25.0 {635}	28.0 {711}		
C - Profundidad	24,5 {622}	24,5 {622}	24,5 {622}		
D x E - Abertura de la tolva	13 x 19.5 {330 x 495}	13 x 25 {330 x 635}	13 x 28 {330 x 711}		
Peso lb. {kg}					
Instalado	350 {131}	440 {164}	485 {181}		
Envío	425 {193}	515 {234}	560 {254}		
Voltajes Amperes totales basados en el tamaño del motor					
	3 Hp	3 Hp	5 Hp	3 Hp	5 Hp
208V / 3 fase / 60 Hz	10.0	10.0	7.3	10.0	7.3
230V / 3 fase / 60 Hz	9.0	9.0	6.6	9.0	6.6
400V / 3 fase / 60 Hz	4.8	4.8	8.2	4.8	8.2
460V / 3 fase / 60 Hz	4.4	4.4	3.3	4.4	3.3
575V / 3 fase / 60 Hz	3.7	3.7	2.6	3.7	2.6

5.2.4 Molino Rapid 150 series.

La serie 150 de Rapid de molinos de velocidad media, está indicada principalmente para aplicaciones de inyección a pie de máquina (ver ilustración 17). El reciclado inmediato en línea de coladas y rechazos mantienen la calidad del producto y elimina la distribución y almacenamiento de restos y triturado.

No importa cómo estén configuradas sus máquinas de producción.



Ilustración 17. Molino Rapid serie 150.

Características generales:

- Acción de corte doble tijera.
- Sistema de cuchillas tipo casete.
- Rotor de alta resistencia. El rotor con sus acoplamientos y rodamientos endurecidos es un corazón sólido para una trituración eficiente de, incluso, los materiales más duros.
- Reversible, rejilla reforzada. La posibilidad de girarla permite Una longevidad mayor.
- Bajo nivel de ruido. Dependiendo del tipo de trituración (material, restos, velocidad de alimentación, temperatura, etc.) el nivel de ruido es tan bajo como 72–83 dB(A).

A continuación se presenta la tabla de especificaciones del molino Rapid de la serie 150.

Tabla 4. Especificaciones molino Rapid serie 150.

ESPECIFICACIONES			
GRANULADOR MODEL	150-21	150-35	150-42
Diámetro del rotor (mm)	150	150	150
Rotor, tipo	Escalonado	Escalonado	Escalonado
Cuchillas rotativas	9 (3 x 3)	15 (5 x 3)	18 (6 x 3)
Tangencial, dim. (mm), opcional	210 x 150	350 x 150	420 x 150
Cuchillas fijas	2	2	2
Motor, estándar, (kW)	2.2	2.2	2.2
Motor, opcional, (kW)	4.0	4.0	4.0
Diámetro rejilla, (mm)	5	5	5
Entrada de tolva, estándar, (mm)	210 x 150	345 x 150	415 x 150
Capacidad, kg/h (depende del material, tamaño de rejilla, rotor, soplante, etc.) (kg/h)	40	60	70
Peso, (kg)	160	200	220

En la ilustración 18 se pueden observar las dimensiones que posee este molino.

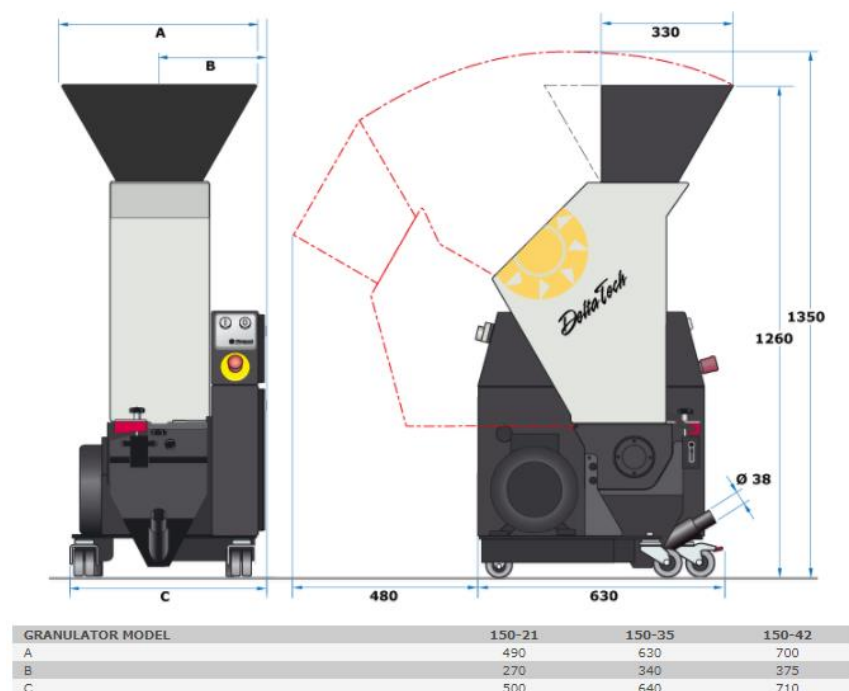


Ilustración 18. Dimensiones del molino Rapid serie 150.

5.2.5 Molino MO.DI.TEC Goliath Plus.

Los Goliath Plus ACP están diseñados específicamente para el reciclado de materiales duros y rígidos a pie de máquina (ver ilustración 19). La velocidad del rotor ultra-baja y su funcionamiento sin rejilla producen unos niveles muy bajos de ruido y de polvo incluso con los materiales más rígidos y cargados.

Los Goliath Plus ACP están especialmente adaptados para el reciclado de bebederos, pequeños y grandes, y también para piezas además de las operaciones de prensa. La alta calidad del remolido le permite usarlos en mayor cantidad sin afectar la estructura de las moléculas de las partes. (MO.DI.TEC, 2017)

Características generales:

- Trituración a baja velocidad. El concepto de velocidad ultra-baja del rotor está indicado para la trituración de coladas y componentes de paredes gruesas o de materiales duros y rígidos.
- Fácil limpieza. Acceso fácil y directo al rotor y a la cámara de corte simplifica la limpieza en el cambio de color y material.
- Piezas desgastadas girables. Cuchillas, agarres y hojas de desgarro se pueden girar dando el máximo tiempo de vida y mayor duración.
- Transmisión de alta resistencia. La transmisión da una alta fuerza de triturado con bajo consume de energía. Fácil liberación del acoplamiento entre el rotor y la caja de cambios simplifica el giro del rotor durante la limpieza y el mantenimiento.
- Amoladora ergonómica.
- Peines reversibles.
- Granulometría helicoidal y trapezoidal.
- Tolva de acero insonorizada o de policarbonato.
- Tolva automática se abre solo cuando el rotor está parado.
- Detección de IMD (sistema integrado de detección de metales)
- Sistema de antibloqueo ABS.

A continuación en la siguiente tabla se proporcionan los datos técnicos del molino MO.DI.TEC.

Tabla 5. Datos técnicos del molino MO.DI.TEC Goliath Plus.

Datos técnicos

GOLIATH Plus ACP motorreductor horizontal	GPlus 1	GPlus 2	GPlus 3	GPlus 4
TRANSMISIÓN	Por acoplamiento flexible			
Potencia del motor (kW)	2,2			
Velocidad (rpm)	25			
Cámara de corte (mm)	229x172	229x265	229x369	229x453
Número de cortadores	1	2	3	4
Diámetro del cortador (mm)	248			
Número de rodillos con dientes	2	3	4	5
DIMENSIONES GENERALES (mm)				
Sin tolva: longitud	1040	1134	1228	1317
anchura	485			
altura	537		627	
Con tolva tipo B: longitud	1040	1134	1228	1317
anchura	678			
altura	1210	1240	1330	
Con control de ABS: longitud	776			
Salida teórica máxima * (kg / h)	10	20	30	40
PESO (kg)				
Versión estándar	240	280	340	390

* Variaciones importantes según material, granulometría y forma de alimentación



Ilustración 19. Molino MO.DI.TEC Goliath Plus.

5.3 Calculo de flujo másico.

Se hará un cálculo para definir cuál será la capacidad necesaria para que no se acumule material en la cámara de corte para ello se tomaron varias muestras de runners y piezas efectivas; para conocer la cantidad en gramos que corresponde a cada uno, luego de pesarse se encontró que la cantidad de material que se inyecta por ciclo corresponde a 254 gramos dividiéndose en:

$$\text{Piezas efectivas } (Pe) = 186 \text{ g} \text{ ----- (Ec. 2).}$$

$$\text{Runners } (R) = 68 \text{ g} \text{ ----- (Ec. 3).}$$

$$\text{Material inyectado por ciclo } (Mi) = 254 \text{ g} \text{ ----- (Ec. 4).}$$

$$\text{A su vez el tiempo de inyección de un ciclo corresponde a } (ti) = 14.3 \text{ s} \text{ ----- (Ec. 5).}$$

De la información de los molinos se observa que su capacidad se da en kg/hr. Entonces procedemos a calcular cual es el flujo másico que se requiere para el molino.

$$\text{De la (Ec. 1) se tiene que } \dot{m} = \frac{m}{t}$$

$$\text{Entonces de (Ec. 3) } (R) = 68 \text{ g y de la (Ec. 5) } (ti) = 14.3 \text{ s, } \dot{m} = \frac{68}{14.3}$$

$$\text{Por lo tanto, } \dot{m} = 4.755 \frac{\text{g}}{\text{s}} \text{ ----- (Ec. 6).}$$

$$\left(4.755 \frac{\text{g}}{\text{s}}\right) \left(\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}}\right) \left(3600 \frac{\text{s}}{\text{hr}}\right) = 17.1 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \text{ ----- (Ec.7).}$$

Esto nos indica que la capacidad que se requiere es de mínimo 20 kg/hr para asegurar que no haya paros debido a la acumulación de material en la cama de corte. Ahora bien en silgan también se envían a moler tiros completos o material rechazado, debido a esto se tiene que considerar el doble del flujo másico o capacidad del molino, teniendo así que elegir un molino con capacidad para 40 kg/hr.

Para conocer el porcentaje a cual corresponden los runners se tiene:

$$x = \frac{(R)(100)}{T} \text{ ----- (Ec. 8).}$$

$$\text{Por lo tanto, } (x) = 27\% \text{ ----- (Ec. 9).}$$

5.4 Molino a utilizar en el nuevo sistema de recuperación de material

Después de analizar detenidamente las características y especificaciones de los molinos mencionados anteriormente, se tiene que el molino Granutec sin duda alguna no es ideal en este proceso aunque su mantenimiento es fácil y práctico, este molino está diseñado para mayor capacidad, es más pesado, es muy potente y por lo tanto consume más energía. El molino Granutec se recomienda para trituraciones en mayor volumen o capacidad (136 kg/hr), de piezas u objetos grandes

En lo que respecta al molino Conair serie V. Son molinos relativamente grandes (anchos) respecto a dimensiones, contemplando el espacio que se tiene entre maquinas dentro de la planta, es un molino que no permitirá u obstruirá de forma significativa el paso a distintas áreas, su velocidad de rotor considerando un modelo para 36 kilogramos, es de 190 una velocidad media entre los molinos existentes; siendo este el molino de menor capacidad que se encuentra en este modelo y marca, el lado del contenedor se encuentre enfrente, lo cual sugiere una reducción más de espacio debido a la manguera de vacío que extrae el material no es muy flexible, usa un motor de 3 hp, tiene una altura favorable y un peso adecuado, pero consume mucha energía, además que requiere de 9 cuchillas.

El molino Conair serie 6, tiene características similares al molino serie V de la misma marca, y respecto a sus dimensiones se excluirá.

El molino 150 series de Rapid tiene como problema algo similar en los mencionados antes, las dimensiones, así como 9 cuchillas rotativas y 2 fijas, usa un motor de mucha potencia para su tamaño, como los anteriores y tiene consumo alto de energía, su capacidad es la ideal pero las características de dimensiones es un factor muy importante dentro de esta selección, aunque su peso es muy bajo.

Ahora bien el molino MO.DI.TEC presenta mejor diseño, mayor seguridad, corre a menos revoluciones y utiliza únicamente 4 cuchillas para 4 segmentos de corte; la cámara de corte presenta dimensiones ideales para lo que requerimos en el proceso ya que no se muele grandes cantidades de material comúnmente y la capacidad es la ideal, además que puede moler runners más gruesos gracias a su trabajo con bajas revoluciones pero mayor torque. Presenta un diseño innovador que facilita el mantenimiento y la limpieza. Se puede aumentar el tiempo de vida de las cuchillas con solo girarlas, su peso no es el menor de los molinos mencionados antes pero es práctico, ya que posee las mejores dimensiones con respecto al espacio que se tiene disponible dentro de la planta. Es muy seguro

gracias a que no hay fácil acceso a la cámara de corte y posee varios sensores pensados para todo tipo de contacto que se tenga con este tipo de molinos. Gracias a su control inteligente de PLC, se pueden hacer configuraciones distintas para el corte y desgarrado. Por ello se considera este molino como la mejor opción para el sistema, siendo más eficaz en su proceso y eficientando al sistema por completo. Además su coste es económico en comparación a lo que ofrece y a los demás molinos presentados; esto según fuentes de la empresa.

Por consiguiente, se procede con el pedido del molino que se estima aprox. en 2 semanas.

5.5 Selección del soplador adecuado

Como se mencionó en capítulos anteriores, en Silgan Dispensing Systems se hace uso de 2 tipos de sopladores según su caudal

5.5.1 Soplador de 2000 m³/hr.

Este soplador es utilizado comúnmente para envío de piezas desde el área donde se moldean hasta el área de ensamble, recorriendo distancias de hasta 100 metros; utilizando una tubería de policarbonato de 4 pulgadas de diámetro. Haciendo uso de un motor de 1.5 hp. (Ver ilustración 20).



Ilustración 20. Soplador de 1.5 hp.

5.5.2 Soplador de 1300 m³/hr.

Este soplador es utilizado mayormente para envío de piezas desde el área de moldeo hasta el área de ensamble. Recorriendo distancias de hasta 70 metros;

utilizando tubería de 4" y de policarbonato. Haciendo uso de un motor de 1 hp de potencia. (Ver ilustración 21).



Ilustración 21. Soplador de 1 hp.

Cabe destacar que siempre tienen un recorrido de elevación vertical según sea el caso.

Ahora bien, la empresa en esta ocasión solo nos permitió el uso de un soplador de stock el cual es el que proporciona $1300 \text{ m}^3/\text{hr}$. Así que este será el soplador a utilizar.

5.6 Tolva para la recepción de runners

Para la tolva que recibe a los runners debajo del molde se tuvo que plantear un diseño de acuerdo al espacio que se tenía disponible. Por lo tanto la tolva se tuvo que diseñar, para ello se hizo uso del software SolidWorks. A continuación se presenta la siguiente tolva tomando en cuenta que la altura no tenía que ser mayor a 75 cm y lo ancho mayor a 45 cm. El material utilizado para su fabricación será acero inoxidable, ya que no se requiere de parámetros extra a tomar en consideración; como parámetros termodinámicos debido al material que se maneja y al proceso que lo conforma.

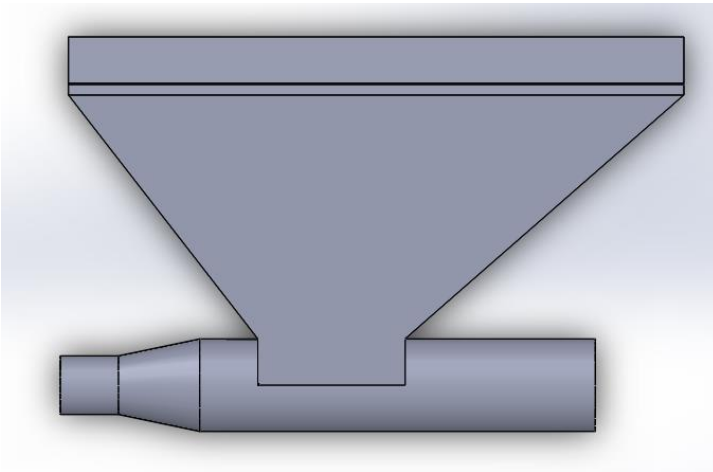


Ilustración 22. Vista lateral de tolva para volado de runners.

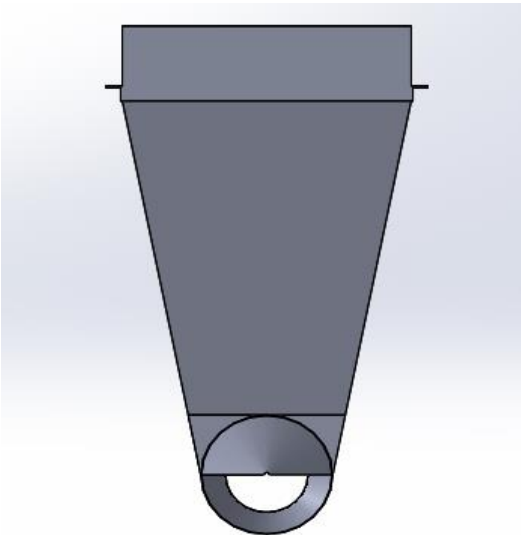


Ilustración 23. Vista frontal de tolva para volado de runners.

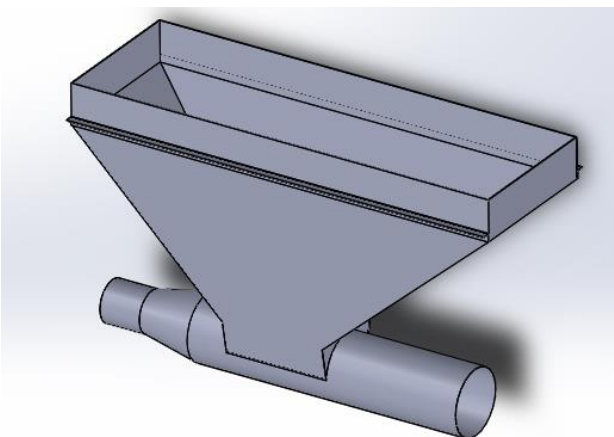


Ilustración 24. Vista isométrica de tolva para volado de runners.

A continuación, se muestra una pequeña adaptación que se realizó a la tolva después de analizar otro tipo de tolvas manejadas en Silgan Dispensing Systems en sistemas de volado. Cabe destacar que este detalle permite un mejor flujo del fluido, en este caso el aire, proporcionando menos flujos turbulentos y evitando principalmente que el aire escape hacia la entrada de la tolva ya que en otros sistemas se observó que el flujo del aire no era muy uniforme debido a que no contaban con este diseño y no permitía el fácil acceso del material, provocando atorones. (Ilustración 25)

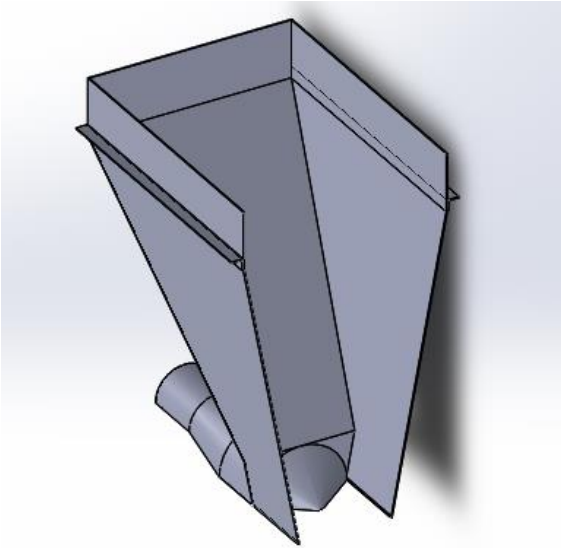


Ilustración 25. Vista de sección de tolva para volado de runners.

5.7 Base para sujeción de tolva

Esta base se diseñó de acuerdo a la maquina en la que sería instalado este sistema (ver ilustración 26), cada base puede ir diferente si así se requiere. El material utilizado para esta base, será un acero.

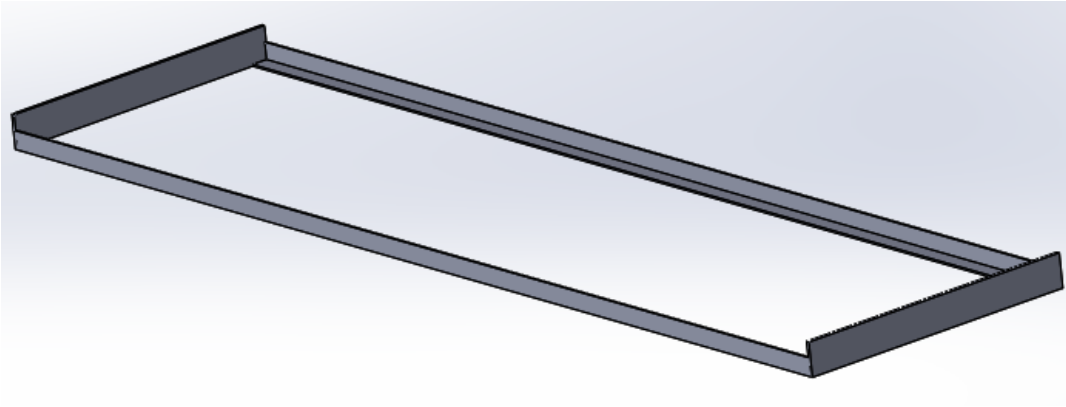


Ilustración 26. Base para sujeción de tolva.

5.8 Torre – abrazadera

Se implementó un diseño sencillo para una torre que va a sostener a la tubería (ver ilustración 27). Se utilizara acero para su fabricación. El material para la torre, será, acero.

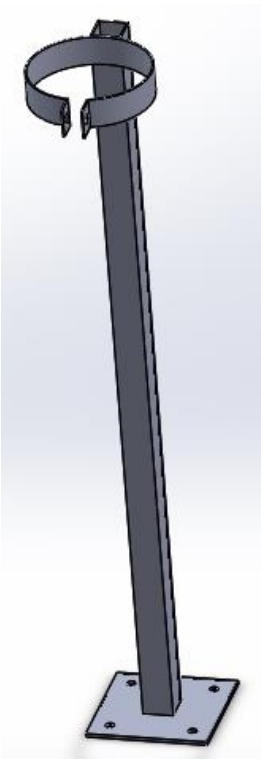


Ilustración 27. Torre-abrazadera para sujeción de tubería.

5.9 Rejilla de alivio

Al finalizar la tubería se le instalará una rejilla agujerada (ver ilustración 28), la cual se construye de manera experimental y evitará que el sistema se ahogue, permitiendo un buen flujo de aire y frenando el recorrido de los runners para caer posteriormente al molino. Material a utilizar, acero inoxidable.

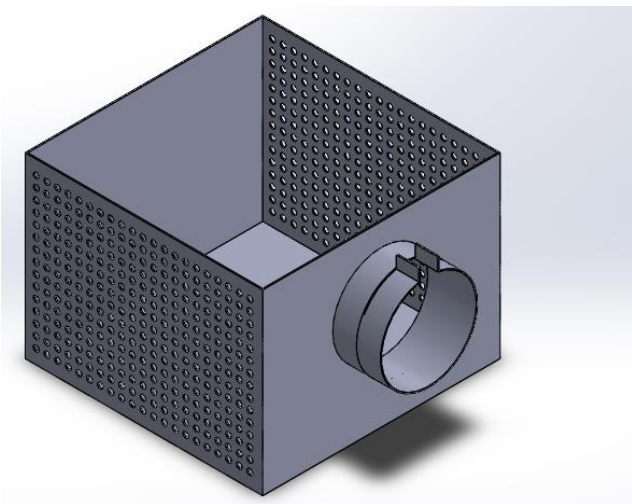


Ilustración 28. Rejilla de alivio.

5.10 Tubería de PVC a usar

En este proceso solo se a requerir de 1.5 metros de tubería recta y dos codos 90° teniendo en cuenta que el diámetro de la tubería y también se usará pegamento para unirlos y evitar fugas de aire. (Ver ilustración 29)



Ilustración 29. Tubería PVC 160 mm.

El resto de los materiales serán usados en la instalación de este sistema. Como se menciona adelante.

5.11 Fabricación del sistema

Para la parte de la fabricación, se buscó a un proveedor que realiza el tipo de servicio que se desea, en este caso, fabricar la tolva, la torre, la base, y la rejilla.

Para ello se enviaron los siguientes planos:

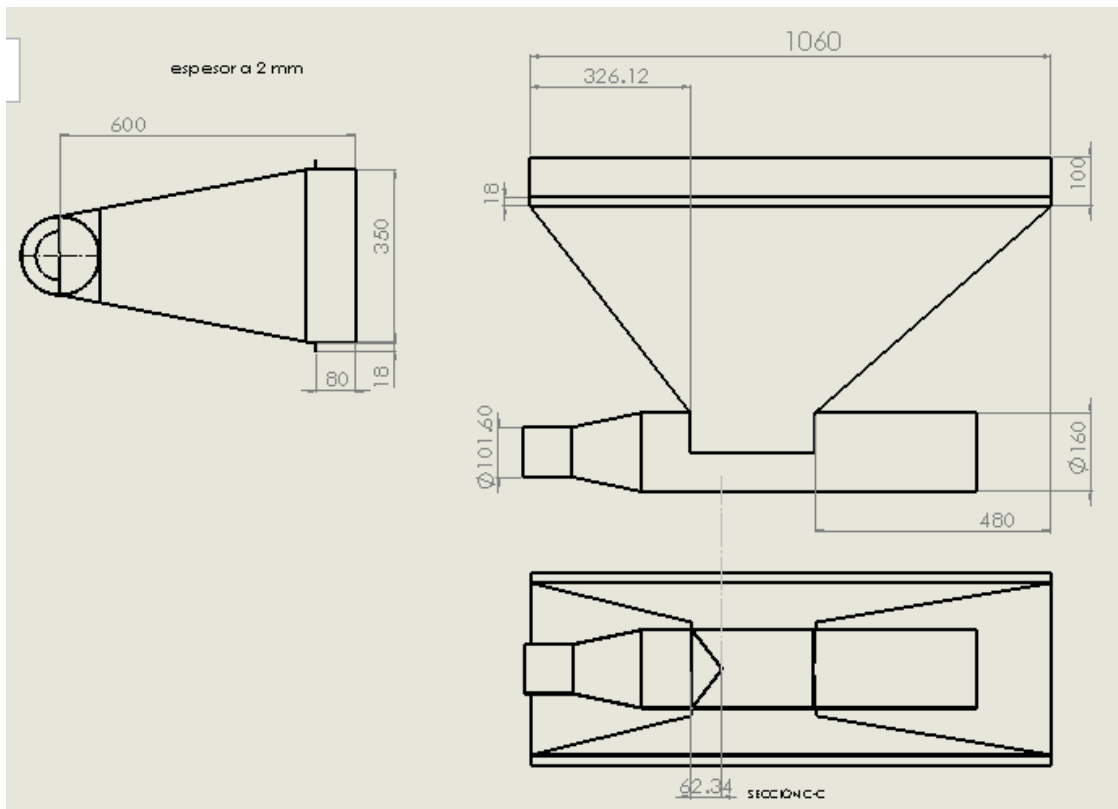


Ilustración 30. Plano para tolva medida en mm.

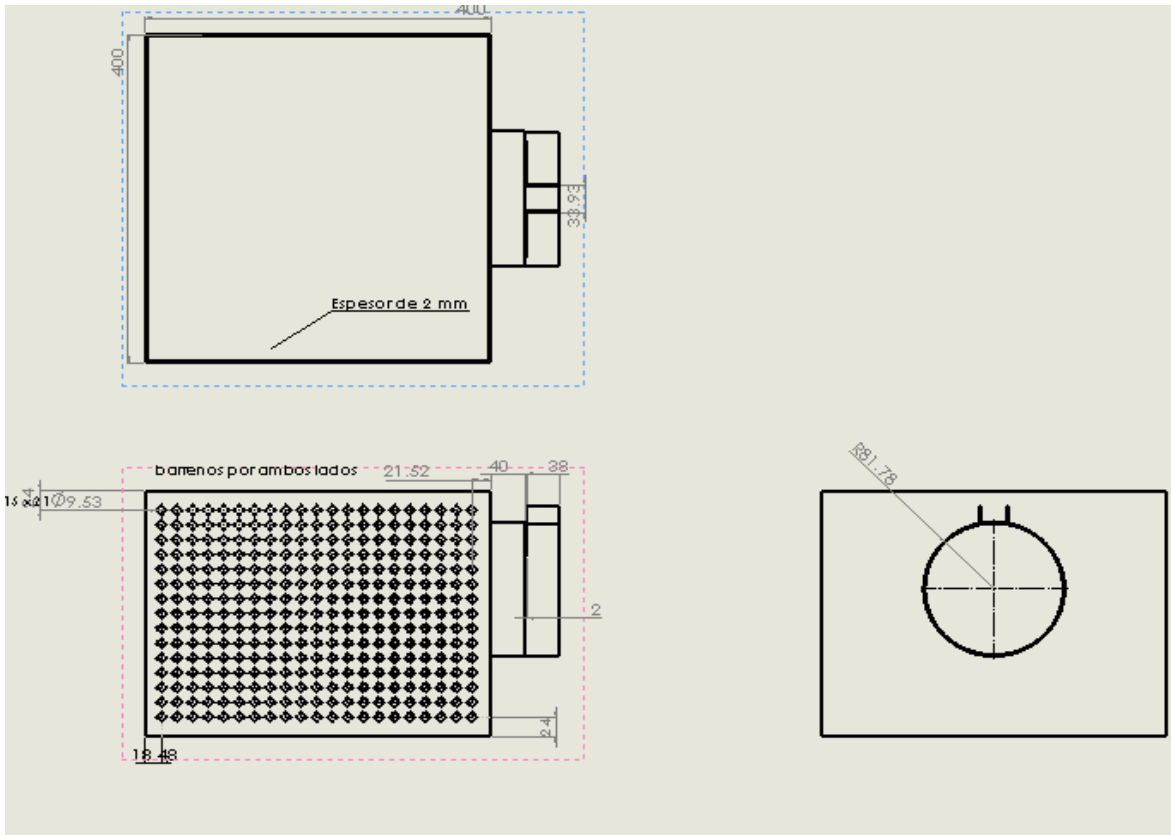


Ilustración 31. Plano rejilla medidas en mm.

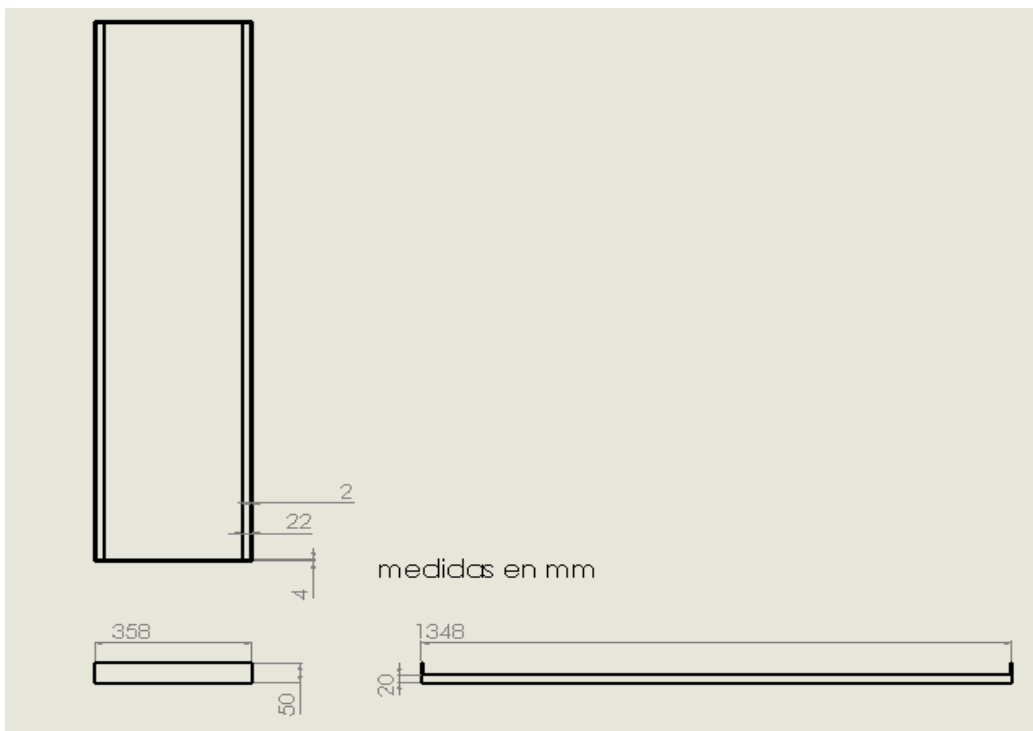


Ilustración 32. Plano de base para tolva.

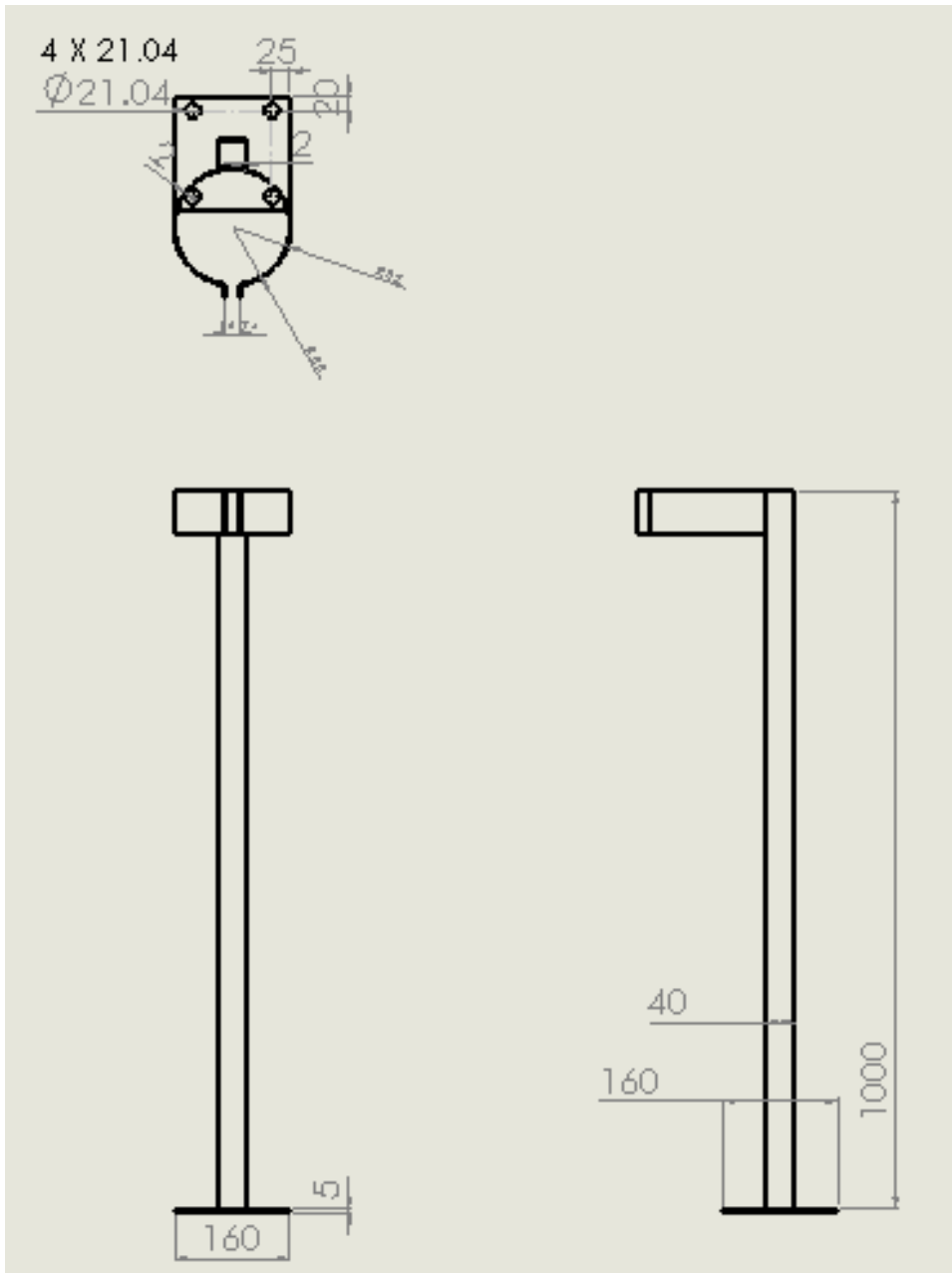


Ilustración 33. Plano para torre-abrazadera.

Este proceso tardara aproximadamente 3-4 semanas, hasta la fecha de entrega del material solicitado.

Capítulo 6. Instalación y evaluación

6.1 Instalación

Con la llegada del material que se mandó a fabricar, procedemos con la instalación del sistema según lo programado. Para ello haremos uso de todo el equipo ya mencionado anteriormente:

- Molino.
- Tolva para recepción de runners.
- Soplador.
- Tubería de PVC de 160 mm de diámetro interior.
- Rejilla para disipación de aire.
- Torre-abrazadera para sujeción de la tubería.
- Sujetadores o base para colocar tolva.
- 4 Barrenanclas de 3/8".
- 4 Tornillos cabeza Allen de 1/4" x 1".
- 4 Rondanas de 1/4".
- Manguera negra flexible de 4".
- 2 Abrazaderas de 4".
- Pegamento para tubería de PVC.
- Interruptor para encendido y apagado del soplador.

Cabe destacar que para estos momentos ya se cuenta con el molino, ya que se entregó dos semanas después de que se solicitó al proveedor.

Así también se hace mención que ya contábamos con el soplador ya que como se mencionó, se tenía en stock.

Las herramientas como las barrenanclas, tornillos y rondanas se encuentran en el área "Tool Crib" de la empresa.



Ilustración 34. Momento en que se recibe tolva.

Al soplador se le añadió una pequeña base y se le instaló el interruptor con una configuración a 440 Volts. Además de colocarle los demás componentes que vienen para un armado manual (filtro, porta filtro, compuerta). (Ver ilustración 35)



Ilustración 35. Interruptor instalado en soplador.



Ilustración 36. Momentos previos a la instalación.

Durante la instalación, cuya acción no se realizó en un mismo día, debido a que primero se realizó una planeación para asegurarnos de tener todo el equipo y herramienta que se iba a necesitar. Además se realizaron barrenos en las bases, cortes de tubería, así como la verificación de que el equipo que se mandó a fabricar cumpliera con los requisitos que se solicitaron.

Luego de varios días de planeación y organización, se procedió a parar la máquina de inyección número 3, de las 64 que se encuentran operando. El paro se realiza debido a que se trabajará debajo de la máquina y eso nos da más seguridad, luego de hacer las mediciones necesarias para una instalación correcta; se hicieron dos barrenos con roscado de cada lado de la máquina, con el fin de sujetar la base para la tolva. Se procedió con la colocación de la tolva para tornillos de $\frac{1}{4}$ " x 1"; una vez montada la tolva, se conectó la tubería junto con la rejilla en la posición requerida, así mismo se colocó la manguera que conecta al soplador con la tolva fijándolas en cada extremo mediante una abrazadera de 4"; se ruteó el cable del soplador hasta el contacto o fuente de alimentación para 440V; y se colocó el nuevo molino a pie de maquina junto al lado no operador. Luego de un proceso aproximado de 12 horas, se instaló correctamente el nuevo sistema de volado de runners.

6.2 Evaluación

Luego de instalar el sistema, se monitoreó periódicamente el sistema para observar si estaba funcionando de manera correcta.

El sistema funcionó muy bien durante varios días, luego de registrarse un atorón, el cual no pudo ser identificado desde la causa raíz, a partir de ahí se volvió a registrar un correcto funcionamiento del sistema. Hasta la actualidad se han registrado 3 atorones.

Cabe destacar que no todos los atorones son a causa del sistema, ya que debajo de los moldes son colocadas guardas de hule por el personal de mantenimiento, para “guía” de los runners a la tolva; sin embargo estos están añadidos con cinchos de plástico y en ocasiones se ha percibido que es ahí donde se acumulan los runners hasta en un determinado momento soltarse, juntándose con los runners de un ciclo, provocando un considerable exceso de material que cae en la tolva generando atorones, aunque en comparación al sistema anterior y según el tiempo de operación, se registran un 70% menos de atorones según estadísticas del área de mantenimiento, considerando a este sistema, mucho más eficiente y aprobado para continuar operando por el departamento de ingeniería.

6.3 Exposición de resultados

El objetivo principal de este sistema era asegurar un máximo aprovechamiento de la materia prima, lo cual está resultando favorable. Ya que como se hace mención en repetidas ocasiones, los molinos Auger al presentar un contenedor muy pequeño causan el derrame excesivo de polvo y remolido en el suelo, no solo presentando un riesgo para el personal que labora cerca del área sino que también provocando la pérdida de material, el cual puede ser utilizado para la mezcla variable que se hace entre material virgen y el molido.

Comúnmente se puede observar el material que queda atrapado entre el tornillo sin fin y las guardas que se instalan debido al riesgo de accidentes que este tipo de molinos representa; sumándose con el material que este molino derrama en el suelo, representa una gran cantidad de material; el cual puede aprovecharse de mejor manera, reflejando ahorro de material en la producción y debido a ello aminorando gastos en materia prima.

Después de la instalación de este sistema los problemas antes descritos quedan casi resueltos por completo, ya que a veces no se puede evitar el derrame de

polvo debido a que el contenedor se llena, pero no por ser un contenedor pequeño si no que el sistema de mezcla de material en ocasiones, no solicita gran cantidad de material molido debido a la pieza que se esté fabricando. De igual manera los resultados observados han sido claramente beneficiosos, a continuación se presenta una pequeña tabla que compara los valores significativos respecto a los molinos usados anterior y actualmente.

Tabla 6. Tabla comparativa.

Característica	Molino	
	Auger Granutec	Rapid RG3
Motores	2	1
RPM	Altas RPM (250)	Bajas RPM (25)
HP	3	3
Peso	340	390
Capacidad	15 kg/hr	20 kg/hr
KW	5.5	1.5

Otros de los factores que se atacaron, fueron:

- Residuos de plástico molido en el suelo.
- Contenedor pequeño.
- Grandes dimensiones del molino.
- Practicidad de operación.
- Facilidad de mantenimiento.

Algo muy importante en este proyecto es que, anteriormente se habían registrado accidentes con este tipo de molinos ya que como se mencionó, mucho personal tiene acercamientos por el área lo cual da cierta probabilidad de sufrir un accidente si se trabaja cerca de ese tipo de molinos.

Se pretende también continuar con las instalaciones del sistema y hacer las adecuaciones correspondientes para instalarlo en el máximo de número de máquinas inyectoras posibles. Actualmente gracias a su efectividad y eficiencia que ha mostrado, ya se cuenta con dos sistemas instalados, se espera continuar mejorando el sistema para optimizarlo en su máxima potencia. El segundo sistema ha sido instalado recientemente y aún está en etapa de evaluación y validación, registrando 0 fallas hasta el momento.

Ahora es muy poco probable encontrarse con polvo en el suelo debido a los molinos, el acceso a los runners está relativamente alto, lo cual garantiza la

integridad del personal que labora en el área. Este sistema también refleja la reducción de los microparos y por consecuencia a ello, las perdidas en producción. Ya que en este proceso cualquier paro provoca el desecho del material.

6.4 Sugerencias

Se propone y se sugiere, gestionar la compra y uso de sopladores de menor potencia, ya que no es necesario el uso de un soplador tan grande para este tipo de sistemas con distancias cortas.

Así como también la adaptación o la modificación de la tolva para un modelo en el cual se pueda visualizar el material desde el exterior de la tolva y comprobar razones y causas de atorones.

6.5 Conclusiones

En las últimas páginas de este documento se mencionan las ventajas que ha traído consigo la optimización del sistema de recuperación de material.

Cumpliendo con el objetivo deseado, la implementación de este nuevo sistema no generó costes elevados en comparación al sistema anterior y sistemas utilizados en otras máquinas; al contrario, todo el equipo que se utilizó fue de bajo coste exceptuando el molino, pero en comparación a los molinos que maneja la planta, este molino presenta una de las mejores proporciones las cuales son costo-eficiencia.

El aprovechamiento del material está resultando beneficioso en ahorro de material según el personal que hace la labor de mezcla de colores y resina (mixers). Un factor muy importante a consecuencia de utilizar un sistema de volador fue que se proporciona mayor seguridad a la integridad física del personal que labora cerca del área.

Bibliografía

- Conair. (2017). *Conair Group*. Recuperado el 13 de noviembre de 2017, de www.conairgroup.co
- Granulator, R. (2017). *Rapid, reduce, recicla, reusa*. Recuperado el 1 de Octubre de 2017, de <http://www.rapidgranulator.com>
- Granutec. (2016). *Granutec Granulators*. Recuperado el 13 de noviembre de 2017, de <http://www.granutec.com>
- Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas*. Raaia Maes .
- Martín, A. D. (15 de marzo de 2004). *Interempresas*. Recuperado el 4 de noviembre de 2017, de <https://www.interempresas.net>
- MO.DI.TEC. (2017). *MO.DI.TEC innovative low speed granulators*. Recuperado el 18 de noviembre de 2017, de <http://www.mo-di-tec.fr>
- OBS. (2016). *Business School*. Recuperado el 15 de octubre de 2017, de <https://www.obs-edu.com>
- Tomás, J. M. (30 de mayo de 2007). *Historia de la tecnología*. Recuperado el 8 de octubre de 2017, de https://tecno_historia.blogia.com