



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**REDISEÑO DE LA UNIDAD DE MEZCLADO DE POLVOS DE LA
EMPRESA SEYQUIN CIA.LTDA DE LA CIUDAD DE AMBATO**

TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO QUÍMICO

AUTOR: ANGEL EDUARDO SILVA MERCHAN

TUTOR: ING. HANNIBAL LORENZO BRITO MOINA PhD.

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

© 2018, Ángel Eduardo Silva Merchán

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo técnico: “**REDISEÑO DE LA UNIDAD DE MEZCLADO DE POLVOS DE LA EMPRESA SEYQUIIN CIA.LTDA DE LA CIUDAD DE AMBATO**” de responsabilidad del señor Ángel Eduardo Silva Merchán, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Hannibal Brito PhD

**DIRECTOR DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

Ing. Mabel M. Parada Rivera

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Ángel Eduardo Silva Merchán, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 21 de Febrero del 2018

Ángel Eduardo Silva Merchán

180476389-2

“Yo, Ángel Eduardo Silva Merchán soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados, expuestos en el presente Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual de la Memoria de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”.

Ángel Eduardo Silva Merchán

DEDICATORÍA

A la infinita fuente universal por conspirar en este proceso de evolución consiente permitiéndome llenarme de conocimiento y sabiduría.

Con todo mi cariño y amor a mis padres ya que gracias a ellos sé, que la responsabilidad se la debe vivir con un compromiso de dedicación y esfuerzo demostrando en el camino hacia esta meta siendo mi fortaleza para aceptar derrotas y derivar miedos.

A mis hermanos, Verónica, Diego, Diana, aunque la mayoría de las veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en lo que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos, para seguir adelante llenos de alegría, amor, eso me ha dado fortaleza para subir los peldaños cada día.

A Pamela, porque preferiste sacrificar tú tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío, por tu luz que a lo largo de este período aprendí que hay que ser perseverante y sobre todo tener paciencia en la vida, estas diferencias se han convertido en riqueza cuando existe respeto, paciencia y comprensión, tu bondad y sacrificio me ha inspirado a que pudiera ser mejor, ahora puedo decir que este proyecto de investigación lleva mucho de ti.

“El éxito solo está en el ser humano para alcanzar la ciencia, siempre que conspire con el universo. Para cumplir los sueños anhelados para un mañana mejor.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, y a mis estimados maestros, que, a lo largo de mi carrera, me han transmitido sus amplios conocimientos y sus sabios consejos, especialmente al Ing. Hannibal Lorenzo Brito Moina, PhD, e Ing. Mabel Mariela Parada Rivera que muy acertadamente, dirigieron este proyecto técnico con sus erudiciones, su experiencia, su paciencia y su motivación han logrado en mí que pueda terminar mi estudio de Ingeniería Química con éxito, de igual manera agradecer por la visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, que gracias a su participación profesional constante, y sus consejos que ayudan a formarte como persona e investigador, han permitido encaminarme de manera excelente en su desarrollo.

“El poder está en la mente, la dificultad es saber encontrar las llaves, lo sublime depende solo de las virtudes de quien lo tenga para ser competente en la vida profesional”

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

V	Volumen del recipiente (m^3)
\emptyset	Diámetro del recipiente (m)
V_M	Velocidad del motor (rpm)
i	Relación de transmisión (adimensional)
W_{eje}	Peso sobre el eje del cuerpo (Kg)
W_{e/p}	Peso sobre el eje del piñon (Kg)
n	Velocidad de salida (rpm)
V_M	Velocidad del motor (rpm)
T	Torque máximo (N m)
ω	Velocidad angular (rad/seg)
P_o	Potencia a transmitir (WATT)
ϵ	eficiencia del motor (adimensional)
W_P	Peso del piñon (N)
R_B	Fuerza del sistema (N)
I_x	inerencia circular (in)
C	fibra circular mas lejana (in)
M_x	Momento máximo (lb.in)

TABLA DE CONTENIDO

Pp

RESUMEN.....	xvii
SUMMARY	xviii
CAPITULO I	
1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1. Identificación del problema	1
1.2. Justificación del proyecto	1
1.3. Línea base del proyecto	2
1.3.1. <i>Marco teórico referencial</i>.....	2
1.3.1.1. Mezclado.....	2
1.3.1.2. Material particulado	2
1.3.1.2.1. Clasificación de las mezclas	2
1.3.1.2.2. Propiedades de los componentes de las mezclas.....	4
1.3.1.3. Tipos de mezcladores industriales.....	5
1.3.1.4. Rediseño.....	8
1.3.1.4.1. Recipiente tipo V.....	8
1.3.1.4.2. Velocidad de rotación.....	8
1.3.1.4.3. Eje de rotación.....	9
1.3.1.4.4. Eje de un cuerpo	9
1.3.1.4.5. Piñon.....	9
1.3.1.4.6. Velocidad de salida del motor	10
1.3.1.4.7. Potencia del motor.....	10
1.3.1.4.8. Fuerzas y momentos del sistema	11
1.3.1.4.9. Inercia.....	11
1.3.1.4.10. Masa del eje.....	12
1.3.1.4.12. Inercia en el eje.....	13
1.3.1.4.13. Longitud de la Cadena.....	13
1.3.1.4.15. Eficiencia de un equipo	14

1.3.1.4.16	<i>Balance de masa</i>	14
1.3.2.	<i>Diagnostico actual del equipo mezclador</i>	15
1.3.2.1.	Diagrama actual del proceso de mezclado de la empresa SEYQUIN CÍA.LTDA.	16
1.3.3.1.	Alternativas de sistema de mezclado	17
1.3.3.2.	Alternativas del sistema o procedimiento de movimiento	19
1.3.3.3.	Alternativas de controlador	20
1.3.3.4.	Resultados de alternativas del sistema propuesto	22
1.3.3.5.	Alternativas del tipo de mezclador.....	23
1.4.	Beneficiarios directos e indirectos	25
1.4.1.	<i>Beneficiarios directos</i>	25
1.4.2.	<i>Beneficios indirectos</i>	25
CAPÍTULO II		
2.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	26
2.1.	General	26
2.2.	Específicos	26
CAPÍTULO III		
3.	ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR	27
3.1.	Localización del proyecto	27
3.1.1.	<i>Macro localización</i>	27
3.1.2.	<i>Micro localización</i>	27
3.2.	Ingeniería del proyecto	28
3.2.1.	<i>Parte Experimental</i>	29
3.2.2.	<i>Metodología</i>	29
3.2.2.1	<i>Plan de muestreo</i>	29
3.2.2.2.	<i>Métodos y Técnicas</i>	29
3.2.2.2.1	<i>Método descriptivo</i>	29
3.2.2.2.2.	<i>Técnicas</i>	30
3.2.3.	<i>Datos</i>	31
3.2.3.1.	<i>Datos experimentales</i>	31
3.2.3.1.1.	<i>Datos experimentales para la determinación del tamaño de la partícula</i>	31
3.2.3.1.2.	<i>Datos experimentales para la determinación de humedad.</i>	32
3.2.3.2.	<i>Datos para el rediseño</i>	32
3.2.3.2.1.	<i>Datos de las variables de diseño del mezclador.</i>	33
3.2.3.2.2.	<i>Datos de para el rediseño propuesto</i>	34

3.2.4.	Cálculos y resultados.....	35
3.2.4.1.	Cálculos experimentales.....	35
3.2.4.1.1.	Cálculos para determinar % de retención Muestra A.....	35
3.2.4.1.2.	Cálculos para determinar el tamaño medio de la partícula Muestra A.....	36
3.2.4.1.3.	Cálculos para determinar % de retención Muestra B.....	36
3.2.4.1.4.	Cálculos para determinar el tamaño medio de la partícula Muestra B.....	37
3.2.4.2.	Cálculos para el Rediseño de mezclador.....	37
3.2.4.2.1.	Cálculo del volumen del recipiente tipo V.....	37
3.2.4.2.2.	Diseño del recipiente.....	37
3.2.4.2.3.	Cálculo de la velocidad de rotación.....	37
3.2.4.2.4.	Cálculo del volumen del eje.....	38
3.2.4.2.5.	Cálculo del peso sobre eje del cuerpo.....	38
3.2.4.2.6.	Cálculo del peso sobre el piñon.....	38
3.2.4.2.7.	Cálculo de la velocidad de salida del motor.....	39
3.2.4.2.8.	Cálculo de la potencia del motor.....	39
3.2.4.2.9.	Cálculos de las fuerzas y momentos del sistema.....	40
3.2.4.2.10.	Cálculo de inercias.....	41
3.2.4.2.11.	Cálculo del esfuerzo nominal.....	42
3.2.4.2.12.	Cálculo de la masa del eje.....	42
3.2.4.2.13.	Cálculo del peso del eje.....	42
3.2.4.2.14.	Cálculo del número de eslabones de la cadena.....	43
3.2.4.2.15.	Cálculo de la eficiencia.....	43
3.2.4.2.16.	Cálculo de balance masa.....	44
3.2.5.	Resultados.....	45
3.2.5.1.	Resultados de los análisis de las alternativas del mezclador.....	45
3.2.5.2.	Resultados del tamaño de partícula.....	46
3.2.5.3.	Resultados del dimensionamiento del mezclador.....	47
3.2.5.4.	Resultados del análisis de Eficiencia.....	47
3.2.5.5.	Resultados del analisis de balances de masa.....	48
3.2.5.6.	Propuesta.....	49
3.2.5.6.1.	Diagrama actual del proceso de mezclado de la empresa SEYQUIIN CÍA.LTDA.	51

3.3.	Requerimientos de equipos tecnología y maquinaria	52
3.4.	Análisis de costo/beneficio del proyecto técnico	54
3.5.	Cronograma de ejecución del proyecto técnico.....	58
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES.....	60
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Evaluación del peso específico de cada criterio en el sistema de mezclado	17
Tabla 2-1. Evaluación del criterio de fiabilidad.	17
Tabla 3-1. Evaluación del criterio de manufactura.	18
Tabla 4-1. Evaluación del criterio costo.....	18
Tabla 5-1. Evaluación del peso específico del criterio de peso.....	18
Tabla 6-1. Evaluación del peso específico de cada criterio en el sistema de movimiento.	19
Tabla 7-1. Evaluación del peso específico del criterio de costo.....	19
Tabla 8-1. Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad.....	19
Tabla 9-1. Evaluación n del peso específico del criterio de manufactura.	20
Tabla 10-1. Evaluación del peso específico del criterio de mantenimiento.	20
Tabla 11-1. Evaluación del peso específico del criterio de costo.....	20
Tabla 12-1. Evaluación del peso específico del criterio de costo.....	21
Tabla 13-1. Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad.....	21
Tabla 14-1. Evaluación del peso específico del criterio de disponibilidad	21
Tabla 15-1. Conclusión de la selección sistema de mezclado.....	22
Tabla 16-1. Conclusión de la selección del sistema de movimiento.	22
Tabla 17-1. Conclusión de la selección del controlador.	22
Tabla 18-1. Alternativas del tipo de mezclador.	23
Tabla 19-1. Alternativas de la transmisión del movimiento del recipiente.	23
Tabla 20-1. Alternativas del controlador del sistema de mezclado.....	24
Tabla 21-3. Características geográficas de la empresa SEYQUIIN CÍA.LTDA.	28
Tabla 1-3. Técnica de tamizado.	30
Tabla 2-3. Técnica para determinar la humedad.	30
Tabla 3-3. Datos de tamizado muestra A.	31
Tabla 4-3. Datos de tamizado muestra B.	32
Tabla 5-3. Datos de humedad.....	32
Tabla 6-3. Diseño y características del mezclador actual	32
Tabla 7-3. Características del motor	32
Tabla 8-3. Pesos de la estructura del mezclador.	33
Tabla 8-3. Pruebas al vacío del equipo mezclador.	33
Tabla 9-3. Datos de con carga nominal del mezclador actual.....	34
Tabla 10-3. Datos de balance de masa.	34
Tabla 11-3. Pesos de c/u de las estructuras.	34
Tabla 12-3. Calculos experimentales.	35
Tabla 13-3 Calculos experimentales.	36

Tabla 14-3. Cálculos de la eficiencia	43
Tabla 15-3. Resultados de experimento del tamaño de la partícula.	46
Tabla 16-3. Dimensionamiento para el rediseño del mezclador	47
Tabla 17-3 Materia prima.....	53
Tabla 18-3. Material normalizado.....	53
Tabla 19-3. Costo elementos de control.....	54
Tabla 20-3. Costo de mano de obra directa.....	55
Tabla 21-3. Costo de materiales indirectos	55
Tabla 22-3. Costo mano de obra directa	56
Tabla 23-3. Costos totales del rediseño del mezclador	56
Tabla 24-3. Flujo neto de caja con relación a la inversión.....	57
Tabla 25-3. Cronograma de actividades recursos y tiempo a utilizarse en el proyecto	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Materia: Mezclas-Sustancias.....	3
Figura 2-1. Segregación ocasionada por mezcla de partículas.....	4
Figura 3-1. Mezclador tipo “V”	8
Figura 4-1. Pérdidas de material en las paredes del equipo mezclador.....	15
Figura 5-1. Diagrama de flujo del proceso mezclado actual.....	16
Figura 1-3. Mapa de macro localización del proyecto.....	27
Figura 2-3. Ubicación geográfica de la empresa SEYQUIIN CÍA.LTDA	28
Figura 3-3. Dimensionamiento del eje actual	33
Figura 4-3. Diagrama de momentos máximos	35
Figura 5-3. Comparación del diseño actual Vs el propuesto.	49

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1-1. Análisis de eficiencias en los mezcladores.	48
Grafico 2-3. Diagrama general de balance de masas en el mezclador.	48

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de titulación es rediseñar la unidad de mezclado con la finalidad de evitar pérdidas costos de producción en el proceso de mezclado de la empresa Seyquiin.Cía Ltda debido a un mal diseño en el equipo disminuyendo la cantidad de materia prima perdida en las paredes del sistema así como su demanda de costos en el proceso. Seyquiin.Cía Ltda, desarrolla diariamente productos químicos de uso industrial textil, curtiembre, limpieza, produciendo de 1 a 4 cargas diarias de productos químicos granulados teniendo un precio estimado de 15 dorales el quintal. Se tomó 6 muestras de manera aleatoria simple de dos productos de alta demanda, determinado en el laboratorio parámetros físico- químicos como: grado de humedad, tamaño de la partícula, ph, alcalinidad mediante equipos de tamizado, ph-metro así mismo se diagnosticó el actual funcionamiento del equipo realizando pruebas al vacío y con carga nominal para determinar los parámetros de funcionamiento como: velocidad de giro, potencia del motor al que trabaja, tiempo de mezcla, cantidad de alimentación y descarga del sistema con sus correspondientes estándares de funcionamiento, el diseño del actual equipo cuenta con un motor trifásico de 5Hp de potencia diseño cubico sistema eléctrico prendido y apagado y de carga manual con una capacidad de 100Kg. Se obtiene como resultado el rediseño del envase tipo cubico por un diseño tipo V en donde su rendimiento mejora hasta un 15% valor aceptable para el gasto económico que representa su manufactura además se le adiciona un sistema eléctrico automático de tiempos para un mezclado adecuado y optimo permitiendo utilizar hasta un 95% de la materia prima contribuyendo así al mejoramiento de la calidad de productos elaborador por el mezclador, de acuerdo con esto se concluyo que el rediseño del equipo mezclador de polvos quimicos cumple con las normas BPM (Buenas prácticas de manufactura), en cuanto a diseño de equipos industriales se refiere con el objetivo de mejorar la produccion, se recomienda tomar en cuenta un plan de mantenimiento preventivo para evaluar anomalías y daños del mezclador industrial

Palabra clave: <CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES>, <INGENIERÍA QUÍMICA>, <EQUIPO MEZCLADOR>, <MEZCLADOR “V”>, <CALIDAD DE LA MEZCLA>, <CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN>, <MOTOR TRIFASICO>, <CAPACIDAD DE CARGA>.

SUMMARY

The objective of this titling research is to avoid losses of production costs in the process of mixing of the Seyquiin company Cía.Ltda. due to a bad design in the equipment to decrease the amount of raw material lost in the walls of the system as well as it's the demand for costs in the process. Seyquiin Cía Ltda. textile develops daily chemical products for industrial textile use, tannery, cleaning, producing from 1 to 4 daily loads of granulated chemical products having an estimated price of 15 per quintal. Six samples were taken in a simple random way of two products of high demand, determining in the laboratory physical-chemical parameters, such as: degree of humidity, particle size. Ph, alkalinity thorough sieving equipment, ph-meter was diagnosed the current operation of the equipment performing vacuum tests and with nominal load to determine the operating parameters such as: speed of rotation, power of the motor to which it works, mixing time, amount of power and discharge of the system with its corresponding operating standards, the design of the manual loading with a capacity of 100Kg. The result is the redesign of the cubic type container by a type V design where its performance improves up to 15% acceptable value for the economic cost of its manufacture, in addition to an automatic electrical system of times for adequate mixing and optimal allowing up to 95% of the raw material to be used, thus contributing to the chemical powder mixing equipment which complies with the GMP (Good Manufacturing Practices) standards, in terms of industrial equipment design refers to the objective of improving production. It is recommended to take into account a preventive maintenance plan to evaluate anomalies and damages of the industrial mixer.

KEYWORD: <EXACT AND NATURAL SCIENCES>, <CHEMICAL ENGINEERING>, <MIXING EQUIPMENT>, <MIXER "V">, <QUALITY OF THE MIXTURE> <PRODUCTION CAPACITY>, <THREE-PHASE MOTOR>, <LOAD CAPACITY>.

INTRODUCCIÓN

Los trascendentales adelantos tecnológicos que permiten una constante innovación de los sistemas de producción en las diferentes áreas industriales en Ecuador, hacen indispensable la actualización de los conocimientos en el área de la ingeniería química, mejorando los diferentes procesos que involucren la agitación y el mezclado de sólidos, que son operaciones unitarias de gran valor en la manufactura de determinados productos destinados a la industria sanitaria, farmacéutica, alimentaria, química, de cosméticos, detergentes, colorantes, abonos y plásticos. (Molina, 2013)

El desarrollo del presente proyecto técnico tiene la finalidad de rediseñar la unidad de mezclado para polvos químicos, mejorando la calidad de los productos elaborados en textura y tamaño de la partícula, obteniendo así un mezclado óptimo a un tiempo de operación prolongado basándonos en la metodología analítica, descriptiva, y experimental, ya que relaciona los fundamentos específicos sobre el rediseño del equipo contribuyendo a disminuir las pérdidas de materia prima por un inadecuado diseño del equipo actual, lo cual beneficiara a la empresa en la mejora de calidad y producción, reflejándose en costos de producción.

El interés que presenta el Ingeniero Químico en la operación de mezclado es la innovación y mejora de la matriz productiva para obtener productos terminados de calidad competitiva, esto se da teniendo en cuenta el tipo de materia prima, maquinaria adecuados, tiempo de operación, consumo energético, para lo cual se llevara un estudio y análisis de las diferentes variables de proceso tanto de la materia prima como del funcionamiento técnico del equipo mejorando su eficiencia, tiempo de mezclado, velocidad de rotación, procediendo a la toma de muestras y a las pruebas del equipo actual con y sin carga nominal en la misma empresa consiguiendo resultados favorables se procede a la recolección de fuentes bibliográficas teniendo como resultados la mejora de la eficiencia de un 15% en relación al equipo cubico Vs mezcladora tipo “V” basados en la simulación del proceso mediante programa computacionales (solidworks).

El presente estudio determina los parámetros necesarios para la propuesta aún rediseño del equipo de mezclado disminuyendo las pérdidas de materia prima el cual está compuesto por un recipiente tipo “V” capacidad para 100Kg de producto, masa del eje de 40 Kg, velocidad de rotación a 29 rpm, con una potencia del motor 5Hp, generando una eficiencia al 98% para el mezclador tipo V este es el nuevo dimensionamiento que requiere el equipo para la empresa Seyquiin.Cía.Ltda.

ANTECEDENTES

Desde la antigüedad el hombre ha tenido la necesidad de adaptarse a los diferentes cambios con el fin de mejorar sus condiciones de vida, es así que la operación de mezclado surge como parte fundamental de nuestras vidas con técnicas como el procesamiento de alimentos, productos medicinales, bebidas, pinturas, utilizados en la química convencional volviéndose desde entonces solución para los problemas en la actualidad.

El mezclado es una operación unitaria que consiste en la adición entre componentes sólidos, líquidos o gases sometidos a temperaturas y presiones para obtener compuestos mucho más complejos.

La empresa Seyquiiin Cía. Ltda., se encuentra ubicada en la calle 4ta parque industrial de la ciudad de Ambato sus actividades comienza en el año 2000, comercializando productos químicos a través de una persona natural, cuyo objeto fue la compra nacional y venta local de dichos productos, posteriormente de acuerdo al análisis del mercado se ve la necesidad de importar los productos químicos con el fin de minimizar costos y maximizar la rentabilidad, es así que a inicios del año 2005 se empieza a importarlos de varios países, tales como: Colombia, La India, entre otros.

Es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos químicos para la industria textil, alimenticia, avícola, del cuero, petrolera y de remediación ambiental ya que en la actualidad no existe registro de estudios realizados anteriormente para un correcto tipo de mezclado en el sistema actual, dicha empresa ha tomado como alternativa realizar un estudio y rediseño de la unidad de mezclado de polvos químicos con el fin de dar posibles soluciones al sistema de mezclado evitando pérdidas de materia prima y retrasando la entrega del producto, lo cual genera un gasto extra para la empresa, con el presente proyecto se mejorará el sistema de mezcla obteniendo productos de calidad y cumpliendo con las gestiones empresariales.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema

En la provincia de Tungurahua el rápido crecimiento de la industria textil y curtidurías, demandan productos químicos para sus diferentes tratamientos en los procesos de manufactura y terminados siendo razón para que la empresa Seyquiin Cía. Ltda tenga un crecimiento en la producción y elaboración de productos químicos en diferentes áreas del mercado industrial, considerables dentro de las empresas productoras del país.

El principal problema que tiene la empresa es la baja calidad de los productos elaborados que se dan en el equipo mezclador el cual presenta pérdidas de materia prima en las paredes y esquinas del mismo debido a un mal diseño de la máquina, sin llegar a su máxima utilización en la elaboración de químicos de buena calidad, siendo inadecuados para su expendio y comercialización, generando producciones deficientes lo que conlleva a tener costos sobre valorados que no se ve reflejado el rendimiento de su inversión.

Motivo que inspira para plantear la siguiente interrogante: ¿Es posible realizar la recuperación de polvos mediante el rediseño de la unidad de mezclado de la empresa Seyquiin Cía. Ltda.?

1.2. Justificación del proyecto

El presente proyecto surge de la necesidad que ha tenido la empresa en rediseñar la unidad de mezclado ya que actualmente presenta un proceso deficiente, debido a una escasa producción por el excesivo tiempo de mezclado, además de inadecuadas propiedades en el flujo y segregados en la mezcla, que ha incurrido en el incumplimiento de las especificaciones de calidad y efectividad de la mezcla obtenida aumentando los costos de manufactura, tiempos de producción y análisis aumentados debido al reproceso del producto.

En cuanto a la promoción y comercialización del producto se ha visto en un 35% retrasado o cancelado, por esta razón resulta esencial tanto para el desarrollo como para la producción de productos químicos con la caracterización de las propiedades fundamentales de los componentes y el proceso de mezclado involucrado.

Al rediseñar la unidad de mezclado de polvos químicos por una mezcladora tipo “V” se logrará una alta uniformidad para casi todos los materiales de mezcla, a la vez se obtendrá una buena textura en el producto, debido a la continua rotación del cilindro, los materiales se movilizan por lo tanto no habrá esquina muerta, será fácil de operar y limpiar, el trabajo se volverá estable sin ruido, entre otros.

La importancia del nuevo rediseño servirá para el avance y desarrollo productivo de la empresa, logrando así evitar ciertas operaciones en forma manual y pérdida de tiempo por parte de la máquina mezcladora de polvos, por esta razón es necesario buscar alternativas de solución con las que se pueda aprovechar el máximo de su capacidad del equipo disponible, combinando de manera efectiva los polvos sólidos de cualquier tamaño, con la operación de tubos de mezclado asimétricos evitando ángulos muertos, asegurando así una mezcla completa, cuidando a la vez la eficacia química de sus productos, con un funcionamiento temporizado o continuo con apagado automático al final del trabajo, rediseñado con tubos de acero inoxidable pulidos y fáciles de limpiar para obtener durabilidad e higiene, a la vez sus operaciones y controles serán simples, es decir será la mezcladora de polvos altamente eficiente.

1.3. Línea base del proyecto

1.3.1. Marco teórico referencial

1.3.1.1. Mezclado

Una mezcla es una materia constituida por diversas moléculas iguales, que toman el nombre de sustancia químicamente pura o compuesto químico, estas están formadas por diversas sustancias que no conservan interacciones químicas, las propiedades de sus componentes son distintos entre sí, es habitual que cada uno de ellos se halle aislado a través de algún método mecánico, en una mezcla los componentes no pierden su semejanza ni sus características y logran ser aislados por medios físicos o mecánicos. (Pérez Porto & Gardey, 2012)

1.3.1.2. Material particulado

1.3.1.2.1. Clasificación de las mezclas

La materia puede estar formada por moléculas diferentes y en ese caso se llama mezcla o por moléculas que son todas iguales que es lo que se llama compuesto químico, o una sustancia químicamente pura.

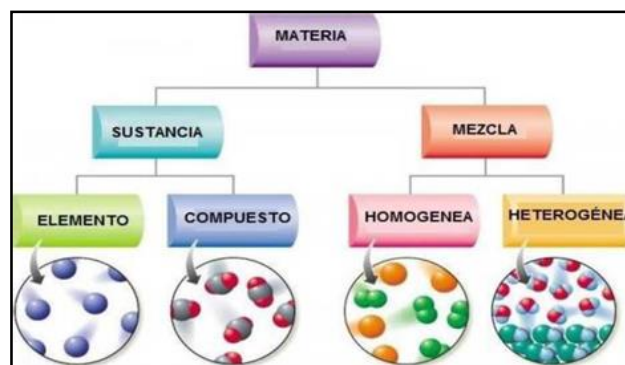
a. Mezcla homogénea: Son mezclas cuya composición y propiedades son uniformes en cualquier parte de una muestra determinada; no tienen fases observables, pues sus componentes se mezclan como átomos individuales, iones o moléculas, lo que hace que sus componentes no se visualicen.

Es decir que estos componentes no se distinguen a simple vista y se les conoce como disoluciones, estas pueden ser sólidas líquidas o gaseosas.

b. Mezcla heterogénea: Son mezclas cuyos componentes se apartan en zonas diferenciadas; por lo tanto, la composición, el aspecto y las propiedades físicas varían de una zona a otra de la mezcla.

Las partículas en disolución son el tamaño atómico-molecular, mientras que las partículas dispersas en un coloide son agregados moleculares y de mayor tamaño que las de una disolución, pero de menor tamaño que las de una suspensión, de forma tal que no sedimentan. Macroscópicamente en las mezclas se clasifica en homogéneas y heterogéneas, sin embargo microscópicamente ambas son heterogéneas, porque están desarrolladas por partículas de sustancias diferentes, por tanto, en una mezcla habrá más de un tipo de partícula. (Pérez Porto & Gardey, 2012).

Las siguientes figuras representan mezclas de elementos, porque sus partículas están formadas por átomos iguales, en igual forma también se incorporan modelos de mezclas de elementos y compuestos.



Moléculas Iguales

Moléculas Diferentes

Figura 1-1. Materia: Mezclas-Sustancias.

Fuente: Terán (2013)

1.3.1.2.2. *Propiedades de los componentes de las mezclas*

➤ **Composición del flujo de polvos**

Las mezclas de polvos pueden ser clasificadas en dos grupos; uno contiene partículas cohesivas y otro que involucra flujo libre de partículas; en este último grupo, las partículas individuales podrán moverse libre o independiente, la formación de este tipo de mezcla es un proceso estadístico en el cual se aplican las reglas de la probabilidad si se considera que todas las partículas son idénticas en todos los aspectos, excepto en el color, se puede obtener una mezcla completamente aleatoria; si las partículas no son iguales se observará segregación o un mezclado incompleto. (Allen, 2012)

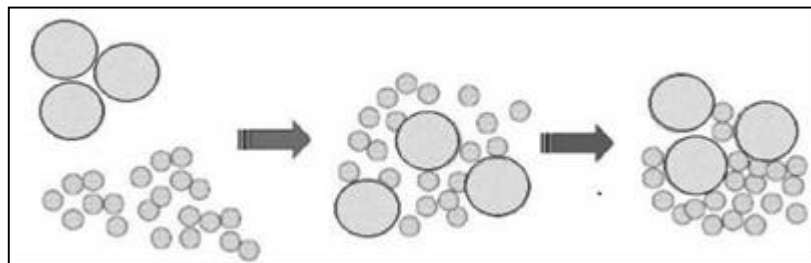


Figura 2-1.Segregación ocasionada por mezcla de partículas.

Fuente: (Allen, 2012).

➤ **Forma de partícula**

El mezclado puede alterar la forma, debido a la erosión, produciendo partículas de forma irregular; la forma es la variable más crítica que afectan las características de flujo y el grado de emparejamiento de las partículas; las formas esféricas y ovaladas fluyen con mayor facilidad; las rugosas y fracturadas fluyen poco; las aciculares forman un enrejado que dificultan el flujo. (Allen, 2012)

➤ **Tamaño de la partícula**

Lo ideal es que todas las partículas tengan un mismo tamaño, por lo tanto estas se deben moler y tamizar antes de mezclar; sin embargo, el hecho de tener igual tamaño no implica que tengan la misma forma y se facilite el flujo. En general, los polvos con diámetro promedio menor a 100gr poseen poco flujo y dificultan el mezclado; cuando se mezclan partículas con grandes de tamaños diferentes, se presenta el fenómeno de segregación depositándose las más pequeñas en el fondo del mezclador en pequeñas cantidades con el excipiente y luego seguir agregando este poco a poco. (Florence & Attwood, 2016)

Porcentaje de retención de las partículas

$$\%R = \frac{Pr}{Pb} * 100$$

Ecuación 1

Dónde:

Pr= Peso retenido por el tamiz, g

Pb = Peso Bruto o Peso de la muestra total, g

Tamaño medio de las partículas

$$TMR = \frac{\Sigma_R}{100}$$

Ecuación 2

Dónde:

Σ_R =Sumatoria del % de retención, μm

➤ **Densidad**

La segregación puede ocurrir al vaciar el mezclador, durante el transporte y almacenamiento debido a las vibraciones del recipiente que contiene el material; este factor es minoritario en la industria farmacéutica, ya que la mayoría de las materias primas poseen densidades similares. (Sudah, Coffin-Beach, & Muzzio, 2012)

Desde luego cuando hay diferencias significativas entre las densidades de los componentes se produce segregación, a pesar de que las partículas del mismo tamaño, estas partículas más densas se deslizan y caen en el fondo; si la diferencia de densidades ocurre entre partículas grandes, la separación se da por adhesión y fricción.

1.3.1.3. Tipos de mezcladores industriales

El número de modelos de mezcladores existentes y utilizados para mezclar materiales es muy amplio, debido a la infinidad y variedad de sustancias del cual puede mezclarse, de este conocimiento se puede utilizar un mezclador adecuado que dependa del uso para el que se requiere teniendo en cuenta las características del material como densidad, tamaño, forma entre otras. (Chico Proaño & Lozada, 2014).

Un buen mezclador es aquel que mezcla todo el lote del producto de forma suave, además de tener algunas características en cuanto a la limpieza, funcionalidad, movilidad, mantenimiento y consumo de energía; en la industria farmacéutica se ha observado que el flujo pobre genera una variación en el peso de las tabletas y en el rendimiento del proceso de llenado de las cápsulas. (Rao Nalluri & Knentz, 2010).

a. Mezcladores estáticos

Estos equipos mezcladores estáticos se basan en el funcionamiento de rotación del engranaje seguidamente que atraviesa el recipiente donde se aloja el material, desde luego no requiere control de un autómata programable, en la mayoría de los casos se ejecuta el control solamente con contactores o switch. (Sotomayor, 2015).

➤ **Mezclador de bandas:** El diseño se fundamenta en un sistema de navajas de agitación horizontales, con un conducto en forma de U, este recoge material desde afuera hacia el centro y viceversa consiguiendo una mezcla convexa.

Se obtiene como resultado una mezcla de con viscosidad y de cohesión de polvo con líquido, su principal aplicación se da con mezclas de productos húmedos; los procesos de dosificado son muy complejos por su forma horizontal que presenta la maquina mezcladora.

➤ **Mezclador cónico:** Tiene un recipiente cónico invertido semejante y se encuentra equipado internamente de un tornillo sinfín que va girando circularmente de forma paralela a la bisectriz del cono. Su componente de movimiento crea corrientes de transporte para el producto, asegurando que todo el material entre dentro del campo de acción del tornillo sinfín.

Este mezclador cónico es de tipo estático con carga vertical, su agitación se efectúa a través de un tornillo helicoidal que va efectuando un movimiento planetario dentro del cono; la mezcla que se ejecuta es por convección debido al movimiento planetario y por difusión, ya que es un tornillo helicoidal, esta máquina permite la mezcla de sólidos grandes; también es posible instalar en el centro del cono, un disco cowles (opcional), para romper los aglomerados presentes ya sea por las características físicas de la materia prima o por la adición de líquidos sobre los sólidos. (Lleal S.A, 2018).

b. Mezcladores de movimiento

Se basa su principio en la rotación del recipiente que contiene el material aprovechando la fuerza de gravedad. Si la velocidad de rotación es rápida, por fuerza centrífuga el polvo se salvaguardará en los extremos de la carcasa evadiendo el mezclado, por el contrario si su velocidad de rotación es muy lenta no se produce mezcla homogénea del producto.

➤ **Mezclador bicónico:** Este mezclado gira a una velocidad crítica, por lo que la forma del recipiente no tiene necesidad de usar palas deflectoras ni algún dispositivo extra para obtener un mezclado homogéneo.

Especialmente se usa para mezclas no intensivas, para la homogeneización de procesos a gran escala en la que se pretende un mezclado de sólidos suaves, evadiendo aglomeración del producto y rotura de partículas. Este tipo de mezclador ya usa un sistema programable para el control.

➤ **Mezclador cilíndrico:** Se fundamenta en una carcasa cilíndrica con capacidad de rotación en su eje produciendo un flujo cruzado del material; con la adición de inconvenientes dentro del recipiente se acrecentará la acción de mezcla.

Estos modelos no son muy comunes debido a la poca eficiencia que produce en el mezclado, misma que se podría aumentar inclinando el recipiente de rotación, sin embargo es de difícil su limpieza debido al diseño en el que esta contruido posee un control inteligente preciso para poder interrumpir el trabajo y verificar la descarga mediante gravedad.

➤ **Mezclador tipo V:** Por su forma, crea en su interior corrientes axiales que apartan y unen el material, que unido a la acción radial, resulta una mezcla rápida y homogénea sin necesidad de hacer algún dispositivo mecánicas además de tener las capacidades altas de producción con un consumo mínimo de energía. Este equipo mezclador es el más exacto de los mezcladores de carcasa móvil, posee un controlador por medio de sistemas automático programable.

La mezcladora en “V” se utiliza principalmente para la mezcla de polvo y polvo, especialmente para materiales en lotes pequeños pero con alto requisito de uniformidad sin esquina muerta; el cilindro es normalmente giratorio, el proceso de mezcla se divide en detención y alimentación, al inicio de la mezcla, detención y descarga, entre otros., El dispositivo de alimentación al vacío puede ser equipado con cualquier tipo de material.



Figura 3-1. Mezclador tipo “V”

Fuente: (Directindustry, 2018).

1.3.1.4. Rediseño

1.3.1.4.1. Recipiente tipo V

$$V = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * (2h + \varnothing)$$

Ecuación 3

Dónde:

V: volumen del recipiente, m³

∅: Diámetro del recipiente, m

h: altura, m

El diseño del recipiente tipo “V” ayuda a mejorar la operación de mezclado a través de ciertas configuraciones en el sistema y su dimensionamiento adecuado como el volumen ya que de este factor depende la eficiencia de la mezcla, la utilización de este tipo de mezcladores se da comúnmente para sólidos como: la elaboración de fármacos, alimenticios, químicos, procesos orgánicos e inorgánicos.

1.3.1.4.2. Velocidad de rotación

$$n = \frac{V_M}{i}$$

Ecuación 4

Dónde:

V_M= Velocidad del motor, rpm

i: relación de transmisión.

Se aplica en las industrias farmacéuticas, de alimentos y manufactura de productos es por lo general se trabaja con una velocidad de 30-100 rpm dependiendo del producto se logra obtener un mezclado en óptimas condiciones.

1.3.1.4.3. Eje de rotación

$$V = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * l$$

Ecuación 5

Dónde:

V = Volumen, m³

∅: = diámetro del eje, mm

L = longitud del eje, m

Los ejes de un mezclador es el segmento que va a contener el centro del cuerpo de las dos bases estos transmiten velocidad y rotación se utiliza en la industria de maquinaria pesada.

1.3.1.4.4. Eje de un cuerpo

$$W = m * g$$

Ecuación 6

Dónde:

W= Peso sobre el eje del cuerpo, Kg

m= Masa total del eje, Kg

g= Gravedad, m/s²

Su aplicación en las industrias de manufactura donde involucra equipamiento sofisticado en la cual su función es la transmisión de la velocidad de rotación emitida por la fuerza del recipiente.

1.3.1.4.5. Piñon

$$W_{\text{Piñon}} = m * g$$

Ecuación 7

Dónde:

$W_{\text{Piñon}}$ = Peso sobre el eje del Piñon, Kg

m = Masa del Piñon, Kg

g = Gravedad, m/s^2

Se aplica en las industrias de construcción, procesamiento, manufactura, minería y agricultura, su principal función es transmitir la potencia entre los dos ejes bastante separados el cual está formado por cadenas, existiendo gran eficiencia mecánica.

1.3.1.4.6. Velocidad de salida del motor

El tipo de motor a utilizar es eléctrico con tención trifásica el cual genera un campo magnético por el material de las bobinas donde transforma la energía eléctrica en mecánica es aplicable en casi todas las industrias ya que cuentan con equipos mecánicos para realizar trabajo automático.

$$n = \frac{V_M}{i}$$

Ecuación 8

Dónde:

n = Velocidad de salida, rpm

V_M = Velocidad del motor, rpm

i = relación de transmisión

1.3.1.4.7. Potencia del motor

$$P_o = T * \omega$$

Ecuación 9

Dónde:

T = Torque máximo, N m

ω = Velocidad angular, rad/seg

$$P_m = \frac{P_o}{n}$$

Ecuación 10

Dónde:

P_o = Potencia a transmitir, WATT

n = eficiencia del motor

*1.3.1.4.8. Fuerzas y momentos del sistema***Fuerzas:**

$$W_{\text{piñón}} * d_1 - R_B * d_2 + W_{\text{cuerpo 1}} * d_3 + W_{\text{cuerpo 2}} * d_4 = 0$$

Ecuación 11**Dónde:**

$W_{\text{piñón}}$ = Peso del piñón, N

$W_{\text{cuerpo 1}}$ = Peso del cuerpo 1, N

$W_{\text{cuerpo 2}}$ = Peso del cuerpo 2, N

d_1 = diametro del eje, m

d_2 = diametro del eje, m

d_3 = diametro interno del eje, m

d_4 = diametro externo del eje ,m

Momentos:

$$R_A - W_{\text{piñón}} + W_{\text{cuerpo 1}} + W_{\text{cuerpo 2}} - R_B = 0$$

Ecuación 12**Dónde:**

$W_{\text{piñón}}$ = Peso del Piñón, N

$W_{\text{cuerpo 1}}$ = Peso del cuerpo 1, N

$W_{\text{cuerpo 2}}$ = Peso del cuerpo 2, N

R_B = Fuerza del sistema, N

Considerando las fuerzas que producen los ejes en el momento de giro del sistema es importante el análisis de las fuerzas y momentos del solido libre ya que de los valores obtenidos dependerá del diámetro del eje al cual se expondrá el sistema de mezclado.

1.3.1.4.9. Inercia

La inercia propiedad de la materia en la cual se mantiene en reposo o movimiento por gravedad, su aplicación se da en equipos pesados como mezcladoras, centrifugadoras, bombas, para ello se calcula las fuerzas que emiten vibraciones con el objeto de minimizar su efecto y evitando mezclas desiguales en la carga.

En la sección circular del mezclador:

Fibra más lejana:

$$c = \frac{d}{2}$$

Ecuación 13

$$I_x = \frac{\pi * d^4}{4}$$

Ecuación 14

Dónde:

I_x =Inercia circular, in

d =Diámetro experimental, m

c =Fibra circular más lejana, in

Esfuerzo nominal:

$$\sigma_o = \frac{M_x * c}{I}$$

Ecuación 15

Dónde:

M_x = Momento máximo, lb.in

c = Fibra más lejana, in

i = Momento de Inercia circular, in

En la sección del eje

1.3.1.4.10. Masa del eje

$$m = V * \delta$$

Ecuación 16

Dónde:

δ = La densidad del acero inoxidable AISI 304, Kg/m³

V =Volumen del eje, m³

1.3.1.4.11. Peso del eje

$$W_{\text{eje}} = m * g$$

Ecuación 17

Dónde:

m= masa del eje, Kg

g= Gravedad, m/s²

1.3.1.4.12. Inercia en el eje

$$I = \frac{m(3r^2 + l^2)}{12}$$

Ecuación 18

Dónde:

m=peso del eje, m

r=radio del eje, m

l= Longitud del eje, m

Sistema de transmisión por cadenas

Las cadenas vienen a ser el conjunto de piñones adyacente en el cual transfieren desplazamiento radial cierta distancia, desde luego se utiliza cuando se tienen que transmitir grandes potencias con relaciones de transmisión reducidas, es decir transmiten más potencia que la de la correa, y sus aplicaciones industriales se da en equipos de fuerza robustas, hay un mínimo desgaste de sus componentes.

1.3.1.4.13. Longitud de la Cadena

$$\frac{L}{p} = \frac{2C}{p} + \frac{N_1 + N_2}{2} + \frac{(N_1 + N_2)^2}{4\tau^2 c/p}$$

Ecuación 19

Dónde:

$\frac{C}{p}$ = Factor de distancia entre centros

$N_1 = N_2$ = Dientes del piñón

1.3.1.4.15. *Eficiencia de un equipo*

La eficiencia es una medida en la cual nos permite determinar la eficiencia de un equipo y la calidad del mezclador.

$$\text{Eficiencia} = \frac{M_e - M_s}{M_e} * 100$$

Ecuación 20

Dónde:

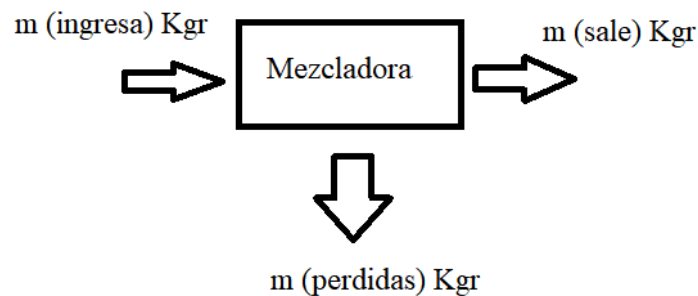
m_e = Masa de entrada, Kg

m_s = Masa de salida, Kg

1.3.1.4.16 *Balance de masa*

El balance de masa es el cálculo matemático muy utilizado en ingeniería que nos permite determinar la cantidad de materia que ingresa, sale, y pierde en el interior del sistema se da mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Acumulación}$$



$$\Delta m_{total} = \sum m_i - \sum m_s$$

$$\sum m_i = \sum m_s - \sum m_p$$

$$\sum m_p = \sum m_i - \sum m_s$$

Ecuación 21

Donde:

$\sum m_p$ = Masa que se pierde en el mezclador, Kg

$\sum m_i$ =Masa que ingresa al mezclador, Kg

$\sum m_s$ = Masa que sale del mezclador, Kg

1.3.2. Diagnostico actual del equipo mezclador

La unidad de mezclado actual cuenta con un recipiente diseñado de forma cúbica lo cual se ha visto generado la perdida de material particulado (polvos) en las esquinas y paredes del sistema teniendo como variables el tiempo de mezclado ya que no cuenta con un sistema estandarizado en tiempos de mezclado mientras que su carga y descarga de productos químicos se la realiza de manera manual por una tolva a si como el control de mezcla se da por un sistema eléctrico encendido-apagado sin que exista una velocidad de giro apropiado en donde permita un grado de mezcla homogénea teniendo como resultado la aglomeración de material en zonas muertas del mezclador lo que es observable que este equipo mezclador no es eficaz, eficiente y efectivo, debido a un diseño inadecuado como se muestra en la figura 4-1.



Figura 4-1. Pérdidas de material en las paredes del equipo mezclador
Fuente: (SEYQUIIN CÍA. LTDA 2012)

1.3.2.1. Diagrama actual del proceso de mezclado de la empresa SEYQUIIN CÍA.LTDA.

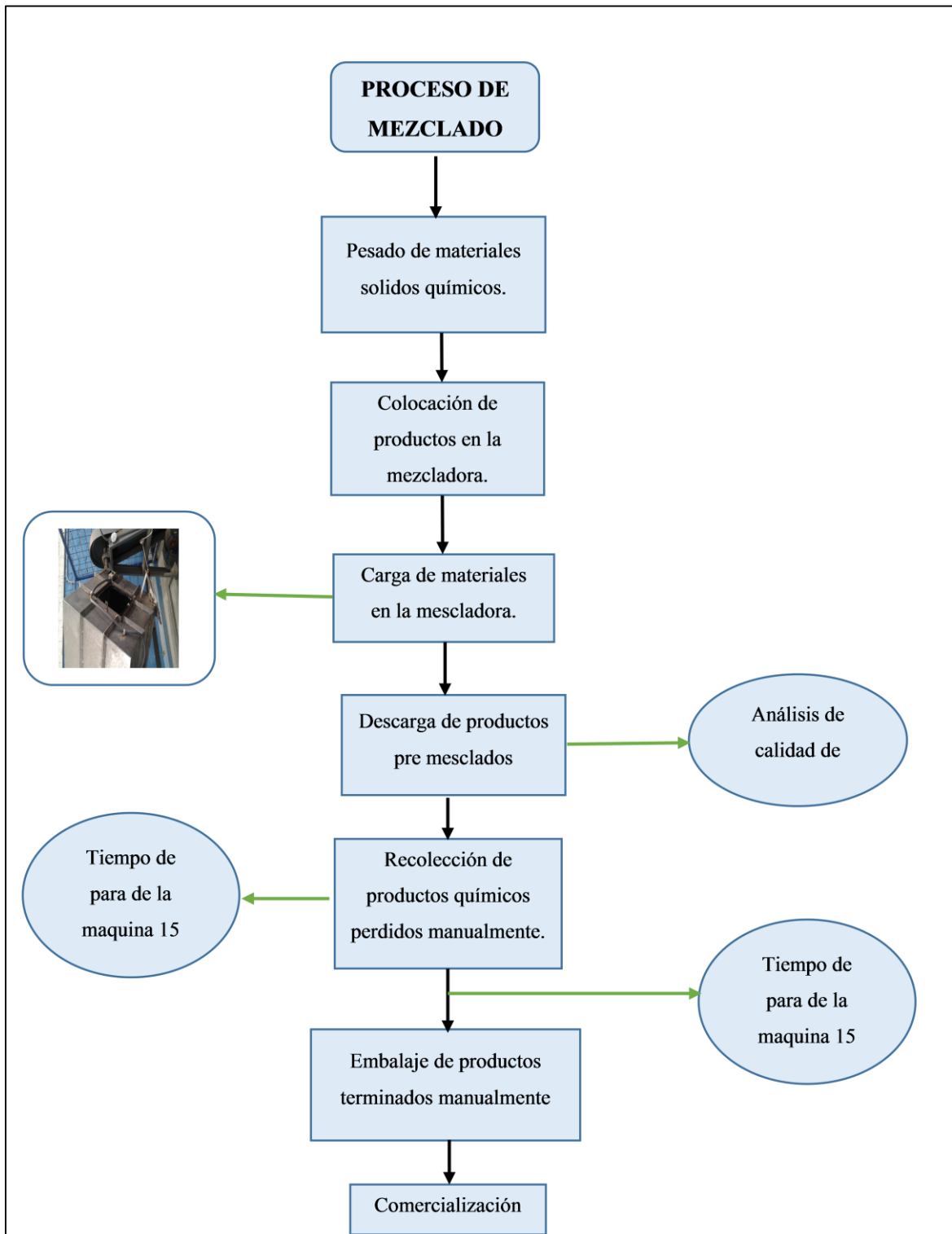


Figura 5-1.Diagrama de flujo del proceso mezclado actual.
Fuente: (SEYQUIIN CÍA. LTDA ,2012)

1.3.3. Alternativas de sistemas o procedimientos

A continuación se presentan alternativas para cada uno de los sistemas que debe poseer la mezcladora, como el sistema de mezclado, de giro y de controlador.

Es preciso poseer cuáles son sus beneficios, así como también sus inconvenientes, por lo que se procederá a valorar o evaluar cada alternativa individualmente para concluir la mejor opción a implementar en cada sistema y poseer una precisa eficiencia de mezclado en la máquina industrial.

1.3.3.1. Alternativas de sistema de mezclado

Evaluación de cada criterio

Se toma en cuenta los criterios más relevantes, como el costo, la fiabilidad, la manufactura, el peso, para lo cual se da una calificación.

Tabla 1-1. Evaluación del peso específico de cada criterio en el sistema de mezclado

Fiabilidad - Manufactura							
N°	Criterio	Fiabilidad	Manufactura	Costo	Peso	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Fiabilidad	X	1	1	1	4	0,4
2	Manufactura	0	X	1	1	3	0,3
3	Costo	0	0	X	0,5	1,5	0,15
4	Peso	0	0	0,5	X	1,5	0,15
Suma						10	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018.

Evaluación del criterio de fiabilidad

Tabla 2-1. Evaluación del criterio de fiabilidad.

M. en "V" - M. Cilíndrico = M. Bicónico						
N°	Peso	M. Bicónico	M. Cilíndrico	M. en "V"	$\Sigma+1$	Ponderación
1	M. Bicónico	X	0,5	0	1,5	0,25
2	M. Cilíndrico	0,5	X	0	1,5	0,25
3	M. en "V"	1	1	X	3	0,5
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Evaluación del criterio de manufactura

Tabla 3-1. Evaluación del criterio de manufactura.

M. Bicónico = M. en "V" - M. Cilíndrico						
N°	Peso	M. Bicónico	M. Cilíndrico	M. en "V"	$\Sigma+1$	Ponderación
1	M. Bicónico	X	1	0,5	2,5	0,4
2	M. Cilíndrico	0	X	0	1,5	0,2
3	M. en "V"	0,5	1	X	2,5	0,4
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Evaluación del criterio de costo

Tabla 4-1. Evaluación del criterio costo.

M. Bicónico = M. en "V" - M. Cilíndrico						
N°	Peso	M. Bicónico	M. Cilíndrico	M. en "V"	$\Sigma+1$	Ponderación
1	M. Bicónico	X	1	0,5	2,5	0,4
2	M. Cilíndrico	0	X	0	1,5	0,2
3	M. en "V"	0,5	1	X	2,5	0,4
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Evaluación del criterio de peso

Tabla 5-1. Evaluación del peso específico del criterio de peso.

M. en "V" - M. Cilíndrico = M. Bicónico						
N°	Peso	M. Bicónico	M. Cilíndrico	M. en "V"	$\Sigma+1$	Ponderación
1	M. Bicónico	X	0	0	1	0,2
2	M. Cilíndrico	1	X	0	2	0,3
3	M. en "V"	1	1	X	3	0,5
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

1.3.3.2. Alternativas del sistema o procedimiento de movimiento

Evaluación de cada criterio

Los criterios evaluados más precisos para este sistema hay que tomar en cuenta el costo, la factibilidad, la manufactura y el mantenimiento.

Tabla 6-1. Evaluación del peso específico de cada criterio en el sistema de movimiento.

Fiabilidad Costo - Mantenimiento - Manufactura							
N°	Criterio	Costo	Fiabilidad	Manufactura	Mantenimiento	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Costo	X	0	1	1	3	0,3
2	Fiabilidad	1	X	1	1	4	04
3	Manufactura	0	0	X	0	1	0,10
4	Mantenimiento	0	0	1	X	2	0,20
Suma						10	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018.

Evaluación del criterio de costo

Tabla 7-1. Evaluación del peso específico del criterio de costo

Eje - Caja - Cadena					Poleas	
N°	Peso	Eje – Caja	Por Poleas	Por Cadena	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Eje - Caja	X	1	1	3	0,50
2	Por Poleas	0	X	0	1	0,17
3	Por cadena	0	1	X	2	0,3
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018.

Evaluación del criterio de fiabilidad

Tabla 8-1. Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad.

Por cadena - Por poleas - Eje – caja						
N°	Peso	Eje – Caja	Por Poleas	Por Cadena	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Eje - Caja	X	0	0	1	02
2	Por Poleas	1	X	0	2	0,3
3	Por cadena	1	1	X	3	0,5
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Evaluación del criterio de manufactura

Tabla 9-1. Evaluación n del peso específico del criterio de manufactura.

N°	Peso	Eje – Caja	Por Poleas	Por Cadena	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Eje – Caja	X	0	0	1	02
2	Por Poleas	1	X	0,5	2,5	0,4
3	Por cadena	1	0,5	X	2,5	0,4
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Evaluación del criterio de mantenimiento

Tabla 10-1. Evaluación del peso específico del criterio de mantenimiento.

Por cadena > Eje - caja > Por poleas						
N°	Peso	Eje – Caja	Por Poleas	Por Cadena	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Eje – Caja	X	1	0,5	2,5	04
2	Por Poleas	0	X	0	1	0,2
3	Por cadena	0,5	1	X	2,5	0,4
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

1.3.3.3. Alternativas de controlador

Evaluación de cada criterio

Los criterios como alternativa del controlador de la evaluación más determinantes para este procedimiento de criterio es el costo fiabilidad, disponibilidad y mantenimiento.

Tabla 11-1. Evaluación del peso específico del criterio de costo

Fiabilidad – Costo- Disponibilidad =Mantenimiento							
N°	Criterio	Costo	Fiabilidad	Disponibilidad	Mantenimiento	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Costo	X	0	1	1	3	0,3
2	Fiabilidad	1	X	1	1	4	04
3	Disponibilidad	0	0	X	0,5	1,5	0,15
4	Mantenimiento			0,5	X	1,5	0,15
		0	0				
Suma						10	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Evaluación del criterio de costo

Tabla 12-1. Evaluación del peso específico del criterio de costo

Por contactores > Por micro > Por PLC						
N°	Peso	Por Contactor	Por Micro	Por PLC	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Por contactores	X	1	1	3	0,50
2	Por Micro	0	X	1	2	0,33
3	Por PLC	0	0	X	1	0,2
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018.

Evaluación del criterio de fiabilidad

Tabla 13-1. Evaluación del peso específico del criterio de fiabilidad.

Por PCL > Por micro > Por contactores						
N°	Peso	Por Contactor	Por Micro	Por PLC	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Por contactores	X	0	0	1	0,2
2	Por Micro	1	X	0	2	0,3
3	Por PLC	1	1	X	3	0,5
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Evaluación del criterio de disponibilidad

Tabla 14-1. Evaluación del peso específico del criterio de disponibilidad

Por PLC > Por micro > Por contactores						
N°	Peso	Por Contactor	Por Micro	Por PLC	$\Sigma+1$	Ponderación
1	Por contactores	X	0,5	0	1,5	0,3
2	Por Micro	0,5	X	0	1,5	0,3
3	Por PLC	1	1	X	3	0,5
Suma					6	1,0

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

1.3.3.4. Resultados de alternativas del sistema propuesto

- **Resultados del sistema de mezclado**

Tabla 15-1. Conclusión de la selección sistema de mezclado

N°	Conclusión	Fiabilidad	Manufactura	Costo	Peso	Σ	Ponderación
1	M. Bicó.	0,1	0,125	0,0625	0,025	0,31	2
2	M. Cilí.	0,1	0,05	0,025	0,05	0,23	3
3	M. en "V"	0,2	0,125	0,0625	0,075	0,46	1

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Estos resultados establecen que al operar un mezclador en "V" es la mejor opción debido a las ventajas que tiene con respecto a los otros tipos de mezcladores.

- **Resultados del sistema de movimiento**

Tabla 16-1. Conclusión de la selección del sistema de movimiento.

N°	Conclusión	Costo	Fiabilidad	Manufactura	Mantenimiento	Σ	Ponderación
1	Eje cadena	0,15	0,08	0,02	0,08	0,32	2
2	Por poleas	0,05	0,12	0,04	0,04	0,25	3
3	Por cadena	0,1	0,20	0,04	0,08	0,42	1

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

En este análisis efectuado se determina que la opción por medio de cadena y piñón es el recomendable en comparación a los otros procedimientos de los movimientos de mezclas.

- **Resultado alternativa del controlador**

Tabla 17-1. Conclusión de la selección del controlador.

N°	Conclusión	Costo	Fiabilidad	Disponibilidad	Mantenimiento	Σ	Ponderación
1	Por Contactor	0,15	0,07	0,04	0,025	0,28	3
2	Por Micro	0,1	0,13	0,04	0,0625	0,33	2
3	Por PLC	0,05	0,20	0,08	0,0625	0,39	1

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

La alternativa por sistema programable es la mejor situada por lo que se establece la más adecuada para instalar en el mezclador.

1.3.3.5. Alternativas del tipo de mezclador.

Tabla 18-1. Alternativas del tipo de mezclador.

TIPOS DE MEZCLADORES				
Indicador	Nombre	Característica	Ventajas	Inconvenientes
Alternativa (1)	Mezclador biconico	Combinado por dos conos truncados en sus extremos y un cilindro en el centro	Construcción de mediana complejidad. Flexible en la carga y descarga. Su vida útil es media por los elementos giratorios por su baja velocidad	Tiene una capacidad máx. de 50% total. Para el movimiento usar un motor de gran potencia debido a la masa rotatoria.
Alternativa (2)	Mezclador cilíndrico	Está compuesto por un cilindro o tabor, colocado con tapas en la parte superior	Fácil construcción. Media flexibilidad en carga y descarga en función al rediseño se coloca puede colocar una compuerta. Posee larga vida útil de elementos giratorios por su baja velocidad.	Capacidad máxima el 50% de la capacidad total. Para el movimiento usar un motor de mediana potencia debido a la capacidad rotativa.
Alternativa (3)	Mezclador en "V"	Tiene dos cilindros cortados y unidos a 90°.	Fácil construcción. Flexibilidad en la carga y descarga posee dos entradas superiores y una salida inferior. Larga vida útil de elementos giratorios por su baja velocidad.	Capacidad máxima el 70% de la capacidad total. Para su movimiento se usa un motor de mediana potencia debido a la masa rotativa.

Fuente: (Sotomayor Salazar, Ing. Quezada, & Ing. Sotomayor, 2015).

Realizado por: Silva Eduardo, 20

Tabla 19-1. Alternativas de la transmisión del movimiento del recipiente.

SISTEMA DE TRASMICIÓN				
Indicador	Nombre	Característica	Ventajas	Inconvenientes
Alternativa (1)	Directo eje-caja	Ingresa directamente al eje mezclador en la caja reductora ortogonal del motor.	No produce ruido	Capacidad máxima el 50% de la capacidad total. Para el movimiento usar un motor de gran potencia debido a la masa rotativa.

Alternativa (2)	Por poleas	A través de una correa y una o más poleas se transmite fuerza y velocidad.	Barato. Bajo ruido. Aprueban conectar ejes con dispositivos geométricos diversos.	Capacidad máxima el 60% de la capacidad total. Para el movimiento usar un motor de mediana potencia debido a la masa rotativa.
Alternativa (C)	Por cadena	Transmision mediante fuerza radial por medio de piñones y cadena	No hay deslizamiento. Tiene larga vida de duración. Alcanzar a trabajar en ambientes corrosivos. Coste intermedio entre correas y engranajes.	Capacidad máxima el 50% de la capacidad total. Para el movimiento usar un motor de mediana potencia debido a la masa rotativa.

Fuente: (Sotomayor Salazar, Ing. Quezada, & Ing. Sotomayor, 2015).

Realizado por: Silva Eduardo, 2018.

Tabla 20-1. Alternativas del controlador del sistema de mezclado

SISTEMA DE CONTROLADOR				
Indicador	Nombre	Característica	Ventajas	Inconvenientes
Alternativa (1)	Por contactores	El sistema es defectuoso basado en contactores electromecánicos.	Flexibilidad en el manejo de corrientes altas, medias y bajas. Trabaja con condiciones ruidosas.	Difícil el mantenimiento del sistema de cableado. Susceptible a fallos de conexión. Hallar fallos en el sistema es demasiado complejo.
Alternativa (2)	Por micro Controlador	Se puede controlar a través de la programación de órdenes pero no está diseñado para las aplicaciones industriales.	Bajo costo. Mayor stock de repuestos en el mercado local.	Se necesita de diversos complementos electrónicos para el trabajo con potencia susceptible a daños ocasionados por descargas eléctricas. Se necesita de un computador para la programación.
Alternativa (3)	Por PLC	Preexiste un buen control por la programación, a la vez estará rediseñado para trabajar en ambientes industriales.	Mínimo tiempo en implementación y modificación de control. Se puede integrar el panel de operador con mayor nivel de facilidad. Pose un gran número de entradas/salidas, no afectadas por la gran potencia.	Elevado costo

Fuente: (Sotomayor Salazar, Ing. Quezada, & Ing. Sotomayor, 2015).

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

1.4. Beneficiarios directos e indirectos

1.4.1. Beneficiarios directos

De manera generalizada con el éxito de este proyecto técnico, se beneficiarán de manera directa a las industrias fármaco productos químicos que permiten el tratamiento de los textiles en sus diferentes etapas de producción en diferentes áreas del mercado de uso industrial, considerables dentro de las empresas productoras y consumidoras de productos químicos.

A fin de potencializar la importación, la producción y la comercialización de productos químicos en diferentes áreas de uso industrial, y evitar que las materias primas que ingresan al equipo mezclador se queden impregnadas en las paredes y esquinas por el mal diseño del equipo mezclador, esto ha ocasionado grandes pérdidas del material, y a la vez una inadecuada fabricación en los diferentes productos elaborados tanto en textura y calidad por lo que no se vendió y aún más no se expendió y se comercializó.

1.4.2. Beneficios indirectos

Serán las empresas industriales textiles, curtiembres y manufactureras por la calidad y consistencia del producto fabricado, evitando pérdidas de tiempo y ganancia de tiempos muertos y desperdicio del producto químico, a la vez con el rediseño del equipo mezclador para polvos, se aumentara la rentabilidad, para la entrega justo a tiempo del producto químico que necesitan las empresas para la elaboración de medicina, cosméticos, entre otro

CAPÍTULO II

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. General

Rediseñar del equipo mezclador para polvos de la empresa SEYQUIIN CÍA. LTDA., de la ciudad de Ambato.

2.2. Específicos

- Diagnosticar las posibles causas de la deficiencia en el proceso de mezclado de la variedad de productos que ingresan al equipo.
- Realizar los cálculos de ingeniería para el rediseño del equipo mediante la identificación de las variables experimentales.
- Validar el rediseño del equipo mezclador mediante el rendimiento de producción de los diferentes productos aplicando una simulación en el programa SolidWorks.
- Estimar los costos que demanda el rediseño del equipo mezclador.

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO TÉCNICO PRELIMINAR

3.1. Localización del proyecto

3.1.1. Macro localización

El presente proyecto tendrá lugar en América del Sur, Ecuador Sierra centro del país en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato en donde se encuentra ubicada la empresa SEYQUIN CÍA. LTDA.



Figura 6-3. Mapa de macro localización del proyecto.

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Fuente: (Google Maps 2018).

3.1.2. Micro localización

SEYQUIN CÍA.LTDA es una empresa química la cual se encuentra situada en sector Parque Industrial Ambato, calle cuarta Lote 59-A diagonal a la Distribuidora “La Fabril”.

Tabla 21-3. Características geográficas de la empresa SEYQUIIN CÍA.LTDA.

UBICACIÓN	La empresa SEYQUIIN CÍA. LTDA se encuentra al norte de la ciudad de Ambato sector Parque Industrial , calle cuarta Lote 59-A en la provincia de Tungurahua en Ecuador.
LATITUD	1°11'48.13 m
LONGITUD	78°35'28.41 m
ALTITUD	2681 m.s.n.m
TEMPERATURA	22°C

Fuente: (TerraMetrics, 2018)

Realizado: Silva Eduardo, 2018



Figura 7-3. Ubicación geográfica de la empresa SEYQUIIN CÍA.LTDA

Fuente: (Google Maps, 2018).

3.2. Ingeniería del proyecto

La ingeniería del proyecto se inicia con la ejecución del diagnostico del mezclador presentándose mayor atención en el diseño cubico del sistema para lo cual se necesito conocer las principales variables de proceso en la que opera el sistema de mezclado como: tamaño de partícula, distribución inicial de carga, el dispositivo adecuado a emplear para la mezcla de polvos, tipo de motor, diseño físico, soporte, instalación eléctrica ademas de sus limitaciones lo cual permitieron realizar los cálculos posteriores. Mediante la determinación de las variables de proceso se procedió a determinar las causas del la problemática de la ingeniería basándonos en el rediseño establecido dentro de la bibliografía. Tomando en cuenta la metodología del rediseño en ingeniería es el proceso de creación de un proceso o componente el cual cumpla con las expectativas esperadas con el objetivo de dar solución la problemática

3.2.1. Parte Experimental

Al efectuar el estudio para el rediseño de la unidad de mezclado se comenzó haciendo pruebas experimentales a nivel de laboratorio para poder determinar las variables de proceso para el nuevo dimensionamiento del equipo y su correcta operación, respaldándonos en información literaria permitió escoger la mejor forma de hacer este proyecto siguiendo un proceso previamente establecido para un proceso práctico cumpliendo con los objetivos planteados y obteniendo los resultados deseados.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1 Plan de muestreo

Para el presente proyecto se procedió a un muestreo aleatorio simple ya que las muestras tomadas son de manera directa en el proceso de mezclado llegando a determinar las variables de proceso para el nuevo dimensionamiento del equipo y así evitar pérdidas de materia prima.

La frecuencia de muestreo será diariamente por un tiempo estimado de 1 semana de lunes a viernes dos muestras por días de dos tipos de productos obteniendo 20 muestras totales, las muestras tomadas fueron físicamente semejantes.

3.2.2.2. Métodos y Técnicas

3.2.2.2.1. Método descriptivo

Este método describe el dimensionamiento apto para el mezclado de productos químicos granulados, para la realización de los cálculos y el nuevo dimensionamiento del equipo es necesario la recopilación de datos los cuales fueron obtenidos de manuales, técnicas y ensayos realizados en la misma empresa, el equipo consta de recipiente de mezcla tipo V diseñado para evitar espacios muertos facilitando la descarga por gravedad, soporte estructural, fuelle retractil neumático para carga y descarga, motor de 5Hp con giro de 29 rpm, eje, chumaceras, piñones, cadena, sistema eléctrico automático para la mezcla de tiempos prolongados.

3.2.2.2.2. Técnicas

Tabla 22-3. Técnica de tamizado.

PARAMETRO	FUNDAMENTO	MATERIALES	TECNICA	CÁLCULO
Tamaño de la partícula	Este método se basa en las fuerzas eléctricas polarizadas débiles llamadas fuerzas de van der Waals o las fuerzas cohesivas empiezan a efectuar el flujo de polvo ambas fuerzas comúnmente inhiben en el flujo de polvos mediante la aglomeración de partículas teniendo efecto sobre la mezcla.	- Balanza analítica - Espátula - Tamices de diferentes diámetros	- Pesar 200g de muestra. - Colocar 4 tamices en cascada desde la malla más gruesa hasta la más fina. - Alimentar el tamiz desde el tamiz superior. - Tamizar por 10 minutos. - Pesar el residuo de cada bandeja. - Observar el tamaño de la partícula.	$\% \text{Retencion} = \frac{P_i - P_f}{P_b} \times 100$ $\text{TMR} = \frac{\sum \text{retencion}}{100}$

Fuente: (Fernández, 2016)

Realizado por: Silva Eduardo, 2018

Tabla 23-3. Técnica para determinar la humedad.

PARAMETRO	FUNDAMENTO	MATERIALES	TECNICA	CALCULO
Humedad	La humedad de una mezcla higroscópica se determina mediante la fuente de temperatura constante y aire a humedad variable puede realizarse a condiciones estáticas o dinámicas por diferencias de pesos.	-Termobalanza infrarroja. - Espátula.	- Pesar 1g de muestra. - Ajustar la balanza a proceso de humedad. - Establecer la temperatura para calentamiento. - Definir el tiempo de calentamiento. - Determinar el modo de inicio. - Colocar la muestra en el analizador, tarar	Lectura directa de humedad en base seca en base húmeda, deficiencia de humedades.

			<p>la termobalanza y pesar la muestra.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dispersar la muestra en la superficie de la balanza. - Pulsar la tecla “Start” y esperar que se ejecute el ensayo. 	
--	--	--	--	--

Fuente: (Fernández ,2016)

Realizado por: Silva Eduardo, 2018.

3.2.3. Datos

3.2.3.1. Datos experimentales

3.2.3.1.1. Datos experimentales para la determinación del tamaño de la partícula

Tabla 24-3. Datos de tamizado muestra A.

Nº	Luz de malla (µm)	P ₁ Peso tamiz vacío (g)	P ₂ Peso tamiz más producto cernido (g)	P ₃ Diferencia de pesos (g)
Tapa	-	364,2	-	-
1	850	342,4	342,7	0,3
2	425	312,2	314,9	2,7
3	300	296,3	301,8	5,5
4	212	283,4	327,6	44,2
5	150	282,2	351,9	69,7
Base	-	244	321,6	77,6
				200

Realizado por: Silva Eduardo ,2018

Tabla 25-3. Datos de tamizado muestra B.

N°	Luz de malla (µm)	P1 Peso tamiz vacío (g)	P2 Peso tamiz más producto cernido (g)	P3 Diferencia de pesos (g)
Tapa	-	364,2	-	-
1	850	342,4	383,3	40,9
2	425	312,2	313,4	1,2
3	300	296,3	302,8	6,5
4	212	283,4	301,6	18,2
5	150	282,2	307,8	25,6
Base	-	244	351,6	107,6
				200

Realizado por: Silva Eduardo ,2018

3.2.3.1.2. *Datos experimentales para la determinación de humedad.*

Tabla 26-3. Datos de humedad.

N°	% Humedad evaporada	% Materia seca	% relación H- Masa seca
Muestra A	2,333	97,667	2,388
Muestra B	0,495	99,505	0,497

Realizado por: Silva Eduardo ,2018

3.2.3.2. *Datos para el rediseño*

Tabla 27-3. Diseño y características del mezclador actual

CARACTERISTICAS	DATOS	UNIDADES
Dimensiones	1	m ³
Diseño	cubico	
Tipo de material	Acero inoxidable	N° 304
Espesor del material	2	pulgadas
Tiempo de mezcla	15-30	Minutos

Fuente: SEYQUIN CÍA. LTDA ,2012

Tabla 28-3. Características del motor

MOTOR		
CARACTERISTICAS	DATOS	UNIDADES
Modelo	trifasico	
Capacidad	5	Hp
Velocidad del motor	1740	Rpm
Capacidad max.	80	Rpm
En función	29	Rpm

Fuente: Seyquiin Cía. Ltda ,2012

Tabla 29-3. Pesos de la estructura del mezclador.

COMPONENTES	PESO	MAGNITUD
Masa del cuerpo	43,5	Kg
Masa del eje	16	Kg
Masa del piñon	1	Kg
Masa de la materia prima	100	Kg
Masa de las Chumaseras	5,3	Kg
Total	265,8	Kg

Fuente: Seyquiin Cía. Ltda ,2012

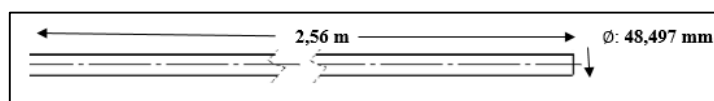


Figura 8-3. Dimensionamiento del eje actual

Fuente: SEYQUIIN CÍA. LTDA ,2012

3.2.3.2.1. Datos de las variables de diseño del mezclador.

Para determinar el funcionamiento actual del equipo mezclador de polvos químicos se efectuó pruebas de campo tomando en consideración los siguientes aspectos:

Tabla 30-3. Pruebas al vacío del equipo mezclador.

PRUEBA	ARRANQUE – MARCHA			
	Tiempo (min)	Velocidad de rotación(rpm)	Intensidad de corriente(Å)	Tiempo requerido (s)
1	5	28	8	3,5
2	10	28	8	3,8
3	15	28	8	3,5
4	20	29	15	3,8
5	25	29	15	3,5
6	30	28	8	3,6
Valor promedio:		28	10	3,6

Realizado: Silva Eduardo, 2018

Para la realización de estas pruebas se carga la mescladora con un volumen nominal de 80Kg de productos químicos realizándose las respectivas mediciones.

Tabla 31-3. Datos de con carga nominal del mezclador actual.

N. Prueba	Tiempo de mezclado (min)	Material Utilizado	
		Ingresas (Kg)	Sale (Kg)
1	5	80	75
2	10	80	73
3	15	80	70
4	20	80	68
5	25	80	66
6	30	80	62
Promedio :		80	79

Realizado: Silva Eduardo, 2018

Tabla 32-3. Datos de balance de masa.

N. Prueba	Tiempo de mezclado (min)	Materia utilizada			
		Alimentación (Kg)	Sale (Kg)		Perdidas (Kg)
			Mezclador Cub.	Mezclador v	
1	5	80	75	78,7	5
2	10	80	73	78,6	7
3	15	80	70	78,6	10
4	20	80	68	78,4	12
5	25	80	66	78,3	14
6	30	80	62	78,3	18
Promedio:			69	78,5	86,2

Realizado: Silva Eduardo, 2018

3.2.3.2.2. Datos de para el rediseño propuesto

Tabla 33-3. Pesos de c/u de las estructuras.

	DESCRIPCION	INDICADOR	MAGNITUD
1	Masa total de recipiente	12,5 c/u *2= 25	Kg
2	Masa de fondo	2 c/u *2=4	Kg
3	Masa de refuerzos	2,9 c/u *2=5,8	Kg
4	Masa tubería de descarga	4	Kg
5	Masa ferul	0,25	Kg
6	Masa válvula mariposa	0,08	Kg
7	Masa válvula mariposa	5	Kg
8	Total de suma (1-7)	44,13	Kg

9	Masa capacidad del producto	100	kg
	Masa total sobre el eje	144,13 \cong 150	Kg

Realizado: Silva Eduardo, 2018

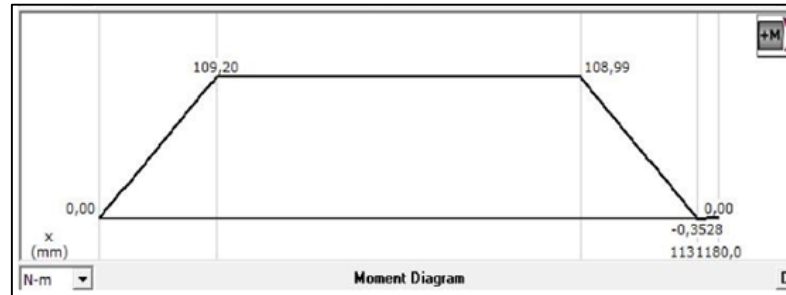


Figura 9-3. Diagrama de momentos máximos

Fuente: Solidword , 2018

3.2.4. Cálculos y resultados

3.2.4.1. Cálculos experimentales

3.2.4.1.1. Cálculos para determinar % de retención Muestra A

Tabla 34-3. Calculos experimentales.

Nº	% Retención	Tamaño medio de Retención
Tapa	-	-
1	0,15	127,5
2	1,35	573,75
3	2,75	825
4	22,1	4685,2
5	34,85	5227,5
6	38,8	11438,95
Base		$\Sigma R= 114,38\mu\text{m}$

Datos:

$P_r = 0,15$ g

$P_b = 200$ g

De la ecuación 1 se tiene:

$$\%R = \frac{0,15}{200} * 100$$

$$\%R = 0,15$$

3.2.4.1.2. Cálculos para determinar el tamaño medio de la partícula Muestra A

Datos:

ΣR = Sumatoria del % de retención, μm

De la ecuación 2 se tiene:

$$\text{TMR} = \frac{11438,95}{100}$$

$$\text{TMR} = 114,38\mu\text{m}$$

3.2.4.1.3. Cálculos para determinar % de retención Muestra B

Tabla 35-3 Calculos experimentales.

Nº	% Retención	Tamaño medio de retención
Tapa	-	-
1	20,45	17382,5
2	0,6	255
3	3,25	975
4	9,1	1929,2
5	12,8	1920
6	53,8	22461,7
Base		224,617(μm)

Datos:

Pr= 40,9 g

Pb =200 g

De la ecuación 1 se tiene:

$$\%R = \frac{40,9}{200} * 100$$

$$\%R = 20,45$$

3.2.4.1.4. Cálculos para determinar el tamaño medio de la partícula Muestra B

Datos:

ΣR = Sumatoria del % de retención, μm

De la ecuación 2 se tiene:

$$\text{TMR} = \frac{22461,7}{100}$$

$$\text{TMR} = 224,617 \mu\text{m}$$

3.2.4.2. Cálculos para el Rediseño de mezclador

3.2.4.2.1. Cálculo del volumen del recipiente tipo V

Datos:

\varnothing : 0,85, m

h: 1,349, m

De la ecuación 3 se tiene:

$$V = \frac{\pi * 0,85^2}{4} * (2(1,34) + 0,85)$$

$$V = 8,05 \text{ m}^3$$

3.2.4.2.2. Diseño del recipiente

Para el nuevo diseño del recipiente se somete a las fuerzas axiales, puesto que es un diseño computacional se utiliza el programa SolidWorks en todo este proceso.

3.2.4.2.3. Cálculo de la velocidad de rotación

Datos:

V_M : 1740 rpm

i: 60

De la ecuación 4 se tiene:

$$n = \frac{1740 \text{rpm}}{60}$$

$$n = 29 \cong 29 \text{ rpm}$$

3.2.4.2.4. Cálculo del volumen del eje

Datos:

$$\varnothing = 48,497 \text{mm}$$

$$l = 2,56 \text{ m}$$

De la ecuación 5 se tiene:

$$V = \frac{\pi * 0,048489^2}{4} * 2,56 \text{m}$$

$$V = 4,727 \text{ E}^{-3} \text{ m}^3$$

3.2.4.2.5. Cálculo del peso sobre eje del cuerpo

Datos:

$$m: 150 \text{ Kg}$$

$$g: 9,8 \text{ m/s}^2$$

De la ecuación 6 se tiene:

$$W = 150 \text{ Kg} * 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$W = 1470 \text{ N}$$

3.2.4.2.6. Cálculo del peso sobre el piñon

Datos:

$$m: 0,9 \text{ Kg}$$

$$g: 9,8 \text{ m/s}^2$$

De la ecuación 7 se tiene:

$$W_{\text{Piñon}} = 0,9 * 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$W_{\text{Piñon}} = 8,82\text{N}$$

3.2.4.2.7. Cálculo de la velocidad de salida del motor

Datos:

$V_M = 1740$, rpm (características del motor tabla 28-3)

$i = 60$

De la ecuación 8 se tiene:

$$n = \frac{1740\text{rpm}}{60}$$

$$n = 29 \cong 29 \text{ rpm}$$

3.2.4.2.8. Cálculo de la potencia del motor

Velocidad angular :

Datos:

$n = 29$ rpm

$i = 60$

De la ecuación 9 se tiene:

$$\omega = 29 \text{ rpm} \left(\frac{2\pi}{60} \right)$$

$$\omega = 3,036 \text{ (rad/seg)}$$

Potencia a transmitir :

Datos:

$T = 109,2$ N m (valor obtenido de la simulacion figura 9-3)

$\omega = 3,036$ (rad/seg)

De la ecuación 9 se tiene:

$$P_o = 109,2 \text{ N m} * 3,036 \text{ (rad/seg)}$$

$$P_o = 331,53 \text{ WATT}$$

$$P_o = 0,456 \text{ HP}$$

Potencia del motor :

Datos:

$$P_o = 0,456 \text{ (HP)}$$

$$n = 0,90$$

De la ecuación 10 se tiene:

$$P_m = \frac{0,456}{0,90}$$

$$P_m = 0,50 \text{ HP}$$

La potencia con la cual trabajara el mezclador es de 0,5 HP, tomando en cuenta una eficiencia conservadora del 0,9% para evitar sobre cargas.

3.2.4.2.9. Cálculos de las fuerzas y momentos del sistema

Sumatoria de fuerzas:

Datos:

$$W_{\text{Piñon}} = 8,82 \text{ N}$$

$$W_{\text{cuerpo 1}} = 490 \text{ N}$$

$$W_{\text{cuerpo 2}} = 490 \text{ N}$$

$$d_1 = 1,20 \text{ m}$$

$$d_2 = 1,0 \text{ m}$$

$$d_3 = 0,322 \text{ m}$$

$$d_4 = 1,24 \text{ m}$$

De la ecuación 11 se tiene:

$$\sum M_A = 0$$

$$8,82 \text{ N} * 1,20 \text{ m} + 490 \text{ N} * 1,0 \text{ m} + 490 \text{ N} * 0,322 \text{ m} = R_B * 1,24 \text{ m}$$

$$R_B = \frac{490 \text{ N} (1,0 \text{ m} + 0,322 \text{ m}) + 8,82 \text{ N} * 1,20 \text{ m}}{1,24 \text{ m}}$$

$$R_B = 530,93 \text{ N}$$

Sumatoria de momentos:

Datos:

$$W_{\text{Piñon}} = 8,82 \text{ N}$$

$$W_{\text{cuerpo 1}} = 490 \text{ N}$$

$$W_{\text{cuerpo 2}} = 490 \text{ N}$$

$$R_B = 530,93 \text{ N}$$

De la ecuación 12 se tiene:

$$\sum F_A = 0$$

$$R_A = 530,93 \text{ N} - 8,82 \text{ N} - 980 \text{ N}$$

$$R_A = 457,89 \text{ N}$$

3.2.4.2.10. *Cálculo de inercias*

Sección circular:

Fibra más lejana:

Datos:

d = 2, in (valor experimental)

De la ecuación 13 se tiene:

$$c = \frac{d}{2}$$

$$c = 1 \text{ in.}$$

Reemplazando de la ecuación 14 tenemos:

$$c = d$$

$$I_x = \frac{\pi * 1 \text{ in}^4}{4}$$

$$I_x = 0,785 \text{ in}^4$$

3.2.4.2.11. Cálculo del esfuerzo nominal

Datos:

$$M_x = 109,26 \text{ N.m} = 966,7 \text{ lb.in}$$

$$c = 1 \text{ in}$$

$$i = 0,785 \text{ in}$$

Remplazando en la ecuación 15 se tiene:

$$\sigma_o = \frac{966,7 * 1}{0,785}$$

$$\sigma_o = 1231,47 \text{ psi}$$

3.2.4.2.12. Cálculo de la masa del eje

Datos:

$$\delta = 7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad 7800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = 5,188 \text{ E}^{-3} \text{ m}^3$$

De la ecuación 17 se tiene:

$$m = 5,188 \text{ E}^{-3} \text{ m}^3 * 7800 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = 40,44 \text{ Kg} \cong 40 \text{ Kg.}$$

3.2.4.2.13. Cálculo del peso del eje

Datos:

$$m = 40 \text{ Kg.}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

De la ecuación 17 se tiene:

$$W_{\text{eje}} = 40 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_{\text{eje}} = 392,4 \text{ N}$$

Remplazando en la ecu. 18 de la inercia se tiene:

Datos:

$m = 40 \text{ Kg}$

$r = 48,497 \text{ mm} = 0,024248$ (valor ver figura 8,3)

$l = 2,56 \text{ m}$

$$I = \frac{40 (3 * 0,024248^2 m^2 + 2,56^2 m^2)}{12}$$

$$I = 21,85 \text{ Kg. m}^2$$

3.2.4.2.14. Cálculo del número de eslabones de la cadena

Datos:

$\frac{C}{p} = 40$, Emitido por el fabricante

$N_1 = N_2 = 30$, en relacion a la velocidad de giro del sistema.

De la ecuación 19 se tiene:

$$\frac{L}{p} = 2(40) + \frac{30}{2}$$

$$\frac{L}{p} = 95 \text{ eslabones.}$$

3.2.4.2.15. Cálculo de la eficiencia

Tabla 36-3. Cálculos de la eficiencia

Eficiencia	
Mezclador Cub.	Mezclador v
6,3	1,9
8,8	1,8
12,5	1,8
15,0	2
17,5	2,1
22,5	2,1
=13,7 (86,2 %)	=1,95(98 %)

Mezclador cubico :

Datos:

$$m_e = 80, \text{ Kg}$$

$$m_s = 69, \text{ Kg}$$

De la ecuación 20 se tiene:

$$\text{Eficiencia} = \frac{80 - 69}{80} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = 13,75 \%$$

$$\text{Eficiencia} = 86,2 \%$$

Mezclador tipo V:

Datos:

$$m_e = 80 \text{ Kg}$$

$$m_s = 78,5 \text{ Kg}$$

De la ecuación 20 se tiene:

$$\text{Eficiencia} = \frac{80 - 78,5}{80} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = 1,9 \%$$

$$\text{Eficiencia} = 98 \%$$

3.2.4.2.16. Cálculo de balance masa

Mezclador cubico

Datos:

$$\sum m_i = 80 \text{ kg}$$

$$\sum m_s = 69 \text{ kg}$$

De la ecuación 21 se tiene:

$$\sum m_p = 80 \text{ Kg} - 69 \text{ Kg}$$

$$\sum m_p = 11 \text{ Kg}$$

Mezclador tipo V

Datos:

$$\sum m_i = 80 \text{ kg}$$

$$\sum m_s = 79,6 \text{ kg}$$

De la ecuación 21 se tiene:

$$\sum m_p = 80 \text{ Kg} - 78,5 \text{ Kg}$$

$$\sum m_p = 1,5 \text{ Kg}$$

3.2.5. Resultados

3.2.5.1. Resultados de los análisis de las alternativas del mezclador

Para un mezclado óptimo se ve necesario la ejecución del rediseño del mezclador cubico por un modelo V que mediante pruebas experimentales y computacionales se llega a determinar su eficiencia en los productos a elaborar tomado en cuenta los parámetros y variables ya, mencionadas de ambos sistemas de mezclado.

Para conservar su veracidad del rediseño se ha basado en datos reales como experimentales del equipo actual disponibles en este proyecto.

En conclusión los sistemas o procedimientos a ser operados, después de haber realizado el análisis son procedentes a operar siempre y cuando se retome esta síntesis de alternativas en el rediseño del equipo mezclador, por cuanto:

- El mezclado en el sistema del recipiente en forma de “V” es eficiente, efectivo y eficaz.
- Para el movimiento equipo en el sistema se debe utilizar los piñones en cadena.
- El controlador lógico programable será el que gobernará al sistema de mezclado.

3.2.5.2. Resultados del tamaño de partícula.

Muestra A

Muestra B

Tabla 37-3. Resultados de experimento del tamaño de la partícula.

Nº Tamiz	Observación	Nº Tamiz	Observación
Tamiz 1 (850 μm).		Tamiz 1 (850 μm)	
Tamiz 2 (425 μm).		Tamiz 2 (425 μm).	
Tamiz 3 (300 μm). .		Tamiz 3 (300 μm).	
Tamiz 4 (212 μm).		Tamiz 4 (212 μm)	
Residuo Base		Residuo Base:	

Realizado por: Silva Eduardo ,2018
Fuente: SEYQUIIN CÍA. LTDA 2018

Las muestras analizadas presento segregados (gromulos) teniendose una mezcla no muy uniforme debido al mezclador cubico que no permite una mezcla homogenea puesto que su tamaño de partícula es de un 15% mayor que el de la materia prima.

3.2.5.3. Resultados del dimencionamiento del mezclador

Tabla 38-3. Dimensionamiento para el rediseño del mezclador

DESCRIPCION	INDICADOR	MAGNITUD
Volumen del recipiente tipo "V"	8,05	m ³
Velocidad de rotacion	29	rpm
Volumen del eje	4,727	E ⁻³ m ³
Peso del eje sobre el cuerpo	1470	N
Peso sobre el piñon	8,82	N
Velocidad angular	3,036	rad/seg
Potencia atransmitir	0,5	Hp
Fuerzas del sistema	530,93	N
Momentos del sistema	457,89	N
Inercia seccion circular	0,785 in ⁴	in ⁴
Esfuerzo Nominal	1231,47	Psi
Masa del eje	40	Kg
Peso del eje	392,4	N
Inercia seccion transversal	21,85	Kg. m ²
Numero de eslabones	95	Eslabones

Realizado: Silva Eduardo, 2018

3.2.5.4. Resultados del análisis de Eficiencia

El rendimiento de un mezclador industrial se juzga por el tiempo de mezclado requerido, la potencia empleada, y las propiedades del producto. Tanto los requisitos del aparato mezclador como las propiedades deseadas del material mezclado varían ampliamente de un problema a otro teniendo así:

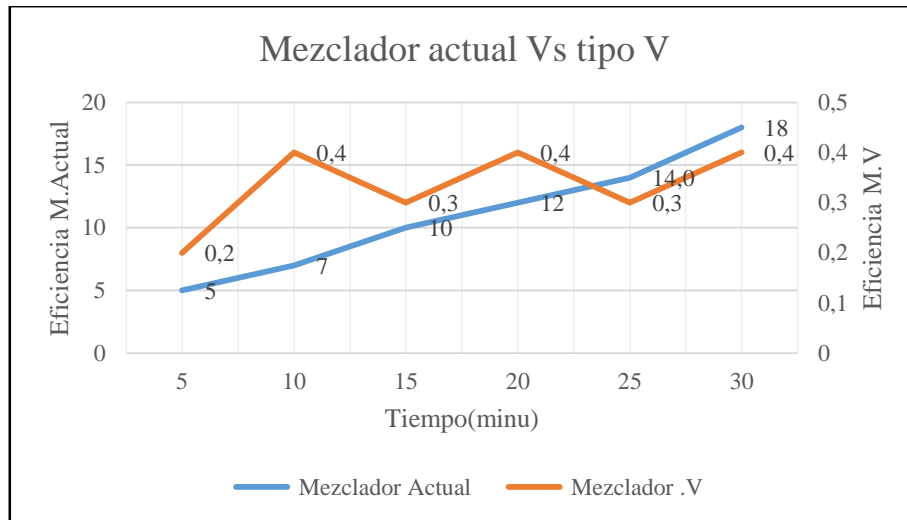


Grafico 1-1. Análisis de eficiencias en los mezcladores.
Realizado por: Silva Eduardo(2018)

3.2.5.5. Resultados del analisis de balances de masa.

Para las mezcladoras en forma de V se realizó un estudio que el coeficiente de variación es del 2% entonces la eficiencia del mezclado es de alrededor del 98%

Según los resultados de la prueba realizada tenemos se le pudo representar en el grafico anterior donde ve el porcentaje de perdida que tiene la maquina en el tiempo establecido; se analiza que a mayor tiempo de mezclado más perdida de producto de tiene.

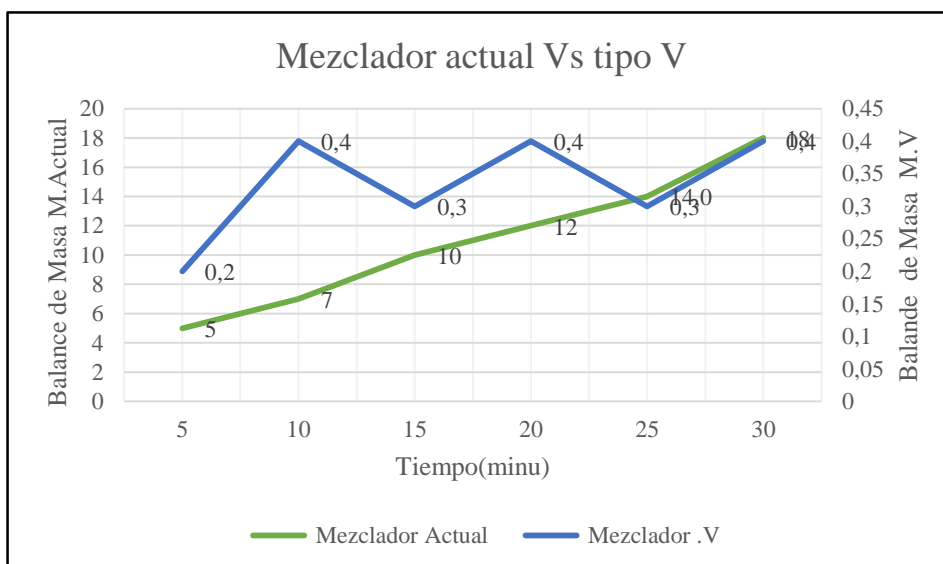


Grafico 2-3. Diagrama general de balance de masas en el mesclador.
Realizado por: Silva Eduardo, (2018)

3.2.5.6. Propuesta

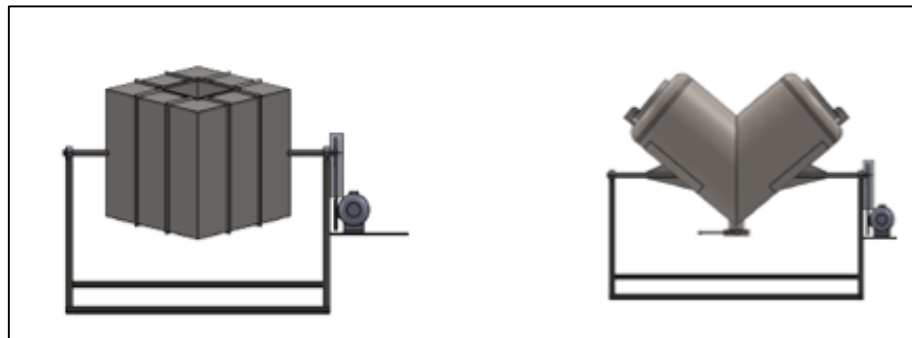


Figura 10-3. Comparación del diseño actual Vs el propuesto.

Fuente: Programa solidword

Realizado por: Silva Eduardo(2018)

Para proponer el rediseño de la unidad de mezclado de polvos químicos se llevó a cabo ensayos a nivel de laboratorio con el finalidad de determinar características y/o propiedades de los productos elaborados que puedan involucrar en el proceso de mezclado tales como su cantidad de materias primas mezcladas así como los tipos de reacciones dadas al mesclar entre otros.

Se realizó diferentes pruebas al vacío y con carga nominal con el equipo actual logrando determinar diferentes variables en el proceso como: velocidad de giro, tiempo de mezcla, dimensionamiento adecuado para este tipo de productos, tipo de carga –descarga.

El proceso de mezclado que se propone en este proyecto está basado en un rediseño que consta de:

Mezclador tipo V

El rediseño del mezclador cubico por una mezcladora tipo “V” es importante ya que se logrará una alta uniformidad para casi todos los materiales de mezcla, a la vez se obtendrá una buena textura en el producto, debido a la continua rotación del cilindro, los materiales se movilizan por lo tanto no habrá esquina muerta, será fácil de operar y limpiar, así mismo su funcionamiento será continuo con apagado automático con materiales de acero inoxidable pulidos y fáciles de limpiar para obtener durabilidad e higiene, a la vez sus operaciones y controles serán simples, es decir será la mezcladora de polvos altamente eficiente.

Este tipo de mezclador está conformado por dos cilindros aproximadamente con ángulos de 45° de su eje longitudinal para luego ser soldados y dar la forma de “V”.

La rotación hace que el lecho de polvo alternadamente sea colocado en el fondo del recipiente tipo V y luego dividido en dos porciones cuando este se invierte teniendo mayor grado de mezclado.

Sistema de control

La máquina industrial debe girar una vez que se haya seleccionado el tipo de mezclado este se realizara aplastando el botón inicio este comenzara el proceso finalizando una vez que concluya el proceso programable en un determinado tiempo este se ubicara de manera perpendicular al piso parando el proceso con un apagado automático listo para la descarga de productos.

Controlador lógico programable

El tipo de controlador se realizara basándose en a la cantidad de entradas y el tipo de variables a controlar de manera simple o sistema complejo.

3.2.5.6.1. Diagrama actual del proceso de mezclado de la empresa SEYQUIIN CÍA.LTDA.

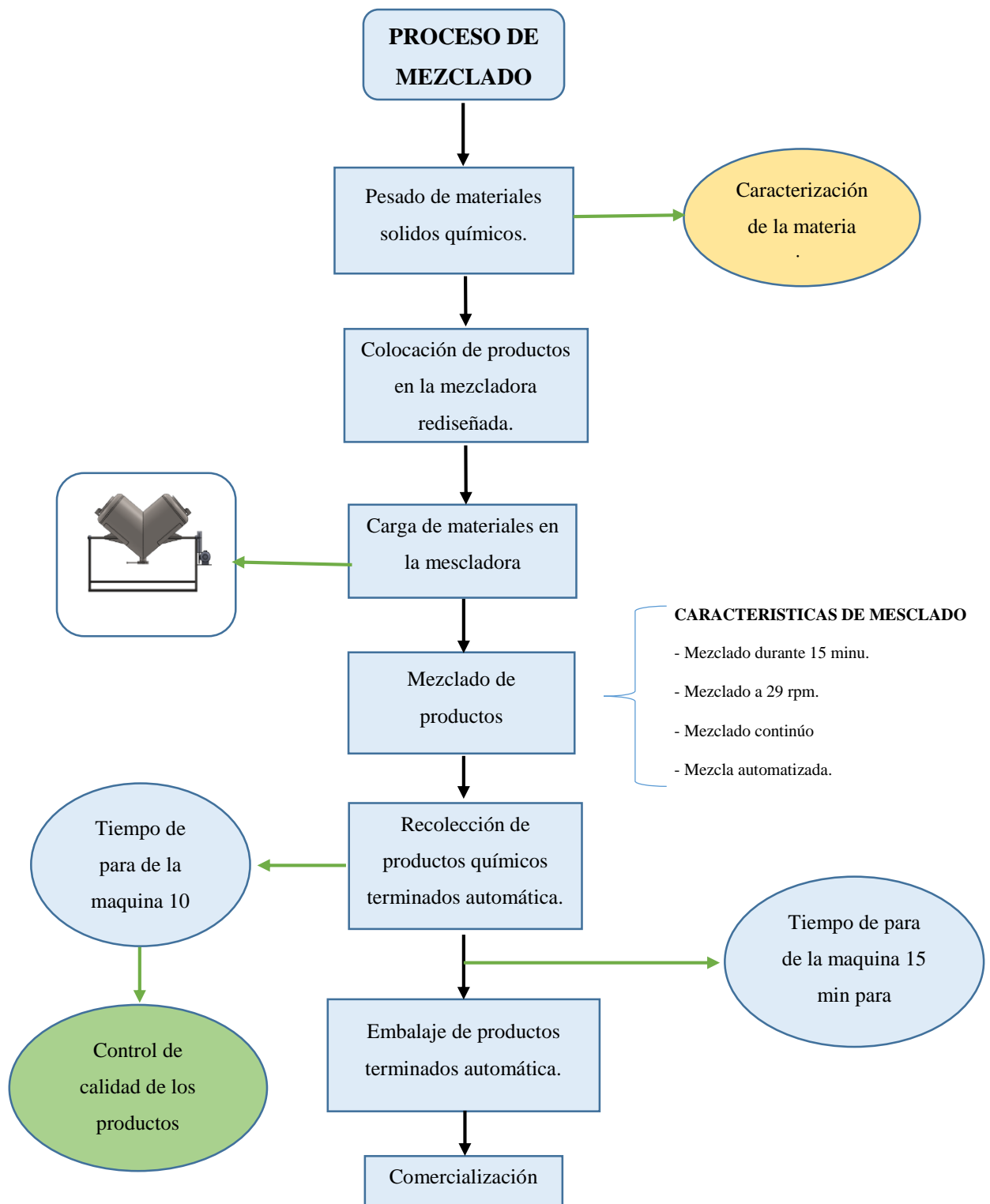


Figura 9-3. Diagrama de flujo del proceso mezclado propuesto.
Fuente: (SEYQUIIN CÍA. LTDA ,2012).

3.3. Requerimientos de equipos tecnología y maquinaria

- **Máquinas y equipos**

- Dobladora
- Cizalla
- Roladora
- Prensa hidráulica
- Punzadora
- Perno
- Fresadora
- Soldadora eléctrica
- Soldadora con tanque de argón
- Amoladora
- Taladro de manual
- Cierra de mano
- Esmeril
- Compresor 220

- **Herramientas**

- Sierra
- Entenalla
- Tornador
- Brocas
- Discos de corte
- Discos de desbaste
- Martillos
- Limas
- Sierra de copa
- Granete
- Rayador
- Juego de Gratas

- **Instrumentos de medición y verificación**

- Calibrador de pie de rey
- Metro
- Compas
- Nivel
- Escuadra
- Graduador

Tabla 39-3 Materia prima

N°	MATERIA PRIMA	TIPO	DIMENSIÓN
1	Plancha de acero	AISI 304	e=3mm.
2	Tubo cuadrado de acero	ASTM A36	e=4mm,
3	Eje acero inoxidable	AISI 304	2 Plg;
4	Eje de acero	ASTM A36	2 Plg;
5	Perfil en “L”	ASTM A36	e=3mm;
6	Placa de acero	ASTM A36	e=2mm
7	Panacha de latón	-	850x800mm; e=1,5mm
8	Electrodo	E6011	-
9	Electrodo de tungsteno	WC20.	-

Fuente: Manual tipo de material SKF (2018)

Realizado por: Silva Eduardo (2018)

Tabla 40-3. Material normalizado

N°	Material normalizado	Cantidad
1	Chumaceras	2
2	Piñones	2
3	Pernos	4
4	Tuercas	8
5	Arandelas planas	2
6	Arandelas de presión.	2

Realizado por: Silva Eduardo (2018)

- **Elementos a rediseñar y a construir**

- Recipiente del mezclador
- Prensado de fondos

- Prensado de tapas
- Refuerzos frontales del mezclador
- Refuerzos laterales del mezclador
- Eje principal de la máquina
- Base para el moto reductor
- Cajas de control
- Estructura de la caja de control
- Managa de descarga

3.4. Análisis de costo/beneficio del proyecto técnico

Al momento de iniciar este proyecto se realizó una estimación de los costos de los materiales y la construcción de la máquina en función de la capacidad que tendrá, y que deberá ser recuperables los productos basados en el uso y la aplicación que le daremos al mezclador.

Tabla 41-3. Costo elementos de control

COSTO DE MATERIAL DE CONTROL				
N°	Elemento	Cant.	Precio unitario[USD]	Precio total[USD]
1	PLC Siemens	1	200,00	200,00
2	Fuente de 220 V	1	150,50	150,50
3	Panel de control Logo TD display	1	230,00	230,00
4	Cable programación Logo PCL	1	120,00	120,00
5	Sensor proximidad Inductivo	1	75,00	75,00
			Total	775,00

Realizado por: Silva Merchan, Ángel (2018).

Tabla 42-3. Costo de mano de obra directa.

COSTO MANO DE OBRA DIRECTA				
N°	Tipo	Tiempo[horas]	Costo mano obra	Costo total[USD]
1	Soldadura	30	5,00	150,00
2	Soldadura de Arco Eléctrico	6	4,00	24,00
3	Torno	2	7,00	14,00
4	Fresadora	3	7,00	21,00
5	Máquina-Herramienta (Amoladora, Taladro, Sierra de mano, Pulido, Limpieza)	70	4,00	280,00
6	Ensamblaje / total	6	4,00	24,00
7	Montaje sistema Eléctrico / Electrónico	20	4,00	80,00
			Total	593,00

Realizado por: Silva Merchan, Ángel (2018).

Costos indirectos

Hace referencia a costos que no intervienen directamente en la elaboración del mezclador. Involucran a materiales y mano de obra indirecta (costo del trabajo de ingeniería).

Es importante tener en cuenta e incluir estos valores en la sumatoria de los costos totales finales, ya que influyen y afectan directamente al presupuesto estimado que se tiene para la construcción y puesta en marcha de la máquina mezcladora industrial.

Tabla 43-3. Costo de materiales indirectos

COSTO DE MATERIALES INDIRECTOS				
N°	Elemento	Cant.	Precio unitario[USD]	Precio total[USD]
1	Electrodo AGA	6	4,20	250,20
2	Gratas	8	2,75	12,00
3	Lija	8	0,60	44,80
4	Sierra manual	2	3,10	66,20
5	Limpiador acero inox	2	18,00	36,00
6	Empaques	2	2,25	59,00
			Total	413,65

Realizado por: Silva Merchan, Ángel (2018).

Tabla 44-3. Costo mano de obra directa

COSTO MANO OBRA INDIRECTA			
Tipo	Tiempo/horas	Costo manoobra [USD/hora]	Costo total[USD]
Ingeniería en diseño	240	8,00	1920,00
Planos Mecánicos	60	5,00	300,00
Planos Eléctricos	30	5,00	150,00
Implementación del Control	30	10,00	300,00
		Total	2670,00

Realizado por: Silva Merchan, Ángel (2018).

Tabla 45-3. Costos totales del rediseño del mezclador

COSTOS TOTALES	
Elemento	Precio total[USD]
Costo de materia prima	486,30
Costo de elementos y accesorios	486,30
Costo de material eléctrico /electrónico	589,00
Costo de material de control	775,50
Costo mano de obra directa	615,50
Costo de materiales indirectos	413,65
Costo mano obra indirecta	2670,00
TOTAL COSTO	6032,00

Realizado por: Silva Merchan, Ángel (2018).

Como se puede observar el costo del rediseño es de \$ 6032,00 dólares americanos .

Análisis financiero

La realización de este análisis es importante ya que se determinan indicadores mas usados de acuerdo a la evaluación del proyecto de inversión estos son el valor neto (VAN) y la tasa de interna de retorno (TIR), mismos que nos permiten analizar la rentabilidad del equipo.

La inversión de la propuesta del rediseño de mezclado que se propone de acuerdo a la tabla 43-3 de la empresa seyquiin.Cía.Ltda es de \$ 6032,00 por lo que para el cálculo de del VAN y el TIR se procede a establecer el presupuesto de ventas en cada mes desde la aplicación de la propuesta que va desde el mes de Julio asta Diciembre del 2017 , con el propocito de derminar la rentabilidad de el rediseño del equipo mezclador .

Tabla 46-3. Flujo neto de caja con relación a la inversión.

INVERSIÓN	Mes1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
6032,00	2986,7	2765,6	3764,5	4876,9	4744,0	6975,8

Fuente: Seyquiin.Cía.Ltda

Realizado por: Silva Merchan, Ángel (2018).

Estos valores representan las ventas de cada mes de los productos elaborados por el mezclador tomando en cuenta la tasa de interes sugerida del 10% por lo que a simple vista según la tabla 44-3 se puede determinar que la inversion se recupera a partir del tercer mes.

Valor actual neto (VAN)

$$VAN = -6032,00 + \frac{2986,7}{(1 + 0,10)^1} + \frac{2765,6}{(1 + 0,10)^2} + \frac{3764,5}{(1 + 0,10)^3} + \frac{4876,9}{(1 + 0,10)^4} + \frac{4744,0}{(1 + 0,10)^5} + \frac{6975,8}{(1 + 0,10)^6}$$

$$VAN= 12405,16 \text{ USD.}$$

El resultado muestra el valor del VAN muy significativo, demostrando así una gran oportunidad de inversión ya que el mismo es recuperado en su totalidad ademas de generar ganancias por optimiza mas tiempo.

Tasa interna de retorno (TIR)

Este indicador se relacion con el VAN, el cuál determina el proyecto que hace que el van se un proyecto sea igual a cero, es decir el calculo de la rentabilidad del proyecto.

$$0 = -I_o + \sum_{n=1}^n \frac{FN_t}{(1 + TIR)^n}$$

Ecuación 22

$$VAN = -6032,00 + \frac{2986,7}{(1 + TIR)^1} + \frac{2765,6}{(1 + TIR)^2} + \frac{3764,5}{(1 + TIR)^3} + \frac{4876,9}{(1 + TIR)^4} + \frac{4744,0}{(1 + TIR)^5} + \frac{6975,8}{(1 + TIR)^6}$$

$$VAN = -6032,00 + \frac{2986,7}{(1 + 0,50)^1} + \frac{2765,6}{(1 + 0,50)^2} + \frac{3764,5}{(1 + 0,50)^3} + \frac{4876,9}{(1 + 0,50)^4} + \frac{4744,0}{(1 + 0,50)^5} + \frac{6975,8}{(1 + 0,50)^6}$$

$$0=0$$

El valor obtenido es el mas proximo para volverse 0 con un VAN del 50%, lo cual indica y corrobora que la rentabilidad de esta inversion es lo suficientemente aceptable para la realización de este proyecto.

3.5 Cronograma de ejecución del proyecto técnico

Las acciones en la ejecución y desarrollo del proyecto y técnico están descritos en el siguiente cronograma que está dividido en varios meses desde la recopilación de información hasta la validación del equipo.

Tabla 47-3. Cronograma de actividades recursos y tiempo a utilizarse en el proyecto

Actividad/tiempo requerido	Primer mes	Segundo mes	Tercer mes	Cuarto mes	Quinto mes	Sexto mes
Diagnosticar el rediseño para la empresa SEYQUIIN.CÍA LTDA						
Recopilación de información						
Presentar la propuesta de tema						
Realizar el anteproyecto						
Muestreo de los diferentes productos elaborador en el mezclador						
Simulación del proceso con el equipo actual						
Diagnosticar las posibles causas de deficiencia de mezclado						
Realizar el análisis experimental						
Análisis de información recopilada						
Cálculos de ingeniería de la unidad de mezclado						
Presentación del proyecto a borrador y respectivas correcciones						
Defensa del proyecto de titulación						
Auditoria de proyecto de titulación						
Presentación del empastado						
Incorporación de grado						

Realizado por: Silva Merchan, Ángel (2018)

DISCUSIÓN

Al realizar la investigación para determinar las variables de proceso del sistema de mezclado se inició con pruebas de alimentación de 100Kg de producto a mezclar durante un tiempo de 15 minutos se tomaron muestras aleatorias en la cual se obtienen pérdidas de un 30% de producto acumulados como se puede observar en la tabla 31-3. Se tiene como resultado material particulado acumulado en las paredes y esquinas del mezclador logrando identificar que el principal problema para que exista pérdidas del material químico se da por el diseño cúbico en el cual no permite que exista el fenómeno de inercia debido a los ángulos rectos del diseño lo que resulta la obtención de mezclas heterogéneas mientras que para el mezclador tipo V basados en balances de rendimiento experimentales y computacionales simulados a baja escala las pérdidas de material químico se reducen hasta un 2% mejorando la eficiencia de la unidad de mezclado.

Para llegar a obtener una mejor eficiencia en el mezclador se necesita de un rediseño en el recipiente cúbico por un modelo de forma V de doble cilindro ya que es la principal causa para que no se obtenga el mezclado óptimo teniendo como variables de operación un volumen de 8,05 m³, una velocidad de rotación de 29 rpm cálculos generados mediante simulación de el proceso para lo que su rendimiento mejora a un 98% en la mezcla de sus productos en un tiempo estimado de 10-15 minutos dando así una mejora del equipo que son reflejados en los costos de producción.

Según los análisis realizados en laboratorios para determinar la humedad y tamaño de la partícula se tiene que para la humedad para la muestra A es de 2,388 en base seca y para la muestra B un 0,497 en base seca, lo que nos indica que está dentro del rango aceptable para que no exista la formación de gránulos por parte de la composición de la materia prima, a su mismo el tamaño de la partícula se obtuvo un 15% mayor en tamaño al de la materia prima utilizada por lo que se descarta la posibilidad de que exista segregación particular al momento de mezclar. Esto nos indica que mediante los cálculos de las variables obtenidas comparando los valores de balances de masa con el mezclador cúbico Vs la propuesta de mezclador tipo V se produce un mejor rendimiento del material particulado mejorando su eficiencia en tiempos de producción para el sistema de mezclado optimizando su proceso en un 15% más que el mezclador cúbico.

CONCLUSIONES

- Se realizó el rediseño del equipo mezclador de polvos químicos lo cual cumple con las normas BPM (Buenas prácticas de manufactura), en cuanto a diseño de equipos industriales se refiere con el objetivo de mejorar la producción.
- Las variables identificadas para el rediseño son : volumen del recipiente de 8,05 m³, diámetro del eje de 48,497mm, velocidad de rotación de 29 rpm, un tiempo de operación de 15 min utilizando un motor de 5Hp.
- Realizando los cálculos de ingeniería según los criterios de rediseño de la unidad de mezclado se propone implementar un recipiente de mezcla tipo V por el recipiente cúbico con capacidad de producción de 100 Kg de masa, con sistema de movimiento por cadenas además de un panel de control por tiempos de mezclado.
- El equipo rediseñado mejora su rendimiento en un 11,8 % mediante la relación de producciones simulado en solidworks.
- Con el análisis costo- beneficio se establece que con los gastos requeridos y el cálculo del VAN y el TIR se demuestra que en período no mas de tres meses se recupera la inversión realizada mediante el ahorro de un 50% mensual además de un ahorro de tiempo y así se justifica la rentabilidad del rediseño del equipo.
- Mediante análisis experimentales se logró identificar parámetros de la materia prima teniendo como un grado de humedad 2,388 para la muestra A y 0,497 para la muestra B lo que nos indica que esta en un rango aceptable así mismo se obtuvo un tamaño de partícula de un 15% mayor a la materia prima lo que nos indica que no produce segregación.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar en cuenta un plan de mantenimiento preventivo para evaluar anomalías y daños del mezclador industrial, con esto se logrará alargar el tiempo de vida útil del equipo y pueda contribuir al desarrollo productivo de las empresas, como también a la región, en razón que pequeños empresarios dedicados a la comercialización de mezclas encontrarán en este proyecto, una oportunidad de crecimiento económico dando el ahorro en ingeniería de diseño además de la capacidad de mejorar la calidad y producción del mezclado.
- Se recomienda capacitar al personal que va a responsabilizarse para evitar pares de máquina, es necesario que se trabaje con tiempos para almacenar registros de producción con tiempos y en base al historial de registros, se pueda obtener programas de mezclado (tiempos automáticos, basados en los tiempos de materiales a usar).
- Es necesario que se identifique las variables experimentales con el propósito de que se cumpla con las características propias de la manufactura especializada, a la vez para que tenga un alto nivel de protección y cumpla el grado sanitario y evitando que el producto se quede en las paredes, se debe usar un manual o una guía de controles adecuados para procesar y manejar el producto, cumpliendo así las normas de las BPM (Buenas prácticas de manufactura).

BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, L. V. *The Science and Practice of Pharmacy, Twenty Second*. Londres: Pharmaceuttial Press, London.2012 [Consulta: 20 septiembre 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4076135/>

CAÑAS CANO, M., *Fundamentos de Química; Cuaderno Instructivo para la Definición de Niveles de Química*. Perú.:2016 [Consulta: 3 octubre 2017]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/286146324/manual-pdn-2010-02-quimica-pdf>

CHICO PROAÑO, F. M., & LOZADA, M. *Premezclado de sólidos Inertes para la producción de Dinamita, mediante el Diseño y Construcción de un Mezclador Cónico Vertical Piloto*. Quito-Ecuador: Escuela Politécnica Nacional 2014 Pp. 48-47.

LLEAL S.A.. *Mélangeur Conique de Laboratoire*. Peru 2016 [Consulta: 12 de Diciembre de 2018) Disponible en: [www://lleal.com/fr/produit/mekageur-conique-de-laboratoire](http://www.lleal.com/fr/produit/mekageur-conique-de-laboratoire):

PÉREZ PORTO, J., & GARDEY, A. *Definición de Mezcla*. España: 2014[Consulta: 10 de Octubre de 2012] . Disponible en: [www:google//definicion.de/mezcla/](http://www.google//definicion.de/mezcla/): <https://definicion.de/mezcla/>

RAO NALLURI, V., & KNENTZ. *Flowability Characterization of Drugexciepiente Blands Using a Novel Powder Avalnching Method*. New York: [Consulta: 12 de Octubre de 2012] Disponible en: www.directindustry.es/prod/jp-selecta/mezcladoras-v-69528-590882

SOTOMAYOR S, F. A.,... *Diseño y Construcción de un Mezclador en "V" Automático de Precisión para la Fabricación de Fármaco Sólidos* Sangolqui-Ecuador :2015 Universidad de las Feerzas Armadas ESPE.

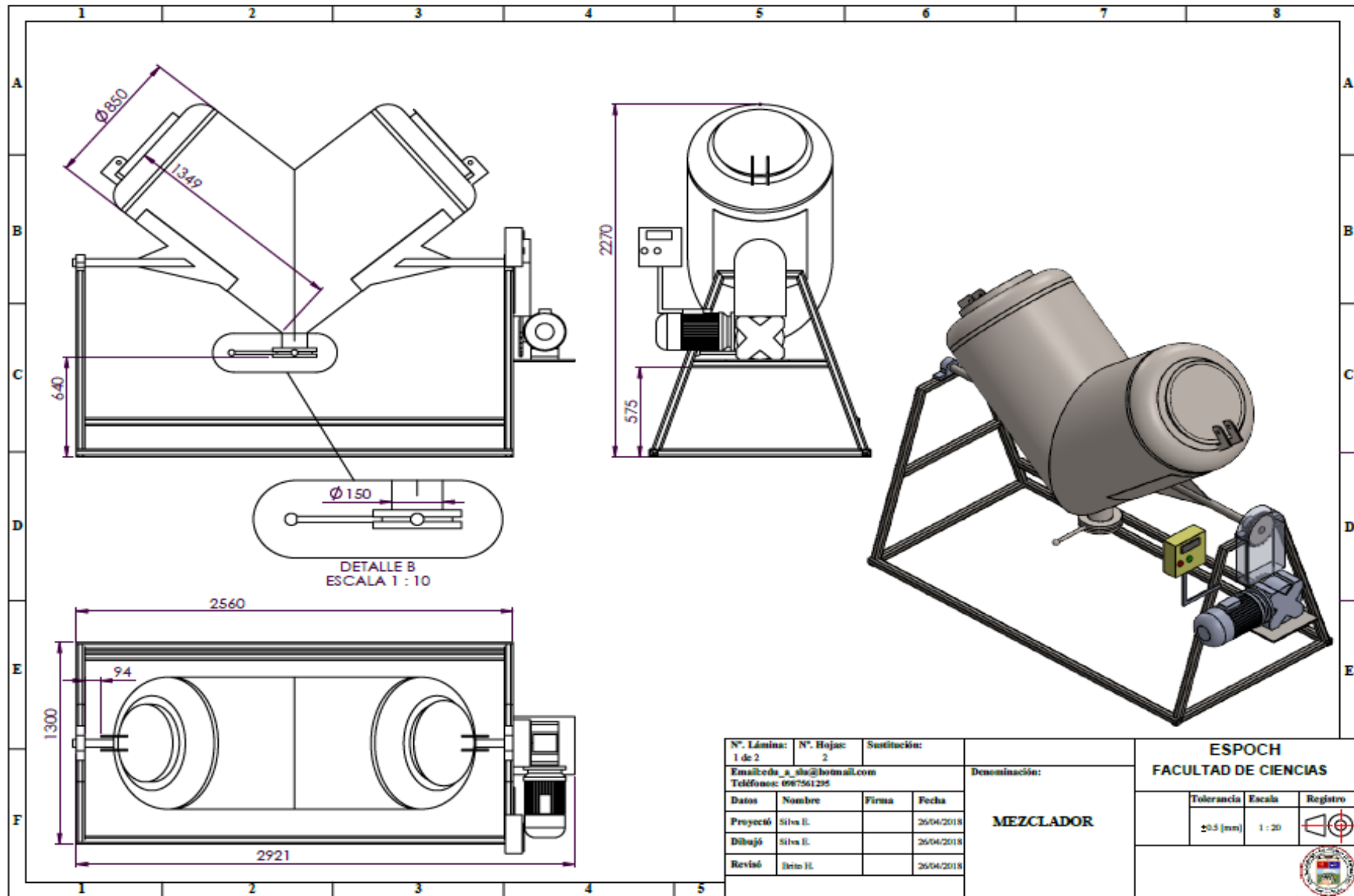
FUENTES, J. & RODRÍGUEZ, J. *Ciclo formativo montaje y mantenimiento de instalaciones de frio, climatización y producción de calor*. España: Camara oficial de comercio, industria y navegación de Valencia. Sa. pp. 35,75

TERÁN, J. M.. *Laboratorio de Química*. Quito-Ecuador 2016: Universidad Central del Ecuador Pp 29-30


DOMÍNGUEZ, J. G. *Dirección de Operaciones: Aspectos Tácticos y Operativos en la producción y los servicios.* España: McGraw-Hill, 1995. pp. 82-83.

ANEXOS

ANEXO A



N°. Lámina: 1 de 2	N°. Hojas: 2	Sustitución:			
Email: edu_a_sh@hotmail.com		Denominación:			
Teléfono: 0987561295		MEZCLADOR			
Datos	Nombre			Firma	Fecha
Proyectó	Silva E.				26/04/2018
Dibujó	Silva E.				26/04/2018
Revisó	Itiro H.		26/04/2018		

ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS		
Tolerancia	Escala	Registro
±0.5 (mm)	1 : 20	



ANEXO B

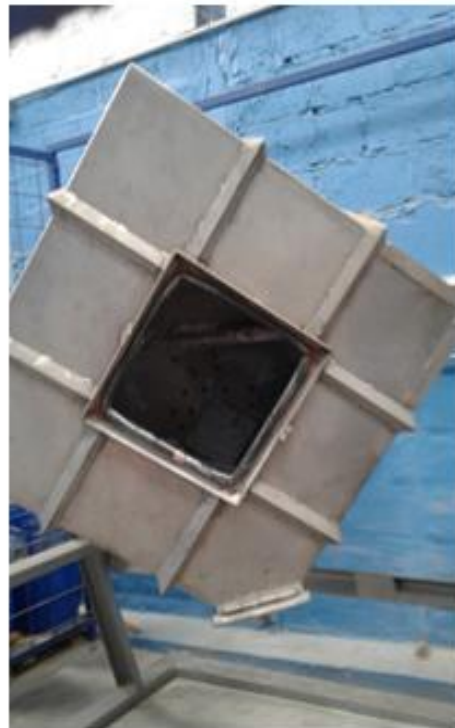
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	MATERIAL	DIMENSIONES	OBSERVACIONES
1	PANEL DE CONTROL	-	VARIOS	9	seleccionado
1	CADENA	DIN 8192	ACERO AL CARBONO	8	seleccionado
1	MOTOREDUCTOR	-	SEGÚN DISEÑO	7	3Hp seleccionado
2	CATALINA	DIN 8192		6	$\varnothing 1=2n$ seleccionado
1	EJE	INEN 03	AINI A36	5	$\varnothing =2n$ mecanizado
1	PROTECCIÓN	INEN 03	ASTM A36	4	$a=1mm$ cortado armado
2	CHUMACERA	F 220	SEGÚN DISEÑO	3	$\varnothing =2n$ seleccionado
1	MEZCLADOR	INEN 03	AINI 304	2	$a=2mm$ armado soldado
1	ESTRUCTURA-1	INEN 03	ASTM A36	1	TC 2X2X0.25n armado soldado

N°. Lámina: 2 de 2		N°. Hojas: 2		Sustitución:	
Email: eda_a_sh@hotmail.com				Denominación:	
Teléfono: 097561295				MEZCLADOR	
Datos	Nombre	Firma	Fecha		
Proyectó	Silva E.		26/04/2018		
Dibujó	Silva E.		26/04/2018		
Revisó	Ibeto H.		26/04/2018		

ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS		
Tolerancia	Escala	Registro
±0.5 [mm]	1 : 20	

**ANEXO C
EQUIPO MEZCLADOR ACTUAL**

a



b



NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERIA QUIMICA REALIZADO POR: Silva Merchán Ángel Eduardo	REDISEÑO DE LA UNIDAD DE MEZCLADO DE POLVOS DE LA EMPRESA SEYQUIN CIALTDA DE LA CIUDAD DE AMBATO		
a. Equipo mezclador	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR		LAMINA	ESCALA	FECHA
b. perdidas de material en las paredes del mesclador	<input type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR <input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> INFORMACIÓN	3/	1:1	12/03/2018	

ANEXO D

ANÁLISIS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR VARIABLES DE PROCESOS

a



b



NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERÍA QUÍMICA REALIZADO POR: Silva Merchán Angel Eduardo	REDISEÑO DE LA UNIDAD DE MEZCLADO DE POLVOS DE LA EMPRESA SEYQUIN CIAL TDA DE LA CIUDAD DE AMBATO		
c. Determinación de humedad	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO <input type="checkbox"/> POR ELIMINAR		LAMINA	ESCALA	FECHA
d. Determinación de segregados	<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO <input type="checkbox"/> POR APROBAR				
	<input type="checkbox"/> POR CALIFICAR <input type="checkbox"/> INFORMACIÓN	4/5	1:1	12/03/2018	

ANEXO E
CERTIFICADO



NOTAS:	CATEGORIA DEL DIAGRAMA	ESPOCH	CERTIFICADO DE VALDACION		
			LAMINA	ESCALA	FECHA
CERTIFICADO	<input type="checkbox"/> CERTIFICADO	FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA INGENIERIA QUIMICA REALIZADO POR: Silva Merchán Angel Eduardo	5/5	1:1	12/03/2018
	<input checked="" type="checkbox"/> APROBADO				
	<input type="checkbox"/> POR ELIMINAR				
	<input type="checkbox"/> POR APROBAR				
	<input type="checkbox"/> POR CALIFICAR				
	<input type="checkbox"/> INFORMACION				

