



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO
TÉCNICO PARA DETERMINAR, LA PÉRDIDA DE HUMEDAD EN LOS
COMPUESTOS DE PVC, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS**

Romin Darío Pacheco Morán

Asesorado por la Msc. Inga. Isis Oneida Mejía Duarte

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO
TÉCNICO PARA DETERMINAR, LA PÉRDIDA DE HUMEDAD EN LOS
COMPUESTOS DE PVC, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROMIN DARÍO PACHECO MORÁN

ASESORADO POR LA MSC. INGA. ISIS ONEIDA MEJÍA DUARTE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milsong
EXAMINADOR	Ing. Harry Milton Oxom Paredes
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADORA	Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA DETERMINAR, LA PÉRDIDA DE HUMEDAD EN LOS COMPUESTOS DE PVC, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado con fecha 06 de febrero de 2013.


Romin Darío Pacheco Morán

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142

AGS-MGIPP-0040-2013

Guatemala, 06 de febrero de 2013.

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Industrial
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Romín Dario Pacheco Morán** con carné número **1997-12638**, quien opto la modalidad del **“PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”**.

Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

“Id y enseñad a todos”

Msc. Inga Isis Oneida Mejía Duarte
Asesor (a)

ISIS ONEIDA MEJÍA DUARTE
INGENIERA AMBIENTAL
COLEGIADA NO. 3,334

Msc. Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador de Área
Gestión y Servicios

César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073

Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo
/la

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.064.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA DETERMINAR, LA PÉRDIDA DE HUMEDAD EN LOS COMPUESTOS DE PVC, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS**, presentado por el estudiante universitario **Romin Darío Pachecho Morán**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Utquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DEL DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA DETERMINAR LA PÉRDIDA DE HUMEDAD EN LOS COMPUESTOS DE PVC, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS PLÁSTICOS**, presentado por el estudiante universitario: **Romin Darío Pacheco Morán**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Ser supremo, quien nos guía para ser cada día mejores personas.
- Mi padre** Juan Pacheco (q.e.p.d.), hombre integro, que con sus sabios consejos y ejemplo, me enseñó a vivir con honradez, dedicación e integridad, un abrazo fortísimo donde quiera que este.
- Mi madre** Camelia Morán, quien con su incansable trabajo, dedicación y amor, me enseñó el valor de la vida, a seguir siempre hacia adelante sin desmayar y apreciar todo lo que Dios nos pone en el camino.
- Mi esposa** Londy Retana, mi vida y adoración, que con su apoyo y gran amor me ha ayudado a ser cada día un mejor padre y esposo, quien siempre esta incondicionalmente a mi lado, en las buenas y en las malas.
- Mis hijos** Angie, Andy y su próxima hermanita, simplemente son mi más grande tesoro y fuente inagotable de inspiración.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San Carlos
de Guatemala**

Por permitirme ser parte del selecto grupo de profesionales egresados del alma mater.

Facultad de Ingeniería

Por ser un eslabón fundamental entre mi desarrollo profesional y mi formación académica.

Mis amigos

A los incondicionales, los que siempre están presentes y que están conmigo con mis tristezas, alegrías, logros y sueños, en especial a mi amigo Abner Aguilar.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
GLOSARIO.....	V
RESUMEN.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	5
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
5. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
6. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	17
6.1. ¿Qué es el PVC?.....	17
6.1.1. El policloruro de vinilo o PVC.....	17
6.2. Aditivos para formar compuestos de PVC.....	18
6.2.1. Estabilizadores.....	18
6.2.2. Lubricantes.....	19
6.2.3. Cargas.....	20
6.2.4. Pigmentos.....	20
6.2.5. Ayudas de proceso.....	20
6.2.6. Modificadores de impacto.....	21
6.3. Métodos aplicables para determinar la humedad.....	21
6.3.1. Métodos estandarizados.....	21

6.3.2.	Métodos empíricos.....	22
6.4.	Factor de corrección.....	22
7.	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	25
8.	CONTENIDO DEL INFORME.....	27
9.	MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	31
10.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	35
11.	RECURSOS NECESARIOS.....	37
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Cronograma de actividades..... 35

TABLAS

- I. Control y seguimiento de humedad teórica en aditivos de PVC..... 32
II. Control y seguimiento de humedad de los aditivos en proceso..... 33
III. Control y seguimiento de humedad en compuestos de PVC..... 33
IV. Presupuesto proyectado..... 37

GLOSARIO

Aditivo	Sustancia que se agrega a otras para darles cualidades de que carecen, o para mejorar las que poseen.
Compuesto	Agregado de varias cosas que componen un todo.
Extrusión	Dar forma a una masa metálica, plástica, etcétera, haciéndola salir por una abertura especialmente dispuesta.
Hidrofóbica	Horror al agua. Para materiales plásticos, que repelen naturalmente el agua.
Higroscópica	Propiedad de algunas sustancias de absorber y exhalar la humedad, según el medio en que se encuentran.
PVC	El policloruro de vinilo o PVC, es un polímero que nace de la polimerización del monómero del cloruro de vinilo para obtener cloruro de polivinilo.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación será desarrollado en una empresa dedicada a la fabricación de diversos productos plásticos de PVC y polietileno, el cual se enfocará principalmente en el proceso de extrusión de tuberías de PVC, que comprende desde la recepción de materias primas, almacenaje, formulación, mezclado y el proceso mismo de extrusión.

Se incluye una reseña histórica de la empresa, su estructura organizacional operativa y administrativa, su visión y misión, el tipo de manufactura de productos y procesos existentes, y su situación actual.

Se utilizará información técnica de referencia como la Norma ASTM D 3030 para determinar el mejor procedimiento para el tamaño y tipo de muestras que serán necesarias para justificar el análisis de la información, sustentar los objetivos del estudio, validar las hipótesis planteadas y consolidar la metodología estándar para el seguimiento y control del comportamiento de la humedad en los aditivos y compuestos de PVC.

Se describe la base teórica relacionada con las resinas y aditivos del PVC, los cuales servirán para justificar la información técnica de la metodología que se utilizará para analizar los datos recabados en el presente estudio, con el fin de identificar las causas principales de pérdida de humedad en cada uno de los aditivos que comprenden los compuestos de PVC, con ello poder especificar un factor de corrección que pueda corregir las pérdida de humedad que puedan existir en los aditivos y compuestos de PVC en la empresa objeto de este estudio.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio busca determinar la necesidad que existe en una empresa de productos plásticos, respecto a diseñar una metodología para calcular la pérdida de humedad que sufren los compuestos de PVC en el ciclo productivo hasta antes de convertirse en producto final (tuberías de PVC).

Se puede concluir que la falta de una metodología estandarizada para calcular las pérdidas de humedad que sufren los compuestos de PVC, antes, durante y después de mezclarse, tiene una incidencia directa en el balance de masa de las materias primas, entre las cuales están:

- Resina de policloruro de vinilo
- Carbonato de calcio
- Estearato de calcio
- Lubricantes internos y externos
- Modificadores de impacto
- Dióxido de titanio y
- Estabilizadores al calor.

Debido a ello se plantea la necesidad de consolidar y adaptar metodologías estándar como la Norma ASTM D 3030 y las metodologías propias que sean técnicamente validadas en el desarrollo del estudio, las cuales servirán de base para implementar y consolidar un procedimiento técnico completo, que pueda calcular y determinar las pérdidas de humedad en toda la secuencia e interacción de los aditivos que integran el compuesto de PVC y que a su vez sirven para formar el producto final.

Actualmente, no se cuenta con una metodología que permita determinar la pérdida de peso por evaporación de humedad en los compuestos de PVC, se conoce por referencia en cada certificado que envía el proveedor, la humedad de cada aditivo usado en la formulación de compuestos de PVC al momento de su fabricación y envasado, más no el comportamiento de la humedad durante el transporte y almacenaje y dentro de todo el ciclo productivo posterior, lo cual conlleva a buscar los mecanismos técnicos necesarios que permitirán cuantificar el desbalance de peso respecto del material que entra versus el material que sale como producto final durante la fabricación de tuberías de PVC.

Se determinará en el presente estudio, el diseño y desarrollo de formatos estandarizados para el seguimiento y control de las mediciones de humedad en las materias primas para generar datos y definir con base técnica, un método que le permita a la empresa calcular la humedad en cada uno de los aditivos y compuestos a lo largo del proceso productivo, y con ello poder concluir con un factor de corrección estandarizado que pueda aplicarse a los diferentes compuestos de PVC en función del volumen producido en momento que sea requerido.

En el presente estudio, se incluye una reseña histórica de la empresa, su estructura organizacional operativa y administrativa, la visión y misión, el tipo de manufactura de productos y procesos existentes, y su situación actual, principalmente los procesos productivos que son objeto de este estudio.

Se describe la base teórica relacionada con las resinas y aditivos del PVC que servirán para sustentar la información que servirá para determinar los métodos técnicos a utilizar, para analizar los datos recabados en el presente estudio, así como la normas técnicas de referencia a utilizar, el tamaño y tipo de muestras que serán necesarios para justificar el análisis de la información y que

servirán para consolidar la metodología estándar para el seguimiento y control del comportamiento de la humedad en los aditivos y compuestos de PVC y desarrollar un procedimiento técnico que permita medir las pérdidas de humedad en los aditivos y compuestos de PVC en sus diferentes procesos y etapas productivas de forma estándar.

2. ANTECEDENTES

Hace más de 10 años, la empresa que se dedica a la fabricación de tuberías de PVC, inicia la implementación de controles administrativos y de ingeniería para garantizar y estandarizar la calidad de sus materias primas y aditivos, ello vino acompañado también de las certificaciones de calidad ISO 9001 del 2001, medio ambiente ISO 14001 del 2004 y por último Salud y Seguridad Ocupacional OHSAS 18001 del 2005, esto ayudó a mantener un estándar y una mejora continua en todos los procesos de la empresa, principalmente en los procesos productivos.

Derivado de ello, en el Departamento de Aseguramiento de Calidad, se institucionalizaron los controles de las especificaciones técnicas de calidad de cada una de las materias primas y aditivos utilizados para elaborar compuestos de PVC, mismos que servirán para fabricar tuberías de PVC. Sin embargo, no se consideró en ningún momento necesaria la cuantificación de la humedad de cada uno de los materiales usados, pues esta fue considerada insignificante y parte intrínseca del proceso, lo cual permitió seguir llevando controles específicos de calidad de aspectos meramente técnicos, como las propiedades mecánicas, físicas y químicas que tenían relación directa con la calidad que se buscaba en los productos terminados.

En la actualidad, aún no existe una metodología que determine o cuantifique las pérdidas de humedad por efecto de evaporación durante todo el proceso que trae consigo cada uno de los materiales usados para formular y mezclar compuestos, que a su vez sirven para fabricar productos de PVC (especialmente tuberías de PVC). La falta de esta metodología ha dado cabida

a un desbalance de masa, entre la cantidad (en peso) de las materias primas que entran a la empresa respecto de las que salen como producto terminado.

Después de enfocar esfuerzos en las áreas operativas, se han detectado con frecuencia, en la realización de inventarios tanto de materias primas y aditivos, un faltante de materiales principalmente después de la extrusión de tubos de PVC, lo que implica y sabiendo que cada tubo fabricado está libre de humedad, evidencia circunstanciada de pérdida de peso por evaporación de la humedad que cada una de las materias primas trae consigo desde el momento de producción y embarque, asimismo a lo largo de todo el proceso productivo, por cuanto la incidencia directa en el desbalance de masa, es totalmente cuantificable, pues dicha humedad se altera en los procesos de: almacenaje, formulación y mezclado, y se elimina completamente en el proceso de extrusión por efectos de compresión y evaporación por calor que el mismo proceso efectúa.

En la actualidad en Guatemala aún, no se cuenta con estudios relacionados directamente con el tema, principalmente con la medición de materias primas y aditivos especializados para la fabricación de tuberías de PVC, esto debido a que existen muy pocas empresas en todo el país (5 en total).

A nivel inter empresas del mismo grupo no se cuenta con información estadística que pueda utilizarse para este fin, lo que implica que el análisis realizado en esta empresa, será de los primeros estudios realizados y podrá ser utilizado como base y referencia para otros países inclusive, pero dentro de la misma organización, esto fundamentado en que, cada empresa posee sus propios métodos y aditivos especializados lo que convierte a este estudio en único en su género para este proceso, pero referente y base para ser aplicado

por su metodología en otras empresas del mismo grupo y con procesos similares.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

General

Diseñar un procedimiento técnico para determinar la pérdida de humedad, en los compuestos de PVC, en una fábrica de productos plásticos.

Específicos

1. Elaborar formatos estándar para seguimiento y control de las mediciones de humedad en las materias primas y aditivos de PVC.
2. Definir la metodología de muestreo a usar para calcular la humedad en los aditivos y compuestos de PVC.
3. Determinar un factor de corrección estándar que pueda aplicarse a los diferentes compuestos de PVC en función del volumen producido.

4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Derivado de la situación actual de la empresa, en donde surge la necesidad de buscar una metodología que permita detectar en cada uno de los puntos del proceso, las pérdidas de peso que originan un desbalance de masa, entre las materias primas entrantes versus las salientes, que puedan estar dándose debido principalmente a la falta de controles específicos para detectar y medir los materiales, y saber el porqué de dichas pérdidas mediante una metodología técnica aplicable al proceso, dichas pérdidas dan como resultante un desbalance de masa, mismos que le están costando a la empresa gasto de recursos, ajustes de inventario por faltantes que pueden tener repercusiones financieras de no controlarse adecuadamente.

Este fenómeno que parece menos complejo de lo que es, tiene connotaciones importantes, pues hasta hace poco tiempo, la empresa no le había puesto el cuidado y dado la importancia necesaria, sin embargo, debido principalmente a los problemas que la falta de una metodología para control de las pérdidas de material han causado, se ve la imperiosa necesidad de realizar un diseño metodológico para determinar adecuadamente las pérdidas de materias primas e insumos que se dan a lo largo de todo el proceso productivo, desde el almacenaje hasta el producto final.

Es de suma importancia, considerar todas las variables que deberán medirse y controlarse en este proyecto, para determinar los procesos clave, en donde el mayor énfasis deberá considerarse para obtener resultados confiables y que puedan convertirse en un estándar aplicable a la empresa en general.

5. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La falta de un procedimiento técnico que pueda determinar la pérdida de humedad tanto porcentual como en peso en los compuestos de PVC, en una fábrica de productos plásticos, ha ocasionado desviaciones que han tomado importancia debido a los costos que implica realizar ajustes de material por faltantes, justificaciones financieras derivado de ello y considerar dentro del gasto dichas pérdidas.

En la actualidad, aún no se ha establecido ningún procedimiento que ayude a calcular las pérdidas de humedad en los compuestos de PVC, se tienen controles específicos y una metodología estandarizada para cumplir con especificaciones internacionales de calidad de cada unos de los aditivos y materias primas utilizadas en el proceso de fabricación de tubos de PVC, pero no han determinado técnicamente un factor que pueda ayudar a cuantificar el comportamiento de la humedad en todo el ciclo productivo del producto, y por consecuencia la pérdida de la misma por efectos de compresión y calor resultantes del proceso de extrusión, lo que trae consigo, un desbalance de masa, con respecto a las materias primas y aditivos que entran a la empresa y los que salen hechos tubo.

Existe información aislada y puntual de los proveedores de materias primas, para calcular la humedad de sus materiales al momento de salir de la fábrica, sin embargo, dichos materiales durante su almacenamiento, embarque, transporte terrestre y las condiciones del clima, hacen que sufra cambios en función de sus propiedades físicas, higroscópicas o hidrofóbicas (atraer o repeler humedad respectivamente), lo cual dificulta calcular directamente la

cantidad de pérdida o ganancia de humedad que tendrán los compuestos de PVC, lo que conlleva a realizar un estudio de cada uno de los materiales que componen al PVC y su comportamiento en las distintas etapas de transformación que son: recepción, almacenaje y preparación o mezcla del compuesto, almacenaje secundario y extrusión final.

La carencia de un procedimiento técnico, no permite determinar la pérdida de humedad en los compuestos de PVC, en una fábrica de productos plásticos.

Debido a lo anterior se llega a las siguientes preguntas de investigación:

¿Qué debe hacerse para llevar el seguimiento y control del comportamiento de la humedad en las materias primas y aditivos de PVC.?

¿Cuál metodología de muestreo usar para calcular la humedad en los aditivos y compuestos de PVC?

¿Qué se necesita para determinar las pérdidas de humedad en los diferentes compuestos de PVC en función del volumen producido?

Alcance:

El presente estudio, considerara todos los aspectos que pueden tener incidencia en la alteración de la humedad (pérdida o ganancia) de cada una de las materias primas que se usaran para fabricar compuestos de PVC, que por consiguiente sirven a su vez para producir tuberías de PVC.

Serán evaluadas las etapas de almacenaje, formulación y mezclado, almacenaje secundario (silos y supersacos), y extrusión con el objeto de cubrir

en su totalidad las materias primas que actualmente se utilizan en la empresa para las distintas formulaciones y aplicaciones de tuberías que se comercializan en la región.

Las materias primas que estarán sujetas a estudio son: resina de PVC, carbonato de calcio, estearato de calcio, dióxido de titanio, estabilizadores al calor, lubricantes internos, lubricantes externos y modificadores de impacto.

Delimitación:

Se analizará el 100 por ciento de los aditivos que componen los compuestos de PVC, tomando muestras aleatorias de cada uno de ellos en sus diferentes etapas de transformación, evaluando en cada una de ellas en función del comportamiento higroscópico o hidrofílico que tienen, porcentaje de pérdida o ganancia en humedad que van alcanzando, hasta antes de ser eliminada completamente en el proceso de extrusión.

Esto permitirá tener un panorama general del comportamiento de la humedad en todo el ciclo operativo del PVC, y a su vez, será analizado en al menos 6 meses para incluir etapas de invierno y verano (época húmeda y seca del año), para evidenciar las alteraciones adyacentes que el clima también pueda imprimir en las materias primas sujetas a este estudio, no será necesario considerar un tiempo mayor, debido principalmente a que únicamente se requiere incluir al menos parte de las épocas húmedas y secas del año, que también pueden tener incidencia en el comportamiento higroscópico de los materiales para complementar el estudio.

No se consideran mediciones antes de la recepción de los materiales, más que los expresados de forma teórica por los proveedores y porque todas las materias primas, son importadas, lo que elimina la posibilidad de evaluar las

materias primas, incluso de mano del proveedor. A su vez el estudio contempla el análisis de todo el comportamiento de dichas materias primas hasta convertirse en producto final (tuberías de PVC), principalmente porque no es necesario realizar análisis de humedad en las tuberías, porque por efectos de calor, compresión y cumplimiento de normas de calidad, las tuberías tienen prácticamente cero por ciento de humedad.

6. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Se incluyen los conceptos básicos a considerar para entender el desarrollo de este estudio, se describe la base teórica y de investigación existente para la concepción y correlación de este estudio, esto con el fin de identificar los conceptos, normas aplicables y metodologías existentes en la actualidad que puedan servir de base sustentadora y de análisis para concluir este estudio.

6.1. ¿Qué es el PVC?

El PVC (policloruro de vinilo) es una combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Es un material termoplástico, es decir, bajo la acción del calor (140°C a 205°C) se reblandece pudiendo moldearse fácilmente; cuando se enfría recupera la consistencia inicial conservando la nueva forma.

6.1.1. El policloruro de vinilo o PVC

Según “ANIQ”, (2012), el policloruro de vinilo o PVC, es un polímero que nace de la polimerización del monómero del cloruro de vinilo para obtener cloruro de polivinilo. Contiene aproximadamente un 56 por ciento de cloro proveniente de la sal común (NaCl) y un 44 por ciento de carbono e hidrógeno provenientes del petróleo o gas natural, siendo por lo tanto menos dependiente que otros plásticos de los recursos no renovables.

Según Mexichem (2012), con este material (PVC) se fabrican bienes durables para el sector de la construcción, como tuberías para la conducción de agua potable, vertimientos o agua para riego; recubrimientos de cables

conductores, marcos de ventanas, pisos, geomembranas, tejas, pisos y hasta casas completas. Con este material también se fabrican bolsas para conservar sangre, equipos para diálisis, catéteres y muchos otros dispositivos de uso médico.

6.2. Aditivos para formar compuestos de PVC

Todos los polímeros necesitan aditivos para procesarse, el PVC no es la excepción, sin aditivos difícilmente se puede procesar en condiciones normales, los aditivos en el PVC son tan necesarios como los ingredientes más esenciales en la harina de trigo para hacer pan. Los aditivos le confieren al PVC una gran versatilidad, pudiendo fabricar desde productos flexibles hasta rígidos y especializados por efecto de los aditivos.

6.2.1. Estabilizadores

Se pueden clasificar como el único ingrediente indispensable en la formulación de un compuesto de PVC. Es importante mencionar que es el único ingrediente con el cual el PVC reacciona durante la fabricación del compuesto y su procesado; que seguirá en cierta forma reaccionando durante la vida útil del producto, retardando la degradación que el calor y la luz producen en el producto. Los estudios de rastreo por radiocarbón han confirmado esta teoría “el pvc”, (2012).

“Los estabilizadores pueden ser: sales organometálicas de Ba, Cd y Zn en forma de líquidos o polvos, mercapturos y carboxilatos de compuestos organoestañosos en forma de líquidos o polvos, jabones y sales de plomo, líquidos o polvos, combinaciones de estearatos de Ca y Zn atóxicos; estabilizadores organofosfitos, epoxis y algunos más que contienen nitrógeno.

En forma general, para la producción de materiales flexibles, extruídos, calandreados, moldeados y plastisoles se usan comúnmente estabilizadores de bario-cadmio (*zinc*). Los compuestos rígidos generalmente son estabilizados con compuestos organoestañosos, jabones y sales de plomo. Los compuestos eléctricos, aunque son flexibles, deben estabilizarse con plomo por la baja conductividad de estos.

Es importante mencionar que el zinc, a pesar de ser estabilizador, en circunstancias especiales tiene efectos perjudiciales. Algunas resinas son más sensitivas que otras al zinc, así como que éste no es tan efectivo en presencia de fosfatos y plastificantes derivados de hidrocarburos clorados”, “el pvc”, (2012).

6.2.2. Lubricantes

“Uno de los aspectos más importantes en la tecnología del PVC, es la lubricación, pues está muy unida a la estabilización, sobre todo en el procesado de los rígidos, donde la degradación durante la transformación es crítica. Existe lubricación interna, la cual se obtiene con ácido esteárico, estearatos metálicos y ésteres de ácido graso y la lubricación externa, la cual se obtiene mediante el uso de aceites parafínicos, ceras parafínicas y polietilenos de peso molecular bajo. Los lubricantes internos contribuyen a bajar las viscosidades de la fusión y a reducir la fricción entre las moléculas.

Los lubricantes externos funcionan esencialmente emigrando hacia la superficie, donde reducen la fricción del plástico fundido y las paredes metálicas del extrusor, calandria, etcétera. Esta particularidad también es empleada para impartir propiedades finales al producto, como la de antiadherencia (*antiblocking*) o de no pegajosidad (*antitacking*). De entre todos los

lubricantes, el ácido esteárico es, con mucho, el más empleado” “el pvc”, (2012).

6.2.3. Cargas

“Las cargas se usan con objeto de reducir costos, impartir opacidad y modificar ciertas propiedades finales, como la resistencia a la abrasión, al rasgado, etcétera. Los materiales empleados son generalmente productos inertes, inorgánicos y minerales; entre ellos destaca el carbonato de calcio y silicatos, como la arcilla, caolín, talco y asbesto. El carbonato de calcio es el más ampliamente usado, mientras que el asbesto se usa principalmente en la producción de loseta vinil asbesto”, “el pvc”, (2012).

6.2.4. Pigmentos

“Los pigmentos se usan principalmente como objeto decorativo. Se utilizan pigmentos metálicos de aluminio, cobre, oro y bronce y otros metálicos combinados, como órgano-metálicos de Cd, Cu, Ba, etcétera. También, se emplean colorantes con el mismo objetivo. Sin embargo, los colores como el blanco y el negro son más empleados en exteriores, por sus propiedades de reflexión y absorción de la luz, como en el caso de los paneles laterales (*sidings*) blancos y la tubería negra”, “el pvc”, (2012).

6.2.5. Ayudas de proceso

“Estos materiales se usan principalmente en la formulación de compuestos rígidos. Como su nombre lo indica, ayudan al proceso en forma similar a un lubricante interno. En general son acrílicos que hacen el procesado

más suave, dando un mejor acabado y una fusión más rápida y temprana, pero aumentando la viscosidad de la fusión” “el pvc”, (2012).

6.2.6. Modificadores de impacto

“Se emplea para aumentar la resistencia al impacto de los compuestos rígidos, creando una interfase, donde el elastómero entre la resina, actúa como absorbedor de choque en el proceso de absorción y disipación de energía. Es muy importante darle un trabajo apropiado al compuesto formulado para lograr una buena dispersión, pues de otra forma el producto no tendrá las propiedades deseadas. También, se emplean los modificadores de impacto en los compuestos flexibles con objeto de que éstos puedan retener los grabados efectuados por operaciones de post formado. Los materiales empleados como modificadores de impacto pueden ser el ABS, el polietileno clorado, el acrilato de butadieno, el estireno, los acrílicos, etcétera.”, “el pvc”, (2012).

6.3. Métodos aplicables para determinar la humedad

Existen en la actualidad normas y métodos estándar para determinar la humedad y volátiles en cada uno de los aditivos que sirven para formular y mezclar los compuestos de PVC, sin embargo no se conocen metodologías estándar específicas para determinar la humedad directamente en cada compuesto de PVC, esto debido principalmente a lo complejo que resulta cada formulación.

6.3.1. Métodos estandarizados

Existen en la actualidad, metodologías estándar de carácter internacional como por ejemplo la Norma ASTM D 3030 ó ISO 1269 que ayudan a determinar

la humedad en la resina de PVC, sin embargo, y a pesar de ser este el componente de mayor peso en los compuestos para fabricar tuberías de PVC, no hay métodos estándar que puedan determinar uno a uno el porcentaje de humedad de cada aditivo usado, asimismo no existe ninguna metodología estándar que permita calcular la humedad en los compuestos de PVC, principalmente por sus características físicas, químicas y porque cada formulación es distinta en cada empresa que fabrica tuberías de PVC.

6.3.2. Métodos empíricos

Existen metodologías estándar adoptadas para cuantificar el porcentaje de humedad de los aditivos que forman parte de los compuestos de PVC y que se utilizan para fabricar productos terminados por medio del proceso de extrusión, sin embargo, ninguna metodología hasta el momento ha sido determinada para cuantificar el porcentaje que se pierde en peso por la evaporación de la humedad durante el proceso de extrusión de productos de PVC.

Esto trae consigo la necesidad de contar un factor de corrección que permita en todo momento ser aplicado a los compuestos de PVC y que a su vez, este factor esté relacionado o sea proporcional al volumen de producción, para que su aplicación se convierta en un estándar que pueda incluso ser utilizado en cualquier empresa del grupo en cualquier parte de la región o del mundo en donde hayan procesos similares de fabricación para la cuantificación y control de la pérdida de humedad en los compuestos.

6.4. Factor de corrección

- Factor: cada una de las cantidades o expresiones que se multiplican para formar un producto, “Real Academia Española”, (2012).

- Corrección: acción y efecto de corregir, “Real Academia Española”, (2012).

Puede decirse que Factor de Corrección no es más que la cantidad que se multiplica con acción y efecto de corregir.

Si esta definición combinada se aplica al estudio, se puede concluir que, un factor de corrección puede determinarse mediante una metodología técnica e incluirse en un procedimiento estándar para corregir las pérdidas de humedad en los compuestos de PVC.

7. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Ho: si, al diseñar un procedimiento técnico que determina la pérdida de humedad en los compuestos de PVC, ayudará a mejorar el balance de masa de las materias primas en una empresa de productos plásticos.

Independiente = procedimiento técnico que determina la pérdida de humedad.

Dependiente = mejora balance de masa de las materias primas en estudio.

Hi: no, al diseñar un procedimiento técnico que determina la pérdida de humedad en los compuestos de PVC, no ayudará a mejorar el balance de masa de las materias primas en una empresa de productos plásticos.

Ha: al diseñar un procedimiento técnico que determina la pérdida de humedad en los compuestos de PVC, el balance de masa de las materias primas seguirá igual.

8. CONTENIDO DEL INFORME

GLOSARIO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1. PERFIL DE LA EMPRESA

- 1.1. Historia de la empresa
- 1.2. Descripción organizacional
- 1.3. Visión y Misión
- 1.4. Naturaleza de la producción
- 1.5. Situación actual

2. RESEÑAS HISTÓRICAS DEL PVC

- 2.1. Historia del PVC
- 2.2. Qué es el PVC
- 2.3. Tipos de resinas de PVC
 - 2.3.1. Resina de pasta o masa
 - 2.3.2. Resina de suspensión

3. MÉTODOS DE REFERENCIA PARA LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Métodos de referencia existentes y aplicables a la investigación
- 3.2. Normas internacionales aplicables
 - 3.2.1. Normas estadounidenses aplicables a la resina
 - 3.2.1. Normas europeas aplicables a la resina

- 4. NORMAS Y MÉTODOS DE PRUEBA
 - 4.1. Normas y métodos de prueba científicos
 - 4.2. Normas y métodos de prueba empíricos
 - 4.3. Relación entre normas y métodos científicos versus empíricos

- 5. TAMAÑO Y MUESTRA
 - 5.1. Determinación de los aditivos a muestrear
 - 5.2. Definición del tamaño de la muestra
 - 5.3. Toma de datos y comparaciones técnicas
 - 5.4. Cálculos estadísticos de tendencia de humedad

- 6. ANÁLISIS DE VARIABLES
 - 6.1. Análisis de datos recabados y sus tendencias
 - 6.2. Desarrollo de un plan de trabajo para el mantenimiento constante de las mediciones en planta.
 - 6.3. Elaboración de formatos de seguimiento y estandarización de muestreos.

- 7. EVALUACIÓN Y DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICABLE
 - 7.1. Evaluación de resultados finales por proceso
 - 7.2. Confrontación de los datos para determinar balance de masa
 - 7.2.1. Determinación de pérdidas de humedad resina
 - 7.2.2. Determinación de pérdidas de humedad aditivos

- 7.2.3. Determinación de pérdidas de humedad en compuestos.
- 7.3. Determinación del factor de corrección por pérdida de humedad.
 - 7.3.1. Implementación de un programa de seguimiento y mejora continua, para la medición de la humedad y sus implicaciones en la planta.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

9. MÉTODOS Y TÉCNICAS

Considerando las necesidades existentes en la empresa, definidas en el planteamiento del problema, el sustento teórico el alcance y delimitaciones, y enfocándose en responder a las hipótesis planteadas, para obtener los objetivos de esta investigación, se ha concluido utilizar el enfoque cuantitativo, usando el diseño transaccional no experimental y exploratorio, considerando que las variables independiente y dependiente descritas en la hipótesis no serán manipuladas para obtener información adyacente o para forzar los resultados.

Las técnicas de investigación, se fundamentan en la entrevista directa a los encargados de las áreas de bodega de materias primas en primera instancia para obtener datos relevantes de almacenaje, manipulación, cantidades, tiempos de estadía y rotación de los inventarios, condiciones ambientales que puedan tener incidencia en la humedad de los aditivos entre otros, a los encargados y personal del área de formulación y mezclado, para determinar las distintas cantidades de materias primas y aditivos de PVC.

La descripción del ciclo completo del proceso de formulación y mezcla de aditivos que forman los compuestos de PVC y al personal de aseguramiento de calidad se entrevistará y encuestará en relación a las diferentes especificaciones que pueda tener cada aditivo y compuesto, que pueda relacionarse directa o indirectamente con la humedad, en especial analizar lo descrito en los certificados de análisis de los proveedores contra los datos que se vayan recabando constantemente y que evidencien las pérdidas o ganancias

de humedad en el proceso productivo, hasta donde se considera cero humedad por efecto de calor.

También se hará una toma y recolección de datos estadísticos mediante instrumentos establecidos en los formatos estándar de medición, que servirán como información de entrada para el análisis respectivo, y que esta información a su vez se desarrollara a lo largo de 6 meses como mínimo para garantizar una base de datos confiable y que pueda dar respuesta a los objetivos planteados, a las hipótesis de la investigación y la definición misma del diseño metodológico buscado, para concluir satisfactoriamente dicha investigación y que puede ser este estudio aplicado en cualquier momento en la organización.

Descritas las actividades a realizar, a continuación se indica cómo se realizará la recopilación de datos, partiendo de las entrevistas y encuestas antes indicadas que darán información para determinar los aditivos y materias primas a analizar, se desarrollaran los formatos que servirán para recopilar y dar seguimiento y control a las variables que dependen de la humedad como sigue:

Tabla I. **Control y seguimiento de humedad teórica en aditivos de PVC**

		FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	...FECHA N	
DESCRIPCIÓN MATERIA PRIMA	Grav Esp. gr/cc	Humedad teórica (%)	Humedad teórica (%)	Humedad teórica (%)	Humedad teórica (%)	TOTAL HUMEDAD
RESINA	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 1	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 2	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 2	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 4	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 5	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 5	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 7	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, excel.

Tabla II. **Control y seguimiento de humedad de los aditivos en proceso**

DESCRIPCIÓN MATERIA PRIMA	Grav Esp. gr/cc	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	...FECHA N	TOTAL HUMEDAD
		Humedad real (%)	Humedad real (%)	Humedad real (%)	Humedad real (%)	
RESINA	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 1	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 2	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 2	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 4	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 5	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 5	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ADITIVO 7	xxx	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, excel.

Tabla III. **Control y seguimiento de humedad en compuestos de PVC**

DESCRIPCIÓN MATERIA PRIMA	Grav Esp. gr/cc	Humedad (%)	FECHA 1			FECHA 2			...FECHA N			TOTAL HUMEDAD
			COMPUESTO- FORMULA 1	COMPUESTO- FORMULA 2	COMPUESTO- FORMULA 3	COMPUESTO- FORMULA 1	COMPUESTO- FORMULA 2	COMPUESTO- FORMULA 3	COMPUESTO- FORMULA 1	COMPUESTO- FORMULA 2	COMPUESTO- FORMULA 3	
RESINA	xxx	0,000%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
ADITIVO 1	xxx	0,000%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
ADITIVO 2	xxx	0,000%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
ADITIVO 2	xxx	0,000%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
ADITIVO 4	xxx	0,000%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
ADITIVO 5	xxx	0,000%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
ADITIVO 5	xxx	0,000%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
ADITIVO 7	xxx	0,000%	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
PESO DE LA FORMULA			100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Gravedad Especifica Formula			#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	
TOTAL HUMEDAD COMPUESTO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: elaboración propia, excel.

En la tabla I, se llevará el control y seguimiento de la humedad de los aditivos y materias primas de PVC antes de llegar a la planta, esto se determina a través de los certificados de análisis que cada uno trae y que son enviados por los proveedores.

En la tabla II, se llevará el control, seguimiento y medición de la humedad de los aditivos y materias primas de PVC los cuales serán determinados con la

ayuda de los instrumentos de medición con los que actualmente cuenta el laboratorio de la empresa.

En la tabla III, de igual forma se llevará el control, seguimiento y medición de la humedad de cada uno de los compuestos de PVC, los cuales serán también determinados con la ayuda de los instrumentos de medición con los que cuenta actualmente la empresa.

Dado esto, se buscará analizar durante 6 meses al menos, la medición continua de estos materiales para luego confrontarlos y determinar los balances de masa.

Balance de masa = lo que entra – lo que sale; para con ello cuantificar las posibles pérdidas a través de esta metodología, siguiendo las ecuaciones siguientes:

$\Sigma 1$ Porcentaje de humedad en los aditivos antes de ingresar a la planta

$\Sigma 2$ Porcentaje de humedad en los aditivos en la planta

$\Sigma 3$ Porcentaje de humedad en los compuestos luego de mezclarse

$\Sigma 4$ Porcentaje de humedad del producto terminado.

$\Sigma A = \Sigma 2 - \Sigma 1$: Humedad ganada en planta.

$\Sigma B = \Sigma A - \Sigma 3$: Humedad pérdida después de mezclado compuesto

$\Sigma C = \Sigma B - \Sigma 4$: Total Humedad perdida en producto final.

Con ello se determinan las pérdidas totales de humedad y con lo cual se cuantificaran las pérdidas en porcentaje de cada compuesto y que estas a su vez servirán para determinar el factor de corrección en función del volumen producido para cada tipo de compuesto.

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Figura 1. Cronograma de actividades

CONTENIDO	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	ago-13	sep-13	oct-13	
Preparación protocolaria																
Recopilación de información																
Trabajo de campo																
Elaboración del Informe final																
Capítulo I. PERFIL DE LA EMPRESA																
1.1. Historia de la empresa																
1.2. Descripción organizacional																
1.3. Visión y Misión																
1.4. Naturaleza de la producción																
1.5. Situación actual																
Capítulo II. RESEÑAS HISTÓRICAS DEL PVC																
Historia del pvc																
2.2. Qué es el pvc																
2.3. Tipos de resinas de pvc																
2.3.1. Resina de pasta o masa																
2.3.2. Resina de suspensión																
INVESTIGACIÓN																
3.1. Métodos de referencia existentes y aplicables a la investigación																
3.2. Normas internacionales aplicables																
3.2.1. Normas estadounidenses aplicables a la resina																
3.2.1. Normas europeas aplicables resina																
Capítulo IV. NORMAS Y MÉTODOS DE PRUEBA																
4.1. Normas y métodos de prueba científicos																
4.2. Normas y métodos de prueba empíricos																
4.3. Relación entre normas y métodos científicos versus empíricos																
Capítulo V. TAMAÑO Y MUESTRA																
5.1. Determinación de los aditivos a muestrear																
5.2. Definición del tamaño de la muestra																
5.3. Toma de datos y comparaciones técnicas																
5.4. Cálculos estadísticos de tendencia de humedad																
Capítulo VI. ANÁLISIS DE VARIABLES																
6.1. Análisis de datos recabados y sus tendencias																
6.2. Desarrollo de un plan de trabajo para el mantenimiento constante de las mediciones en planta.																
6.3. Elaboración de formatos de seguimiento y estandarización de																
Capítulo VII. EVALUACIÓN Y DEFINICIÓN DE LA METODOLOGÍA APLICABLE																
7.1. Evaluación de resultados finales por proceso																
7.2. Confrontación de los datos para determinar balance de masa																
7.2.1. Determinación de pérdidas de humedad resina																
7.2.2. Determinación de pérdidas de humedad aditivos																
7.2.3. Determinación de pérdidas de humedad en compuestos.																
7.3. Determinación del factor de corrección por pérdida de humedad.																
7.3.1. Implementación de un programa de seguimiento y mejora continua, para la medición de la humedad y sus implicaciones en la planta.																
Revisión y cambios informe final																
Presentación informe final																

Fuente: elaboración propia, excel.

11. RECURSOS NECESARIOS

Tabla IV. Presupuesto proyectado

PRESUPUESTO PROYECTADO			
DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS A UTILIZAR	RESPONSABLES	MONTO ESTIMADO AL MES	TOTAL 6 MESES
Tecnológicos			
Computadora de escritorio y portátil, hojas de cálculo, energía	Investigador, personal apoyo laboratorio	Q500.00	Q3,000.00
Balanzas Analíticas (uso, depreciación)	Investigador, personal apoyo laboratorio	Q750.00	Q4,500.00
Determinadores de Humedad (uso, depreciación)	Investigador, personal apoyo laboratorio	Q750.00	Q4,500.00
Físicos			
Uso de espacio para realizar las muestras, mesa de trabajo	Investigador	Q50.00	Q300.00
Muestras destructivas y no destructivas	Investigador, personal apoyo laboratorio	Q200.00	Q1,200.00
Insumos varios de oficina	Investigador	Q100.00	Q600.00
Insumos varios de laboratorio	Investigador, personal apoyo laboratorio	Q150.00	Q900.00
Otros			
Tiempo de personal de apoyo e investigador	Investigador, personal apoyo laboratorio	Q1,500.00	Q9,000.00
TOTAL ESTIMADO			Q24,000.00

Fuete: elaboración propia, excel.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. American Standard Testing Methods, (2012), ASTM D3030 - 11 Standard Test Method for Volatile Matter (Including Water) of Vinyl Chloride Resins.
2. ANIQ, (2012) ¿Que es el PVC? Recuperado el 10 de Septiembre de 2012, del sitio Web Asociación Nacional de la Industria Química: <http://www.aniq.org.mx/provinilo/pvc.asp>
3. Diccionario Vigésima segunda edición (2012). Recuperado el 01 de Septiembre de 2012, del sitio Web de la Real Academia Española: <http://www.rae.es/rae.html>.
4. Falconi Campos, V. (2008). Gestión de la Rutina del Trabajo Cotidiano. Brasil: CIP-Brasil.
5. Gil Rohrmoser, D. M. (2003). Utilización del horno de microondas para la determinación del contenido de humedad de jabones traslúcidos.
6. Hernández Sampieri, R. (2010). Metodología de la Investigación. Perú: McGraw Hill.
7. Mexichem, (2012). Cloro-Vinilo, Recuperado el 15 de Septiembre de 2012, de sitio web de Mexichem, http://www.mexichem.com/CloroVinilo/aplicaciones_c_v.html

8. Monterroso Letona, M. V. (2003). Diseño conceptual de un sistema para la disminución de la humedad relativa para el manejo de polvos higroscópicos en una planta de alimentos.
9. UNIBELL (2010), HANDBOOK OF PVC PIPE.
10. Vásquez Ramos, R. de J. (2003). Investigación documental (investigación científica). Guatemala: Ediciones Educativas.