

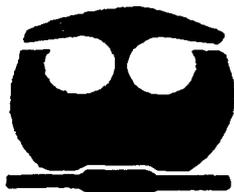


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

ELEMENTOS DE PRODUCTIVIDAD ASOCIADOS A
LA METROLOGÍA NACIONAL, EN UNA EMPRESA DE
TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR QUÍMICO.

TRABAJO ESCRITO
VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO
PRESENTA
EDUARDO SALDAÑA VALDOVINOS



MÉXICO, D.F.

2002



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado Asignado

Presidente Prof. María de los Ángeles Olvera Treviño

Vocal Prof. María del Rocío Cassaigne Hernández

Secretario Prof. Keiko Toda Watanabe

1er Suplente Prof. Vladimir Estivil Riera

2º. Suplente Prof. Sara Elvia Meza Galindo

Sitio donde se desarrollo el tema:

Facultad de Química

Asesor del tema



M. en C. María del Rocío Cassaigne Hernández

Sustentante



Eduardo Saldaña Valdovinos

*A mis padres,
María Teresa Valdovinos y
Odilón Saldaña,
a quienes les debo
todo...*

Agradecimientos.

A 'Dios', como quiera que se le nombre, por darme el tiempo y la oportunidad de cerrar este capítulo.

A mis hermanos, Marcela, José, Germán, y Odilón, por que se que siempre estarán conmigo, y yo con ustedes...

A mis otros hermanos, Benjamín Gómez y Hector Reseros, les agradezco lo que son, y lo que han significado para mí.

A Erika Lara, por tu compañía, tus ánimos, por estar en mí y por tu amor, por mostrarme que se debe luchar y disfrutar con toda intensidad de cada momento y por lo que vale en la vida.

A Nayeli Montoya, por ser quien eres, por tu aprecio y cariño, pero sobretodo por enseñarme que las experiencias buenas o malas, son parte del reto de amar de verdad.

A Irene Camacho, fuiste partícipe de lo que soy ahora... y de lo que quiero llegar a ser. Gracias por todo.

A Carmina Montiel, por acompañarme al comienzo de este camino, y compartir una parte de nuestra vida.

A Gerardo Miranda, por que el valor más grande que tiene una persona es saber que cuenta con alguien.

A mis amigos, Shina, Leo, Lilitiana (la coneja), Pepe y Brenda, me siento honrado con su confianza y amistad, son personas únicas y especiales.

A Roxío Cassaigne, por su amistad, por asesorar y dirigir este trabajo.

A Angeles Olvera y Keiko Toda, por sus comentarios, ideas, aportaciones y correcciones al presente trabajo.

A la UNAM y Facultad de Química, el camino no fue fácil ni sencillo, pero al final se completó.

A los compañeros de la carrera, "los javitá", "los inframundo", "los chacaes", "los triángos", "los osos", "los pistachones", porque con cada uno de ellos compartí momentos, aventuras... y existencias.

Y finalmente... no olvido a la cervocería Cuauhtemoa Motezuma y al grupo Modelo.

Enseñar, es demostrarle a los demás que saben tanto como tú. Al final, todos somos aprendices, ejecutores y maestros.

*Si escuchara al poeta,
si pudiese oír de nuevo su historia...
para advertirle,
para decirle,
que el camino no es
siquiera seguro.
Y todo podría estar al revés,
y podría no sobrevivir,
por dejarme llevar
hasta la pared,
en donde toca al amor decidir.*

Deja Me

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Metrología	4
2.1. La metrología en México	
2.1.1. Evolución histórica	
2.1.2. El CENAM	
2.2. Funciones que desempeña la metrología	
2.3. Definiciones	
2.4. Sistemas de medición	
2.4.1. Sistema Internacional de medidas	
2.4.2. Sistema Inglés de unidades	
3. Unidades y elementos dimensionables en una empresa de transformación del sector químico	12
3.1. Descripción de la empresa	
3.2. Procesos	
3.2.1. Autoadheribles	
3.2.2. Descripción de los procesos	
3.3. Elementos dimensionables	
3.3.1. En los procesos y equipos	
3.3.2. En los productos	
3.4. Patrones asociados a las mediciones	

4. Vinculación de la metrología y el sistema de calidad en una empresa de transformación del sector químico	23
4.1. Aseguramiento de calidad y metrología	
4.2. Pruebas y Auditorías	
4.2.1. Especificaciones internas y externas	
4.2.2. Instrumentos de medición y prueba	
4.2.3. Causas de no conformidades	
4.2.4. Validación de productos	
4.3. Certificación	
5. Principales elementos de metrología asociados a la productividad	36
5.1. Factor tiempo	
5.2. Factor costos	
5.3. Factor personas	
Conclusiones	44
Glosario	46
Bibliografía	47
Apéndice	48

1. INTRODUCCIÓN

Para poder tener un concepto más amplio de la importancia que tiene la metrología, debemos relacionarla con el desarrollo del control total de la calidad en todo el mundo. Esta evolución ha abarcado todo un siglo y cada cambio relevante ocurre en un periodo de por lo menos 20 años. En el siglo XIX se contaba con un solo obrero quien era el encargado de toda la calidad de su producto. Iniciando el siglo XX surge la división del trabajo, en donde un grupo de operarios se encarga de una etapa específica del proceso, el capataz es quien se responsabiliza de la calidad del mismo.

Con la primera guerra mundial, la cantidad de producción aumenta y el sistema se vuelve más complejo. Era necesario separar la tarea de supervisar, de las demás, y contar con un grupo de personas dedicadas a ello. En la segunda guerra mundial con el auge de la producción en masa es necesario simplificar el sistema de inspección, por ello surgen herramientas estadísticas que sólo se limitan a inspeccionar una muestra característica perteneciente a un lote de varias piezas.

Con el paso de los años las compañías se enfrentan a la competencia, por lo que se ven obligadas a producir productos con calidad al menor costo posible, lo que a su vez condujo a establecer sistemas de control de calidad total. El concepto en este caso era mantener un control de la calidad en cada una de las etapas del proceso y no por medio de inspectores que lo realizaban al final. El uso de las técnicas estadísticas se reforzó, pero junto con ellas la motivación y participación de todos los involucrados, pero de manera muy patente el manejo de métodos y normas para regular a todas las mediciones que afectaran directa o indirectamente a la calidad del producto.

Actualmente la calidad forma parte de una estrategia administrativa para mantener la productividad y competitividad de las empresas. La calidad se ha extendido no sólo a la producción, sino que abarca todas las áreas dentro de una organización. Las herramientas que proporciona la metrología han colaborado en este desarrollo.

México ha sido un caso especial dentro de este contexto. Debemos reconocer que en nuestro país este progreso se ha dado mayormente en las últimas dos décadas. Es innegable que los impulsos de una sociedad global nos han obligado a tomar medidas para mantener a nuestras empresas dentro del mercado internacional.

Todavía a mitad del siglo XX nuestro país mantuvo normas basadas en las de Estados Unidos. Fue hasta 1950 cuando se profesionaliza la calidad cuando se funda la Asociación Nacional Mexicana de Control de Calidad (ANMECC). En 1973 se crea el Instituto Mexicano de Control de Calidad (IMECCA) el cual es una asociación privada. El CONACYT se encarga posteriormente de enviar a los primeros mexicanos a entrenarse en calidad al Japón.

Con la crisis de 1982 fue imperante establecer sistemas de calidad, por lo que varias empresas se vuelven pioneras en actividades de este tipo. Entre 1984 y 1987 las compañías realizan controles estadísticos del proceso y el ITESM establece programas de CEP en conjunto con Ford de México y sus distribuidores.

Para el año de 1990 se había realizado ya un alto desarrollo en actividades de administración total de la calidad, por lo que se instituye el Premio Nacional de la Calidad y muchas compañías inician campañas de control total de la calidad.

Con la inminente firma de tratados comerciales las empresas mexicanas se preparan certificándose bajo normas internacionales de calidad como la ISO-9000. Para 1994 existen ya los primeros cuerpos certificadores.

Actualmente la tendencia a sido la misma, uno de los principales objetivos es colocar productos en el extranjero. La certificación ISO se convierte en una evidencia de nuestras empresas de que se cumple con una norma internacional.

La serie ISO en uno de sus puntos más importantes - pues está ligado directamente con la calidad del producto - se refiere al control de los equipos de inspección, medición y ensayo. La metrología resulta de suma importancia en este caso, ya que todo buen sistema de calidad necesita estar reforzado por la confianza que se tenga en todas las mediciones que se realicen durante todas las etapas del proceso.

2. METROLOGÍA

La Metrología es la ciencia de todo aquello que se puede medir y de los conocimientos relativos a las mediciones. Abarca todos los aspectos teóricos como prácticos que se relacionan con las mediciones, cualquiera que sea su nivel de exactitud y en cualquier campo de la ciencia y la tecnología. Como tal, es un campo que se mantiene en continuo desarrollo. Los avances tecnológicos nos proporcionan nuevas cosas que se pueden medir (capacidad de memoria de una computadora o su velocidad de procesamiento) y más y mejores formas de hacerlo. Por lo tanto estos conocimientos nos dan una idea muy cercana del desarrollo científico y tecnológico que ha alcanzado un país.

Internacionalmente se han creado organismos dedicados a mejorar y actualizar al campo de la Metrología y de la Normalización. Podemos mencionar por ejemplo a la CGPM (Conferencia General de Pesas y Medidas), el ISO (Organización Internacional de Normas), y la OIML (Organización Internacional de Metrología Legal)

Dentro de las principales funciones que desempeña la Metrología, está el de evaluar y desarrollar sistemas de calibración para sistemas específicos de medición. Señalar para cada caso el grado de confiabilidad, es decir, la incertidumbre asociada a esa medición, para con ello identificar y minimizar las fuentes de error y evaluar los estándares de calibración y asegurarse de que cumplen con los requerimientos de exactitud y precisión.

2.1 La Metrología en México

2.1.1 Evolución histórica

Con objeto de garantizar la uniformidad y equivalencia en las mediciones, así como facilitar todas las actividades tecnológicas industriales y comerciales, diversas naciones del mundo suscribieron el Tratado de la Convención del Metro, en el que se adoptó el Sistema Internacional de Unidades (SI) Este Tratado fue firmado por 17 países en París, Francia, en 1875. México se unió a la Convención al firmar el Tratado el 30 de diciembre de 1890.

Con la expropiación petrolera de mitad de siglo, nuestro país comienza a tener un gran auge en la industria, la ciencia y la tecnología, por esta razón se hace indispensable la aplicación y desarrollo de sistemas de medición que concordaran con los de mayor uso internacionalmente. Con la creación del Sistema Metrológico Nacional se crea un marco legal y funcional el cual es contemplado en:

- La Ley Federal sobre Metrología y Normalización
- El Sistema Nacional de Calibraciones
- El Centro Nacional de Metrología (CENAM)

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización en materia de metrología, establece el uso en nuestro país del sistema general de unidades de medida. Precisa los conceptos fundamentales sobre metrología y establece los requisitos para la fabricación, importación, reparación, venta, verificación y uso de los instrumentos para medir, y los patrones de medida. Fija además la obligatoriedad de la medición en transacciones comerciales y la indicación del contenido neto en los productos envasados.

La Ley regula también la elaboración, eficiencia y observancia de las normas oficiales mexicanas. Coordina las actividades de normalización, certificación y de laboratorios de pruebas de las dependencias de la administración pública federal. Acredita a los organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y laboratorios de prueba y de calibración.

El Sistema Nacional de Calibraciones es dependiente de la SECOFI (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial) Es un organismo encargado de lograr la estructura metrológica necesaria para garantizar la confianza de las mediciones y de los instrumentos de medición, tanto en lo concerniente a las transacciones comerciales y de servicios, como en los procesos industriales y sus respectivos trabajos de investigación científica y desarrollo tecnológico.

El Centro Nacional de Metrología, CENAM, fue creado con el fin de apoyar el sistema metrológico nacional como un organismo descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios, de acuerdo al artículo 29 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992, y sus reformas publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 1997

2.1.2 El CENAM

El CENAM es el laboratorio nacional de referencia en materia de mediciones. Es responsable de establecer y mantener los patrones nacionales, ofrecer servicios metrológicos como calibración de instrumentos y patrones, certificación y desarrollo de materiales de referencia, cursos especializados en metrología, asesorías y venta de publicaciones. Mantiene un estrecho contacto con otros laboratorios nacionales y con organismos internacionales relacionados con la metrología, con el fin de asegurar el reconocimiento internacional de los patrones nacionales

de México y, consecuentemente, promover la aceptación de los productos y servicios de nuestro país. Siendo un organismo descentralizado, el CENAM no ejerce funciones de autoridad.

Misión del CENAM

"Apoyar a los diversos sectores de la sociedad en la satisfacción de sus necesidades metroológicas presentes y futuras, estableciendo patrones nacionales de medición, desarrollando materiales de referencia y diseminando sus exactitudes por medio de servicios tecnológicos de la más alta calidad, para incrementar la competitividad del país, contribuir al desarrollo sustentable y mejorar la calidad de vida de la población"

2.2 Funciones que desempeña la metrología

La metrología de acuerdo con la función que realiza la podemos clasificar en:

Metrología legal

La cual tiene como objetivo el de asegurarse de que se empleen los patrones y estándares adecuados por medio de laboratorios especializados que conserven a su vez, la trazabilidad de estos patrones.

Metrología Científica

Es aquella donde se realiza, por medio de laboratorios ya sean oficiales o particulares, pruebas para el desarrollo de patrones más fáciles de reproducir en todo el mundo. La metrología científica también investiga y profundiza en los sistemas de medición. Todas estas funciones se complementan con la elaboración de nuevas y mejores normas.

Metrología Industrial

La realizan laboratorios certificados, a las industrias y el comercio, con ello se pretende dar servicio y calibración a los equipos que estos sectores requieren.

2.3 Definiciones

- *Calibración.* Es la determinación de los errores en la medición de un instrumento determinado comparándolo contra un instrumento, equipo o material de referencia de exactitud mayor con errores conocidos.
- *Ajuste.* Es la disminución, cuando es posible, de los errores encontrados en la calibración de un instrumento determinado.
- *Medición.* La medición es una técnica por medio de la cual se asigna un número a una propiedad física, como resultado de una comparación de dicha propiedad con otra similar tomada como patrón, la cual se ha adoptado como unidad.
- *Patrón.* Medida materializada, aparato de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o varios valores conocidos de una magnitud para transmitirlos por comparación a otros instrumentos de medición.
- *Acreditamiento.* El acto mediante el cual la Secretaría reconoce organismos nacionales de normalización, organismos de certificación, laboratorios de prueba y calibración y unidades de verificación, para llevar a cabo las actividades a que se refiere esta ley.
- *Certificación.* Proceso por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacional e internacional.

2.4 Sistemas de Medición

2.4.1 Sistema Internacional de Medidas

Cuarenta y ocho naciones participan actualmente en el Tratado de la Convención del Metro, la cual otorga autoridad a la Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM - Conferencia General de Pesas y Medidas), al Comité International des Poids et Mesures (CIPM - Comité Internacional de Pesas y Medidas) y al Bureau International des Poids et Mesures (BIPM - Oficina Internacional de Pesas y Medidas), para actuar a escala internacional en materia de metrología.

La CGPM está constituida por los delegados que representan a los gobiernos de los países miembros, quienes se reúnen cada cuatro años en París, Francia. Cada Conferencia General recibe el informe del CIPM sobre el trabajo realizado. En su seno se discuten y examinan los acuerdos que aseguran el mejoramiento y diseminación del Sistema Internacional de Unidades (SI); se validan los avances y los resultados de las nuevas determinaciones metroológicas fundamentales y las diversas resoluciones científicas de carácter internacional y se adoptan las decisiones relativas a la organización y desarrollo del BIPM. La última reunión de la CGPM, la vigésima primera realizada desde su creación, se llevó a cabo del 11 al 15 de octubre de 1999 en París, con la participación del CENAM en representación de México.

El Sistema Internacional de Unidades se fundamenta en siete unidades de base correspondientes a las magnitudes de longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura, cantidad de materia, e intensidad luminosa. Estas unidades son conocidas como el metro, el kilogramo, el segundo, el ampere, el kelvin, el mol y la candela, respectivamente. A partir de estas siete unidades de base se establecen las demás unidades de uso práctico, conocidas

como unidades derivadas, asociadas a magnitudes tales como velocidad, aceleración, fuerza, presión, energía, tensión, resistencia eléctrica, etc.

Las definiciones de las unidades de base adoptadas por la Conferencia General de Pesas y Medidas, son las siguientes:

El metro (m) se define como la longitud de la trayectoria recorrida por la luz en el vacío en un lapso de $1 / 299\,792\,458$ de segundo (17ª Conferencia General de Pesas y Medidas de 1983).

El kilogramo (kg) se define como la masa igual a la del prototipo internacional del kilogramo (1ª y 3ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1889 y 1901).

El segundo (s) se define como la duración de $9\,192\,631\,770$ períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado base del átomo de cesio 133 (13ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1967).

El ampere (A) se define como la intensidad de una corriente constante, que mantenida en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable, colocados a un metro de distancia entre sí en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud (9ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1948).

El kelvin (K) se define como la fracción $1/273,16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua (13ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1967).

El mol (mol) se define como la cantidad de materia que contiene tantas unidades elementales como átomos existen en 0,012 kilogramos de carbono 12 (^{12}C) (14ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1971).

La candela (cd) se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz y cuya intensidad

energética en esa dirección es de 1/683 watt por esterradián (16ª Conferencia General de Pesas y Medidas, 1979).

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que el Sistema Internacional es el sistema de unidades oficial en México.

2.4.2 Sistema Inglés de Unidades

El sistema inglés de unidades o sistema imperial, es aún usado ampliamente en los Estados Unidos de América y, cada vez en menor medida, en algunos países con tradición británica. Debido a la intensa relación comercial que tiene nuestro país con los EUA, existen aún en México muchos productos fabricados con especificaciones en este sistema. Ejemplos de ello son los productos de madera, tornillería, cables conductores y perfiles metálicos. Algunos instrumentos como los medidores de presión para neumáticos automotores y otros tipos de manómetros frecuentemente emplean escalas en el sistema inglés. El CENAM promueve el empleo del Sistema Internacional en todas las mediciones en el país. No obstante, reconociendo la presencia del sistema inglés en nuestro medio es conveniente ofrecer referencias sobre los factores de conversión de estas unidades al Sistema Internacional. A diferencia de este último, no existe una autoridad única en el mundo que tome decisiones sobre los valores de las unidades en el sistema inglés. De hecho, algunas unidades tienen valores diferentes en diversos países. Para el usuario mexicano, por nuestra estrecha relación con los EUA, tal vez la referencia más conveniente es la aceptada en ese país.

Las equivalencias de algunas unidades se presentan en el apéndice.

3. UNIDADES Y ELEMENTOS DIMENSIONABLES EN UNA EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR QUÍMICO

3.1 Descripción de la empresa

ADHESA^{*} es una empresa dedicada a la manufactura de material autoadherible, requerido en la fabricación de etiquetas de uso en una gran cantidad de artículos, tales como cosméticos, productos de limpieza, alimentos y bebidas. Continuamente se preocupa por desarrollar y ofrecer al mercado una nueva variedad de cintas y rollos con características especiales que tengan funciones específicas y/o que causen cierto impacto en el consumidor. Importa y vende además, productos de papelería para oficina.

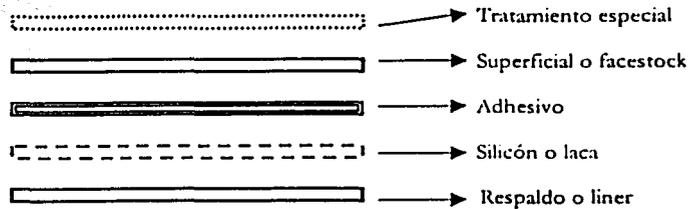
Cuenta con tres plantas, la principal se encuentra en Tlalnepantla y otras dos en Guadalajara y Monterrey las cuales operan como centros de distribución. Desde hace algunos años se encuentra certificada con sistema de calidad ISO 9001, y actualmente es una empresa de vanguardia en este mercado.

3.2 Procesos

3.2.1 Autoadheribles

Los materiales autoadheribles son capaces de unirse a las superficies de envases o sobre áreas específicas. Su composición es comparable a la de un sándwichs.

* Nombre ficticio

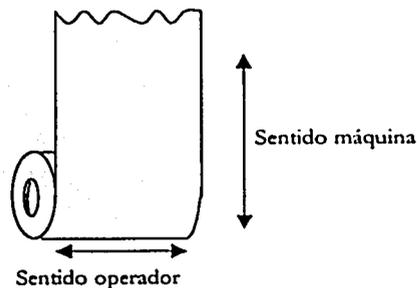


- ✓ El tratamiento superficial sólo lo realiza el proveedor. Es posible dar distintos acabados al papel superficial dependiendo del tipo de presentación que se requiera dar al autoadherible (brillo o mate) Las películas son un caso particular pues requieren de tratamientos especiales con los que se logra tener una mejor fijación de la tinta.
- ✓ En el superficial es donde se colocará la impresión. Existen recubiertos o no recubiertos, dentro de los primeros están los de alto brillo, semibrillantes y mate; en los no recubiertos principalmente se utilizan los del tipo bond y kraft. Las películas pueden ser desde vinilos hasta PVC, pasando por polietileno y polipropileno. Cada uno con características especiales.
- ✓ Los adhesivos en su mayoría son a base de hule, pero existen también los acrílicos, que tienen un mayor uso en envases transparentes por ser poco perceptibles. El uso de un tipo específico de adhesivo depende del envase, la fuerza de adhesión requerida y la clase de producto de que se trate (fármacos, alimentos, productos de limpieza etc.)
- ✓ El silicón tiene como función principal el de proteger al adhesivo. Se compone de un polímero base, un catalizador y un *controlador de release*. Como se verá mas adelante, una buena parte de la calidad del producto depende del silicón.

- El respaldo actúa como base para el silicón y la posterior aplicación del adhesivo. Los respaldos pueden ser de composición similar al superficial y en ciertos casos se usan películas.

3.2.2 Descripción de los procesos

Existen dos maneras para definir el sentido de los rollos tanto de materia prima como de producto terminado. Cuando se menciona que es en "el sentido operador" quiere decir que se habla de todo lo ancho del rollo, si al contrario se dice que es en "el sentido de la máquina" se refiere al largo.



Con esta descripción es más sencillo referir a las dimensiones, clasificar y reconocer las fallas que llegue a tener un rollo.

Siliconado.

En la planta se utilizan principalmente dos tipos de papeles respaldo. Su uso varía dependiendo de la aplicación final o de las características deseadas por el cliente. En la primera etapa del

siliconado, el material que servirá como respaldo se extiende siempre de manera uniforme en el sentido máquina. Por medio de una serie de rodillos se introduce de manera homogénea en un recipiente que contiene la mezcla con la base de silicón, el catalizador y, si así es el caso, un controlador de release. Todos estos elementos se encuentran en una proporción adecuada, cuyo resultado final dará una de las características de calidad del producto.

Posteriormente el papel con la mezcla distribuida totalmente en su superficie, pasa a un horno donde se lleva a cabo la reacción de polimerización del silicón. Dado que el papel tiene características higroscópicas, es necesario humidificarlo en cuanto termina de abandonar el horno, esto es para recuperar nuevamente la humedad que pierde en este proceso. La humidificación se logra pasando el papel a través de varias salidas de vapor. Esta etapa del proceso es muy importante, pues el papel se transfiere inmediatamente a la sección de laminado.

El siliconado es un proceso crítico pues tiene un gran impacto en la calidad final del producto.

Laminado.

En este proceso se forma el "sándwich" del que se compone la etiqueta. Las etapas son similares al siliconado.

Una vez que el respaldo con silicón abandona el tratamiento de vapor, se transfiere por medio de rodillos a la sección donde se agrega el adhesivo. Éste paso se realiza por medio de un plato que es introducido dentro del tambor que contiene el adhesivo en forma sólida (similar a un gel seco) la presión que ejerce logra fundirlo en un líquido viscoso que es bombeado; por medio de tuberías enchaquetadas con líneas de vapor, a una ceja que distribuye el adhesivo por toda la superficie del respaldo siliconado.

Después de agregarse el adhesivo al respaldo, el superficial entra en contacto con él. Esto se logra por medio de rodillos que se encargan de formar el "sándwich". Finalmente es enrollado y marcado para ser auditado por calidad y, si es liberado, se envía a corte.

Corte.

Este proceso lo realizan maquinas con cuchillas montadas sobre un eje. Se pueden cortar cintas de distintos tamaños u hojas a partir del rollo que se obtuvo en laminado, estas características finales dependen del uso que tendrán o de los requerimientos del cliente.

3.3 Elementos dimensionables

3.3.1 En los procesos y equipos.

Para fines prácticos, algunas unidades que se utilizan para medir variables de calidad en los materiales autoadheribles, son el resultado del uso tanto del sistema internacional como del sistema inglés. Esto se hace por varias razones, una de ellas es con el fin de facilitar la medición y evaluación con los equipos existentes, por otro lado los clientes requieren de estas unidades ya que están familiarizados con ellas y debido a que no se requiere de mucha precisión en las mediciones.

Siliconado

Los respaldos tienen dos propiedades cuantificables, éstas se relacionan con el calibre y la masa.

El calibre es expresado en milímetros (10^{-3} m)

Ejemplo: 0.25 mm (respaldo de alto calibre)

La masa se expresa en gramos por superficie de material de respaldo.

g/m^2

Estas características sirven para clasificar los respaldos y otorgar al producto distintas cualidades.

El *release* se define como la fuerza necesaria para separar el superficial del respaldo. Ésta es una de las propiedades más importantes con las que debe de contar el producto Si el *release* no es el adecuado la etiqueta puede llegar a ser inservible.

Un *release* específico se obtiene del proceso de siliconado. Esto es, de la mezcla que contiene volúmenes dados del polímero base y del catalizador, se puede manipular la cantidad de otro elemento llamado *controlador de release*. Si se requiere dar un mayor *release* se agregará en mayor proporción el controlador, pero si al contrario, este debiera ser mas bajo, se reduce la cantidad del *controlador* en la mezcla.

Es notoria la importancia que tiene el manejo de volúmenes en esta parte del proceso, para ello se cuenta con material volumétrico apropiado para estas mediciones.

La reacción de polimerización se lleva a cabo en el horno a una temperatura de 350 °F (147 °C) Esta temperatura puede oscilar en menor grado sin afectar la reacción, pero aun así, se controla por medio de termistores que la mantienen estable.

La humedad a pesar de ser de gran importancia en la calidad del producto, es difícil de cuantificar en el papel durante el proceso. Para evitar problemas derivados de la falta de humedad en el respaldo, se suministra vapor abundantemente. Desgraciadamente estas desviaciones sólo son observables hasta que el rollo está en corte.

Laminado

Se debe hacer notar que los procesos de siliconado y laminado son continuos, por tanto, algunas de sus variables están ligadas. Una de ellas son las RPM a las que se desenrolla el respaldo para pasar a laminado y una vez que tiene el adhesivo, haga contacto con el superficial a la misma velocidad. Durante la polimerización el tiempo de estancia del respaldo en el horno es suficiente para lograr la reacción, es por ello que la velocidad depende mas bien de que tanto carece de humedad, es decir, si el material requiere de una mayor humedad las RPM se disminuyen para que la aplicación de vapor sea mayor. Estas operaciones se realizan en un solo equipo por consiguiente las RPM deben estar sincronizadas.

En ambas secciones los papeles son guiados por sensores que controlan su movimiento, evitando que se desplace en el sentido del operador, esto se realiza con la finalidad de evitar *telescopes* en los costados al ser nuevamente enrollados. Conforme se despliegan los materiales los sensores monitorean su alineación, y si es el caso, mueven todo el rodillo para alinearse correctamente. Este es un aspecto de calidad que debe ser muy vigilado durante el corte, pero que puede todavía corregirse antes del mismo.

Una variable muy importante para los adhesivos es que puedan poscer una viscosidad entre los 7 000 y 15 000 cp a una temperatura de 150 °C, a lo largo del equipo se cuenta con instrumentos que indican la temperatura del fluido. El flujo de adhesivo bombeado desde el tambor siempre es constante, pero suficiente para inundar el contenedor de la ceja. La proporción de adhesivo que se agrega al respaldo depende de la distancia a la que se encuentre la ceja que lo distribuye, debido a esta separación, el volumen de aplicación puede variar. En estos casos se utiliza un sensor infrarrojo que indica si la distribución de adhesivo a lo largo del *liner* es uniforme. De esta parte del proceso se obtienen tres variables cuantificables al producto.

Los materiales superficiales al igual que los respaldos, tienen calibres especiales que resultan útiles para su clasificación y rastreo.

Corte

Para el proceso de corte y cuando se requiera obtener cintas, se consideran dos variables: el ancho y el largo. Estas unidades se expresan en metros y pueden variar en diversos tamaños los cuales son determinados por el cliente o se tienen previamente definidos. Las cuchillas se mueven en rangos cortos para obtener los anchos de cintas. No se requiere de mucha precisión, puesto que el material en cintas es *sujado* por el cliente a un menor tamaño y con ello obtiene las etiquetas de los productos.

El corte de los rollos en hojas se realiza en un solo tamaño, por lo tanto, las dimensiones se mantienen constantes. El rollo para esta sección se obtiene de corte, se coloca en la maquina y se cortan las hojas a un cierto intervalo.

Se debe considerar que para la obtención de hojas se toman en cuenta dos variables, la velocidad a la que se despliega el rollo y el tiempo que debe transcurrir para que corte nuevamente la cuchilla. En cambio, cuando se obtienen cintas, la velocidad del rollo no es muy importante, pero se debe tener especial cuidado al enrollarse nuevamente, pues debe minimizarse el *telescopio* en sus costados. Desgraciadamente los equipos de corte no cuentan con los sensores guías que existen en laminado.

Al final de estos procesos, los productos finales son evaluados, marcados con sus dimensiones correspondientes (obtenidos por la computadora del equipo) y empaquetados. Si aprueban su inspección final pueden entonces embarcarse.

3.3.2 En los productos.

Las propiedades que son medidas en los productos son relativamente pocas, pero dan importante información sobre el mismo.

El *release* se mide como la fuerza en gramos, necesaria para separar al superficial por cada 2 pulgadas de *liner*. Aunque estas unidades no son recomendadas por el SI para su uso, están ya muy establecidas por proveedores y clientes.

$\overline{\text{g}}/2\text{in}$

De la misma manera, los equipos especiales para estimar *release* están diseñados y programados para dar estas unidades.

Es posible conocer la adherencia del material mediante la obtención de la masa de adhesivo que existe en un metro cuadrado, si se obtiene un mayor peso quiere decir que el producto tiene una mayor adherencia. Esta propiedad se le conoce como *peso de adhesivo*, posteriormente se detallará la obtención de estos datos. Sus unidades se expresan en gramos por metro cuadrado de adhesivo.

g/m^2 de adhesivo.

Otras dos variables, describen el comportamiento del material al ser utilizado de manera normal, es decir, cuando son aplicados a probetas o superficies específicas que simulan los envases o los empaques donde serán adheridos. Aunque utilizan las mismas unidades, su significado y la manera de obtenerlas es distinta. Ambas se cuantifican obteniendo la fuerza necesaria para separar una pulgada de material adherido a las probetas, reportado en libras por pulgada.

$\overline{\text{Lb}}/\text{in}$

A estas propiedades se les denomina como *Peel Adhesion o Adhesión y Loop Tack*. La primera evalúa el comportamiento del material al ser removido con el paso del tiempo, la segunda estima con cuanta fuerza se adhiere al simple contacto.

El manejo del sistema inglés obedece en estas pruebas, a las especificaciones marcadas por la compañía, la familiaridad con la que cuenta el cliente de ellas y por los equipos que las valoran.

3.4 Patrones asociados a las mediciones

Esta industria no requiere de una extremada precisión en las mediciones. Los patrones empleados pueden ser de una clase de exactitud no muy alta, pero se requiere de un manejo apropiado y de condiciones especiales, como con las que se cuenta en el laboratorio de calidad. Los equipos de proceso son revisados y adecuados por las compañías por las que fueron adquiridos, en estos casos ellas manejan sus patrones, pero también se cuenta en proceso con aquellos destinados a su verificación periódica.

En el laboratorio se cuenta con diversos patrones, para verificar el correcto funcionamiento de los equipos de medición y prueba. Uno de ellos se emplea en el medidor de calibres, estos son laminas aceitadas con distintas graduaciones, su uso es muy común en la industria automotriz.

Se cuenta también con materiales de referencia para la medición de la viscosidad en los adhesivos, las cuales se emplean para la verificación y ajuste del viscosímetro.

Por último, los patrones de mayor uso son los marcos de pesas. Su empleo en los equipos es muy variado, va desde balanzas, hasta los dinamómetros que se encargan de medir fuerzas expresadas en masa. Estas pesas no son de una clase muy precisa, su exactitud es para uso industrial en general. Cada equipo cuenta con su marco de pesas específico y el empleo de ellos está limitado a solo verificar los instrumentos.

En general los patrones que se utilizan para la calibración de todos los equipos y que son de una clase de exactitud mayor, son manejados por los laboratorios que certifican estos instrumentos.

4. VINCULACIÓN DE LA METROLOGÍA Y DEL SISTEMA DE CALIDAD EN UNA EMPRESA DE TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR QUÍMICO.

4.1 Aseguramiento de Calidad y Metrología

La calidad es cumplir con los requisitos del cliente, y en la elaboración de un producto se deben considerar dos conceptos importantes para cumplir estos requisitos. La normalización y el control de calidad. Ambos se sustentan en la metrología para lograr sus objetivos. El contar con productos de calidad que brinden al usuario la seguridad y el servicio para el que fueron diseñados, depende totalmente de normas que permitan la evaluación de los procesos y de los productos, asegurándolos con mediciones confiables, éste es uno de los objetivos principales de la metrología. Los equipos de medición deben estar calibrados con patrones que sirvan de referencia y éstos a su vez, deben calibrarse con otros de mayor exactitud.

La importancia de la metrología en el aseguramiento de la calidad está señalada en el punto 4.11 de la norma ISO. En la versión de 1994 menciona que: "El suministrador debe establecer y mantener al día procedimientos documentados para controlar, calibrar y realizar el mantenimiento de los equipos de inspección, medición y ensayo, utilizados por el suministrador para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados". Para la versión ISO 9001-2000 el control de los equipos de medición y seguimiento esta contemplado en el punto 7.6 concerniente a la realización del producto.

El punto 7.6 refiere que:

La organización deberá identificar las medidas a realizar, y los equipos de medición y seguimiento requeridos para asegurar la conformidad del producto, con los requisitos especificados.

Los equipos de medida y seguimiento deberán utilizarse y controlarse para asegurar que la capacidad de medida es consistente con los requisitos de medida

Cuando sea aplicable los equipos de medida y seguimiento se deberán:

1. Calibrar y ajustar periódicamente o antes de su utilización, contra equipos trazables a patrones nacionales o internacionales. Cuando no existan tales patrones deberá registrarse la base utilizada para la calibración.
2. Salvaguardar los ajustes que invalidarían la calibración.
3. Proteger de daños y deterioros durante la manipulación, mantenimiento y almacenamiento.
4. Tener registrados los resultados de su calibración.
5. Tener evaluada la validez de los resultados previos cuando se encuentre que un equipo está fuera de calibración, y tener adoptadas acciones correctivas.

Elaborar procedimientos administrativos y de calibración de equipos. Además de contar con instrumentos, equipos o materiales de referencia adecuadamente certificados.

Mantener correctamente identificados los instrumentos de medición, así como una base de datos y archivos sobre el historial tanto de calibración y servicio como de la naturaleza de cada instrumento.

Contar con áreas exclusivas para la calibración de instrumentos y el almacenaje de los patrones de referencia.

Capacitar al personal encargado de realizar las calibraciones.

Además esta nueva versión de la norma ISO 9001 contempla ya la validación y utilización de software apropiado para las mediciones.

El aseguramiento metrológico es un elemento importante en el sistema de inspección, programas de calidad y planes maestros de administración de la calidad total. Esto quiere decir que, si se cuenta con un adecuado sistema de calibración, podemos tener la seguridad de que el

equipo de medición o de pruebas utilizado para verificar el producto o servicio satisface los requerimientos de exactitud especificados. Además con ello los proveedores no solo demuestran su capacidad de calibración, sino además dan al cliente la confianza de que el producto o servicio adquirido cumple con los requisitos acordados.

4.2 Pruebas y auditorías

En esta sección se tratará con mayor detalle, aquellos aspectos de metrología que influyen directamente en la calidad del producto en ADHESA

4.2.1 Especificaciones internas y externas de los materiales autoadheribles.

Los materiales autoadheribles deben cumplir con diversos requisitos de calidad. Dado que tienen varias cualidades, éstas se clasifican en dos grupos:

- Por atributos
- Por variables

Los atributos son las características físicas, externas y de desempeño. La principal diferencia, consiste en que éstos no pueden ser cuantificados, simplemente se evalúan en su funcionamiento.

Las cualidades por variables pueden ser medidas con los instrumentos de laboratorio, expresan con números el comportamiento de los materiales autoadheribles.

La tabla 4.1 muestra ambos tipos de cualidades.

<i>Por Atributos</i>	<i>Por Variables</i>
No arrugas en superficial	Nivel de release
No bloqueos	Peso de adhesivo
No gotas de agua	Adhesión (peel adhesion)
No marcas en superficial	Loop Tack.
No lagunas	
No curvaturas en las hojas	
No telescopios en cintas	

Tabla 4.1

No todas éstas cualidades son consideradas como especificaciones. En ocasiones el cliente solamente evalúa los materiales autoadheribles conforme a su aspecto y funcionalidad.

Cualidades por atributos

- No arrugas en superficial. Ésta es una característica muy importante que deben mantener los autoadheribles en su superficial. Las arrugas se deben a que el material superficial no está correctamente extendido sobre el respaldo y que al ser enrollado, es literalmente aplastado causando la apariencia de estar arrugado. Esto puede llegar a dañar a los equipos de impresión. Algunas arrugas pueden ser observadas a simple vista, o pueden tratarse de efectos creados por la humedad, en otros casos sólo se presentan en ciertas secciones de los rollos. El que el material no tenga arrugas es una especificación que exigen los clientes y se considera tanto interna como externa.
- No bloqueos. Los bloqueos son secciones en los que el material de respaldo no tiene silicón, esto provoca que el adhesivo también se fije al respaldo, por tal razón, al separar al

superficial, este se encuentra unido con fuerza al respaldo. Un material con bloqueos puede perjudicar a los equipos encargados de colocar las etiquetas en los envases.

- No gotas de agua. Las gotas de agua causan un efecto muy similar a los bloqueos, a diferencia de que la forma de los bloqueos es en líneas rectas que se presentan en el *sentido máquina*. Las gotas de agua, son pequeñas áreas de bloqueo dispersas al azar. Esta característica es más difícil de evaluar dada la forma en la que se manifiesta, es por ello que se considera como una de las especificaciones internas.
- No marcas en el superficial. Este atributo es uno de los que más causan dificultad a los inspectores de calidad, pues en muchas ocasiones es complicado distinguir las marcas en el superficial o pueden ser confundidas con arrugas. Las marcas en el superficial tienen una sola característica que permite identificarlas, pues se trata de líneas rectas en el *sentido máquina*. El material sin marcas en el superficial es principalmente una especificación interna que se les solicita a los proveedores.
- No lagunas. Las lagunas son áreas de material superficial sin adhesivo. Los materiales que llegan a presentar lagunas resultan en etiquetas que sólo se adhieren en algunas partes, por lo que con un simple tirón pueden rasgarse.
- No telescopios. El telescopio se presenta en cintas, y se debe a una mala alineación cuando el material es enrollado después de pasar por corte. Posteriormente se hablará con mayor detalle de esta característica.

Cualidades por variables

- Nivel de *release*. Como se mencionó anteriormente, se pueden dar distintos niveles de *release*, dependiendo de la cantidad agregada del *controlador de release*, a la mezcla de polímero base con catalizador en el proceso de siliconado. El cliente puede acordar que se le

embarque material con un nivel de *release* muy bajo (30 g/2in), uno intermedio (50 g/2in), o alto (90 g/2in) Se debe hacer notar que ésta es una propiedad difícil de obtener con exactitud pero en la que se permiten ligeras variaciones sobre lo especificado.

- Peso de adhesivo. Una de las especificaciones que se requieren del producto es la fuerza a la que se adhiere a las superficies. Ésta es una característica que depende mayormente del tipo de adhesivo que se esté empleando, pero también de la cantidad del mismo, y se puede valorar mediante la obtención del peso de adhesivo. Comúnmente el cliente solicita material que pueda adherirse sin problemas a superficies específicas (vidrio, plástico, metal o incluso llantas) Una de las especificaciones internas nos indica la cantidad de adhesivo apropiado para que la etiqueta se adhiera sin problemas a cualquiera de estas superficies, y evitar en otros casos que sea excesiva.
- Adhesión. Las empresas que manejan productos que pueden ser sustituidos por otros de menor calidad, protegen sus emblemas y logotipos solicitando que las etiquetas de sus productos no puedan ser separadas de los envases sin que se rasguen al intentarlo, esto con la finalidad de que no puedan ser reutilizadas. A esta propiedad se le evalúa mediante el *peel adhesion*, donde se puede simular el material adherido a una superficie con el paso del tiempo. El requisito interno para este caso es, que no importa la fuerza aplicada para separarlo de la superficie de prueba, el material debe rasgarse, o en el menor de los casos transferir todo el adhesivo para que se vuelva inservible (generalmente arriba de las 2 lb/in)
- Loop Tack. La especificación de *loop tack*, es entendida por el cliente de esta manera: el material debe ser capaz de adherirse con toda su fuerza al envase con el simple contacto, es decir, sin ejercer ninguna presión. Para ello, las pruebas de *loop tack* evalúan el desempeño del material de manera similar a la prueba de adhesión, y con ello poder cumplir con este

requisito. (La prueba de *loop tack* es llamada así, ya que se trata de una tira de material de una pulgada de ancho y aproximadamente seis de largo que se dobla en forma de gota)

4.2.2 Instrumentos de medición y prueba

En los laboratorios se cuentan con diversos instrumentos para realizar mediciones y pruebas a los productos o a las materias primas. Es por ello que algunos se utilizan sólo para identificar materiales y otros para evaluar la calidad.

Balanzas

Las balanzas analíticas de laboratorio se emplean principalmente en las pruebas de peso de adhesivo o para obtener el peso del material. Estas son algunas de sus características:

Intervalo de medición: 0.001 g

División mínima: 0.001 g

Clase I.

Para obtener las lecturas de masa se emplea un *snaje* circular que corta exactamente 1 dm² de material, ya sea de materia prima o de *transfer* con adhesivo. Las lecturas se redondean hasta centésimas de gramo y se multiplican por cien para obtener la masa existente en 1 m².

Viscosímetro electrónico

Su principal uso es en la identificación y evaluación de adhesivos. Contiene un termopar electrónico que calienta la muestra, y la lleva a la temperatura del proceso (150 °C) Antes de cualquier prueba se realiza una verificación y ajuste con soluciones patrón a las temperaturas indicadas. Las unidades se manejan en centipoises.

Probador de calibres

El probador de calibres electrónico sólo se emplea para identificar a los materiales que se utilizan en la planta, ya que se cuenta con referencias comparativas de las materias primas. El probador de calibres se usa principalmente en la validación de devoluciones por parte del cliente, de esta forma es como se sabe si el material efectivamente salió de la planta.

Antes de cada uso se ajusta con laminas de acero que cuentan con calibres específicos. El lector puede dar distintas unidades, pero las lecturas se maneja principalmente en milímetros.

Probador de release

El probador de *release* es básicamente un dinamómetro que se compone de las siguientes partes:

Un riel, en donde se desplaza horizontalmente y a cierta velocidad, una rampa inclinada a 45°, en la cual se coloca la muestra.

El elemento sensor es una pinza que sujeta al respaldo, que, cuando se desplaza la rampa, detecta la fuerza que requirió para sujetar al respaldo mientras se separa del superficial.

El elemento transmisor es un cable que va de la pinza a una computadora, la cual, mediante un software, actúa como elemento convertidor el que a su vez manda la lectura al elemento indicador (monitor). Las unidades son expresadas en g/2in.

El material es doblado en cuatro partes y mediante un *suaje* con las dimensiones de 2 in de ancho y 10 de largo, se obtienen las muestras en distintas áreas. En este caso se toman dos valores resultantes, la media de las cuatro mediciones y la desviación estandar.

Horno.

El horno se utiliza para quitar humedad a las muestras que así lo requieran. El valor que nos interesa del horno es la temperatura que mantenga en el interior.

Instron

De esta forma es como se le nombra al dinamómetro que es utilizado en las pruebas de *adhesión* y de *loop tack*. Este instrumento a diferencia del probador de release, es análogo y más robusto puesto que las mediciones que realiza no son tan sensibles. La pinza en este caso, es la que se desplaza de forma vertical. Se tiene pues, que nuevamente el elemento sensor es la pinza, el elemento transmisor es el cable conectado al panel de instrumentos, y el elemento indicador es el display colocado en el panel. Las lecturas son dadas en lb/in.

Las muestras se obtienen de un *suaje* que mide 1 por 6 pulgadas. Para el caso de la prueba de *adhesión* las tiras se colocan en probetas (laminas de distintos materiales) y se les pasa un rodillo de 5 kg de esta manera es como se simula un tiempo transcurrido. Para el *Loop Tack* la tira es doblada en forma de gota y se sujeta a la pinza. Sin ninguna fuerza mas que la necesaria, se desplaza para hacer contacto con la superficie específica. En ambas pruebas, la pinza comienza su movimiento hacia arriba y registra la fuerza que fue necesaria para despegar o rasgar al material.

4.2.3 Causas de no conformidades

Un material no conforme es aquel que no cumple con alguna de las especificaciones o requisitos tanto internos como externos.

Como se vio anteriormente, los productos con arrugas, bloqueos, gotas de agua, marcas en superficial, lagunas, y aquellas cintas con *telescopes*, son materiales no conformes. En algunos casos pueden ser regresados a proceso, pero en otros tienen que ser destruidos.

Las no conformidades en cuanto a variables, se deben principalmente a que los requisitos de funcionalidad son distintos a lo acordado con el cliente. En raras ocasiones los productos pueden llegar a tener un *release* muy alto o muy bajo. Las pruebas de *adhesión* y *Loop tack* no son del todo conocidas por el cliente aunque también son casos muy aislados cuando no cumplen con las expectativas.

Las arrugas son ocasionadas cuando el material superficial, no es completamente extendido sobre el *liner*. Los bloqueos se ocasionan cuando, en el proceso de siliconado, alguna impureza entra en contacto con la mezcla de polímero o con los rodillos, ésta evita que el silicón haga contacto con el material de respaldo. Cuando se encuentra en laminado, el adhesivo se une al respaldo por la parte sin silicón. Las impurezas pueden ser debidas a un exceso de humedad o porque existe polvo. Las marcas en superficial, son no conformidades de materia prima, el material puede usarse, pero la calidad del producto es baja. Las lagunas al igual que los bloqueos, se deben a impurezas pero en este caso en el material superficial, ya que el adhesivo no entra en contacto con el mismo, el adhesivo se cae y la etiqueta no puede adherirse totalmente al envase.

Las cualidades por variables que resultan no conformes son debidas principalmente a errores en la metrología del proceso.

Un *release* fuera de especificación se debe a una variación en la proporción de los componentes. Las fallas debidas a las mediciones de los volúmenes en la mezcla de polímero ocasionan que se tenga un mayor o menor *release* en el material.

Si el lector de la distancia de la ceja de aplicación de adhesivo se encuentra descalibrado, aún contando con el lector infrarrojo, puede ocasionar que las cantidades de adhesivo agregado lleguen a ser excesivas o insuficientes, por lo que el peso de adhesivo registrado estará fuera de la especificación.

Cuando en las pruebas de *adhesión* y *loop tack* no se obtienen resultados satisfactorios, la causa principal también se debe a la aplicación de adhesivo. Aunque se puede llegar a tener casos en donde el material cumple con estas pruebas, aún cuando se tiene un peso de adhesivo bajo.

4.2.4 Validación de productos

Para la validación de productos se deben de tomar en cuenta dos factores, los requisitos acordados con el cliente y si la no conformidad no resulta crítica.

Como se vio anteriormente los productos con arrugas, bloqueos, y lagunas, son materiales que no pueden ser regresados a proceso, por lo tanto tienen que ser destruidos. No así con aquellos que tengan marcas, o con un tipo de arrugas debidas a la humedad y cintas con *telescopeos*. Cada uno es un caso especial, por ejemplo: los productos con marcas en el superficial pueden ser vendidos como material de segunda.

El aspecto que tienen las arrugas debidas a la humedad es similar a unas burbujas. En estos casos el material se regresa al almacén, ahí y después de algunos días, el material de respaldo recupera su humedad del ambiente, toma su tamaño normal y se puede enviar a corte sin problemas.

El *telescopio* en los rollos que se obtienen de laminado, puede corregirse en el proceso de corte para cintas, pero las cintas con *telescopeos* no es posible corregirlas. No existe un criterio establecido para saber que tanto es la tolerancia en estos casos. Se consideran dos factores, la proporción del *telescopio* y la exigencia del cliente. Aquellas cintas con un nivel tolerable de *telescopio* pueden embarcarse, pero en las que sea excesivo la disposición final es destrucción.

Telescopio en cintas.



Nivel aceptado



Nivel no aceptado

4.3 Certificación

La empresa cuenta con un sistema de calidad, basado en las normas ISO-9001, versión 1994. Para dar seguimiento se realizan tres auditorías internas en el año. Para el 2002 se planea otra auditoría de certificación en la versión del 2000.

En el área de laboratorios se cuenta con procedimientos documentados para el control, calibración y mantenimiento de los equipos de medición y prueba, instructivos y patrones para su correcta operación y para demostrar la conformidad de las mediciones que ahí se realizan. Las maquinarias de proceso son revisadas y calibradas por el suministrador de estos equipos. Todos los instrumentos de laboratorio de calidad están debidamente identificados, con etiquetas con el nombre y la clave del equipo, si están autorizados para su uso, la fecha de la última calibración y de la posterior, las determinaciones que se realizan con él y las precauciones que se deben tener al emplearlo.

Las calibraciones de los equipos son realizadas por laboratorios certificados en el periodo de un año, aunque estas son externas, se conservan los procedimientos para realizarlas. Así mismo se lleva un registro de las calibraciones y el certificado correspondiente (se conserva en estos casos los certificados de dos años anteriores al actual)

A todos los equipos se les realiza una verificación cada 15 días aproximadamente, ésta la efectúa personal capacitado utilizando los patrones con los que se cuenta. La finalidad de ello es asegurar las mediciones, y en el caso de que sea necesario, realizar los ajustes que requieran los instrumentos.

Las pruebas de calidad del producto se llevan a cabo en el laboratorio, el cual cuenta con una temperatura y humedad controlada para no afectar las mediciones. Los equipos están colocados y almacenados en áreas apropiadas y recomendadas para cada uno, de manera tal que no pueda ser alterada su exactitud y adecuado uso.

5. PRINCIPALES ELEMENTOS DE METROLOGÍA ASOCIADOS A LA PRODUCTIVIDAD.

Productividad es sinónimo de prevención. Una herramienta de prevención es la metrología, y la productividad es un concepto que puede ser medido dentro de las empresas.

De esto inferimos que, la organización que pueda satisfacer las expectativas del cliente haciendo lo correcto correctamente, (utilizando en este caso herramientas de metrología) será una empresa competitiva.

Para fines prácticos, la productividad se encuentra en función de tres factores primordiales:

- Tiempo
- Costos
- Personas

El menor tiempo empleado en la elaboración de un producto con la calidad requerida, cumpliendo con las expectativas de los clientes al costo más económico posible, es decir, minimizando los costos que no le agregan valor al producto, y contar con personal bien capacitado y entrenado, son elementos que incrementan la productividad en las empresas.

Cada uno de ellos es perfectamente cuantificable, esto quiere decir, que es posible conocer el grado de productividad de una organización.

Basado en estos conceptos, se explicaran los elementos de metrología que afectan directamente a las funciones de la productividad dentro de ADHESA.

5.1 Factor tiempo.

Es claro que en cualquier mercado en donde exista una alta competencia, la optimización del tiempo necesario en la elaboración de un producto, reditúa en ventajas sobre los demás competidores.

La metrología sugiere en estos casos el empleo de instrumentos nuevos y apropiados que no den lugar a retrasos ocasionados por su mal funcionamiento o inadecuado uso. De lo anterior se pueden señalar varias ventajas si se logra este objetivo:

- Las empresas que manejan controles de calidad en cada etapa de sus procesos, necesitan liberar materias primas o productos constantemente y a tiempo. Si se cuenta con los equipos de medición y prueba apropiados, correctamente calibrados, y su uso está claramente comprendido se puede optimizar estos tiempos, por lo tanto aumenta la productividad en este sentido.
- En ocasiones se cuenta con equipos que nos son empleados en toda su capacidad, o simplemente no se usan. Por ejemplo, los instrumentos modernos pueden dar resultados con funciones estadísticas, tales como las medidas de tendencia central y las de dispersión. El conocimiento de estas funciones y su correcto empleo puede ahorrar mayor tiempo que si se hacen este tipo de cálculos a mano.
- El atender quejas por productos fuera de especificación debido a malas mediciones, ocasiona que se pierda tiempo en los departamentos involucrados. Nuevamente vemos como herramienta fundamental la calibración y correcto uso de los equipos.

En ADHESA se tiene una clara utilización de los equipos y conocimiento de todas sus funciones. Aunque, debido a errores humanos, se generan retrasos en la liberación de material a corte. Las pruebas de peso de adhesivo, *release*, *adhesión* y *loop tack*, deben realizarse antes de

que los rollos sean cortados en cintas u hojas, esto requiere de optimizar el tiempo asignado a estas tareas. Esta es una actividad crítica, ya que si se llega a detectar una no conformidad, el siguiente proceso se detiene, y dicho material se segrega.

5.2 Factor costos

En los costos es donde se observa un mayor impacto de la metrología. Los costos derivados de cumplir con un requisito o de corregir fallas debido a las mediciones, nos proporcionan una idea de la magnitud que tiene la metrología en la productividad de las empresas.

Anteriormente se mencionaba al tiempo como factor de productividad, estos elementos de tiempo se traducen también en costos o incluso ganancias.

Los equipos que no se usan debido a que no están calibrados o por que se encuentran en reparación por un mal uso, generan costos. Contrariamente, si estos equipos en todos los aspectos son funcionales, entonces se eleva la productividad.

Esto nos lleva nuevamente a considerar como un elemento importante a la calibración e inspección de los equipos.

Calibración

La calibración es la determinación de los errores en la medición de un instrumento determinado, comparándolo contra un instrumento, equipo o material de referencia de exactitud mayor con errores conocidos.

Todo laboratorio debe mantener un control sobre sus instrumentos, asegurando que estos son los adecuados según su capacidad y uso, conservando estas características durante toda su vida

útil. La calibración es necesaria para asegurar el mantenimiento del instrumento dentro de las tolerancias y la clase de exactitud especificada.

Los equipos se calibran para poder estimar los errores de indicación del instrumento de medida, del sistema de medida, de la medida materializada, o bien asignar valores a marcos de referencia sobre escalas arbitrarias.

Un sistema de calibración:

- Permite controlar la exactitud de los equipos de medición y pruebas empleados, para que los valores obtenidos de pruebas e inspecciones sean válidos.
- Se aplica a todos los equipos de medición y prueba utilizados por cualquier organización, cuyas mediciones sean fundamentales para el cumplimiento de las especificaciones acordadas de los materiales en cuestión.
- Debe plasmarse en documentos escritos, los cuales lo describen, y en donde además se identifica a los equipos de medición y prueba.
- Así mismo se debe asentar en estos documentos, las fuentes de calibración, o la trazabilidad de los patrones empleados.

Cuando se cuenta con un sistema de calibraciones garantizamos el cumplimiento de las normas, y además se asegura la apropiada medición de las variables que involucran cualquier proceso.

Traducido en costos, un correcto sistema de calibración de los equipos de medición, nos permite detectar materia prima y productos que no cumplan con las especificaciones, por consiguiente evitamos la generación de *scrap* y material de segunda calidad.

Por otro lado, si los instrumentos están adecuadamente calibrados y son inspeccionados con regularidad, evitamos los costos derivados de un mantenimiento correctivo. Se debe tener en consideración que mantener un sistema de calibración, a pesar de minimizar costos, genera

otros, aunque comparados con los ocasionados por material rechazado, son mucho menores. La mayoría de las ocasiones la calibración la realiza un laboratorio autorizado, esto se debe a que sólo ellos pueden expedir los certificados avalados por el CENAM.

En ADHESA las calibraciones se realizan cada año, y se conservan los certificados de cada instrumento. Para el caso de los más antiguos, se mantienen los de dos años atrás, a la fecha.

Revisión de las especificaciones con el proveedor

Este es un aspecto que llega a generar costos, se debe a la ausencia de concordancia entre los valores que maneja el proveedor y el fabricante. En algunos casos los sistemas de unidades que utilizan unos y otros son diferentes, ocasionando desviaciones cuando los procesos requieren de una gran exactitud. Estas fallas son detectadas hasta que las materias primas están en los procesos, por lo que se tiene que parar, generando grandes costos por equipos y maquinaria que no se utiliza.

Las materias primas en ADHESA, no requieren de mediciones exactas, pero deben contar con la información necesaria para poder ser almacenadas y posteriormente ser utilizadas en proceso, así mismo, se tienen perfectamente especificadas sus cualidades con el proveedor .

Scrap

Existen diversas fuentes de generación de *scrap*. En ADHESA se genera *scrap* al tomar muestras de los rollos de materia prima y producto terminado, con la finalidad de realizar las pruebas de calidad. En el proceso de corte, al colocar los materiales en las máquinas, se cortan los rollos para introducirlos en las cuchillas, esto también genera *scrap*. Es posible minimizar los costos derivados de materiales no empleados, si se tomaran las muestras con dimensiones

especificadas, y en el caso de corte se indicara un intervalo en el que pueden ser cortados los rollos.

También se genera *scrap* cuando las materias primas no son usadas adecuadamente, es decir, los costos generados por desperdicios de soluciones o materiales que no son apropiadamente medidos para su uso. Por ejemplo, una correcta medición de las componentes que se utilizan para la preparación del polímero en el proceso de siliconado, puede ahorrar mucho dinero, puesto que es materia prima costosa. Lo mismo es aplicable para los adhesivos.

Material de segunda

Las materias primas, destinadas a la fabricación de un producto están contempladas para que la calidad del mismo genere utilidades. Por consiguiente, si no se cumple con cualquiera de esos requisitos, se debe negociar y ese producto en ocasiones se logra vender por debajo de su precio, obteniéndose pérdidas.

Los materiales autoadheribles pueden ser embarcados como material de segunda solamente en tres casos: cuando el *release*, o el peso de adhesivo se encuentra fuera de especificación, y cuando el *facestock* tiene rayas no muy notorias. El primero es causado por una mala medición de las proporciones de la mezcla del polímero en el proceso de siliconado, y el segundo debido a una falla en la aplicación de adhesivo, pero si las pruebas de *adhesión y loop tack* cumplen, entonces se debe negociar para poder embarcar estos materiales, siempre y cuando no afecten de forma crítica al proceso del cliente.

Un buen sistema metroológico aplicado a cualquier empresa, siempre tendrá impacto en los costos, desde los generados para mantenerlo funcional como aquellos destinados a la

prevención. La diferencia en este caso, es que ambos costos generan un aumento de la productividad.

5.3 Factor personas

Anteriormente se señalaba la importancia de la calibración y buen funcionamiento de los equipos, para la optimización del tiempo dedicado a las pruebas e inspecciones de los materiales. Esto por si solo no genera una productividad, se debe considerar que el elemento humano es de gran importancia para lograr este objetivo. La capacitación constante, procedimientos adecuados y la investigación de las especificaciones que existen en el mercado, con una orientación hacia la metrología, son las armas necesarias para alcanzar una productividad.

Capacitación

La capacitación del personal que utilizará los equipos de inspección y prueba, se debe considerar como la actividad prioritaria para la aplicación de un buen sistema metrológico. Los temas deben ser seleccionados de acuerdo al área de interés para la empresa, incluyendo aquellas herramientas básicas: sistemas de unidades, definiciones, normalización, calibración, cálculos estadísticos y de incertidumbres por mencionar algunas.

En ADHESA la capacitación es constante, todo el personal involucrado en las mediciones de las especificaciones del material, es adiestrado en el uso de los equipos. Los inspectores de calidad deben tener muy claras las herramientas de metrología.

Procedimientos

Los procedimientos son elaborados para una clara comprensión del funcionamiento de los equipos de inspección y prueba, así mismo para la correcta interpretación de los resultados. En ellos se menciona las características generales de los instrumentos, las mediciones que realizan, los pasos para su calibración, uso normal y verificación, las precauciones que se deben tomar y las condiciones apropiadas para alargar su vida útil. Con una adecuada información en los procedimientos se puede mejorar notablemente los resultados, puesto que quien comprenda totalmente la capacidad que tienen estos equipos, acrecentará la productividad de la empresa. Estos procedimientos se conservan en el departamento de aseguramiento de la calidad.

Investigación de las especificaciones de mercado.

Las investigaciones de las especificaciones existentes en el mercado, las realiza el departamento de mercadotecnia y los encargados del servicio técnico. Este personal, debe contar con los conocimientos necesarios sobre las propiedades generales de los distintos materiales que se procesan en la planta, se obtienen los de los competidores, y se evalúan ambos. La idea en general, es ir un paso adelante, mejorando las propiedades de los materiales que se producen hasta ahora. Se puede obtener información valiosa del cómo se realizan las mediciones, y qué variables consideran de mayor peso las empresas competidoras.

La productividad dentro de las organizaciones, debe ser considerada como una consecuencia lógica de un buen manejo de diversas herramientas, y una de ellas es la metrología. Con un sistema metrológico es posible tener armas para prevenir y defender las cualidades de cualquier producto y la calidad derivada del mismo.

CONCLUSIONES

La importancia de los conocimientos que abarca la metrología es tal, que sin esta herramienta fundamental es imposible pensar en el desarrollo de nuestro país. Afortunadamente México cuenta con organismos ocupados en lograr el correcto empleo de este campo de estudios en todos los niveles productivos, de investigación y tecnológicos.

Con el desarrollo de los procesos en masa y la automatización de los mismos, la uniformidad de los productos debe estar soportada mediante sistemas metroológicos, dado que un cliente siempre preferirá un producto exento de variaciones que afecten a los requisitos acordados.

Los sistemas de calidad, sugieren el conocimiento y la aplicación de métodos metroológicos en todas aquellas actividades que tengan a las mediciones como fundamentales. Las normas ISO no mencionan la utilización de sistemas de unidades específicas, pero si recomiendan el empleo de aquellas que sean de mayor uso en el mundo.

Cualquier producto o servicio de calidad debe poder satisfacer los requisitos del cliente, procurando rebasar en lo posible sus expectativas. No se debe olvidar que los mercados cada vez son más exigentes, ya que, el consumidor conoce mayormente lo que se ofrece, por ello, lo que anteriormente se tomaba como una cualidad o lujo, ahora es considerado como un requisito indispensable. El cumplimiento de este objetivo sólo puede estar soportado por una metrología apropiada que satisfaga todos los requerimientos para su correcta utilización, y asegure la confianza de todas las mediciones que evalúan la calidad de un artículo o servicio.

Un producto no es competitivo si alguna de sus especificaciones está fuera de lo acordado con el cliente. Cuando los materiales autoadheribles no son conformes de acuerdo a las propiedades que se le miden, son segregados y en el mejor de los casos, embarcados como materiales de segunda. El *release*, el peso de adhesivo, la *adhesión y loop tack*, son las características

que se relacionan con la metrología, que marcan la diferencia entre un producto de calidad con otro que no lo es.

Cabe mencionar, que dentro de los materiales autoadheribles, no todas las propiedades principales de calidad pueden ser estimadas o posibles de asignar un valor numérico. Anteriormente se señaló que aquellos atributos sólo pueden ser evaluados de acuerdo a su funcionamiento y apariencia. Para estos casos la metrología no puede proporcionar herramientas para asegurar estos aspectos de calidad.

La productividad de las organizaciones, crece con la utilización de los instrumentos que proporcionan los conceptos de metrología. En la reducción de costos se ve claramente los beneficios que esto trae como consecuencia. La optimización de tiempos y la constante capacitación de personal para la utilización de los equipos de medición y prueba, aportan grandes ganancias a las organizaciones, proporcionando seguridad en sus productos. Así mismo, existe también una productividad indirecta, la cual es causada cuando la calidad del producto satisface enteramente los procesos subsecuentes realizados por el cliente, que a su vez también es un proveedor.

La efectividad al usar las herramientas de metrología, indudablemente ofrece la posibilidad de tener sistemas de calidad certeros, lo cual dará en cualquier circunstancia ventajas en el mercado del que se trate.

GLOSARIO

Términos empleados en la industria de los materiales autoadheribles.

Autoadherible. Elemento capaz de unirse a otro mediante un agente adhesivo y cuyo uso final será en la elaboración de etiquetas para productos envasados.

CEP. Siglas que se refieren al Control Estadístico del Proceso.

Facestock. Una de las maneras de denominar al material superficial en los productos autoadheribles, y en los que se coloca la impresión.

Instron. Dinamómetro análogo utilizado en las pruebas de adhesión y loop tack.

Liner. Otro nombre que recibe el material de respaldo, en donde se coloca el silicón y cuya función principal es proteger al adhesivo.

Loop Tack. Prueba realizada para valorar la fuerza de adhesión de los materiales al simple contacto con las superficies.

Peel Adhesion. Nombre con el que se le designa a las pruebas de adhesión de los materiales autoadheribles.

Probeta. Lamina de diferentes materiales (vidrio, acero inoxidable, polipropileno), utilizada en la prueba de Adhesión.

Release. Término utilizado para definir a la fuerza necesaria para separar al material superficial del de respaldo. Se expresa en gramos por cada 2 pulgadas (g/2in)

Scrap. Material no empleado y que no puede ser utilizado. Material de desperdicio.

Suaje. Herramienta de acero inoxidable con distintas formas y dimensiones, la cual está afilada en uno de sus cantos. Empleada para cortar material mediante una prensa.

Telescopio. Característica en la que un rollo o cinta muestra deformidad en sus costados.

Transfer. Adhesivo colocado entre dos materiales de respaldo con silicon, utilizados para valorar la masa de adhesivo que existe en un metro cuadrado

BIBLIOGRAFÍA

- Kaoru Ishikawa
"¿Qué es el control total de la calidad? La modalidad japonesa"
Editorial Norma. Colombia, 1988.
- Keiko Toda Watanabe
"Entorno de la calidad y productividad"
Diplomado de la Calidad y el Éxito Industrial, Módulo I, 2001.
- Orizaba Coss José Manuel
"La metrología como fundamento a la certificación ISO-9000"
Tesis UNAM, 1998
- Maya Orta Ernestina Julia
"La metrología en un sistema de calidad ISO-9000"
Tesis UNAM, 1999
- Miguel Vázquez Contreras
"Metrología enfocada al sistema de aseguramiento de calidad"
Diplomado de la Calidad y el Éxito Industrial, Módulo III, 2001.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización
Publicado en el Diario Oficial de la Federación 1988,
Reformas 1997 y reglamento 1999
- Estatuto Orgánico del CENAM
Agosto 27 de 1997
- Boletines Informativos
"Por la competitividad de la industria mexicana en el siglo XXI"
Editado por el CENAM , Marzo 1995.

APÉNDICE

Factores de Conversión que relacionan a las unidades del sistema ingles de uso más común, con las unidades del SI.

Unidad Sistema Ingles	Equivalencia en el SI
atmósfera	101.325 kPa
Btu	1.055056 kJ
caloría	4.1868 J
centipoise (viscosidad absoluta)	1.0 mPa.s
centistoke (viscosidad cinemática)	$1.0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
t(°F)	$(t+359.67)/(1.8)\text{K}$
T(°F)	$T/(1.8)\text{K}$
dina	10^{-5}N
pie	0.3048 m
pie ²	$9.290304 \times 10^{-2} \text{ m}^2$
galón	$3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
pulgada	$2.54 \times 10^{-2} \text{ m}$
kg (kilogramo fuerza)	9.80665 N
milla	1609.334 m
poise (viscosidad absoluta)	0.1 Pa.s
lb _f (libras fuerza)	4.448 222 N
stoke (viscosidad cinemática)	$1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$