



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**"PROYECTO DE PLAN DE INSPECCIÓN APLICADO
A LA PRODUCCIÓN DE PLASTILINA,
EN DIXON VINCI"**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERA INDUSTRIAL
P R E S E N T A :
BRENDA MÁRMOL SÁNCHEZ**



**DIRECTOR DE TESIS
M.I. OCTAVIO ESTRADA CASTILLO**

MÉXICO, D. F.. MAYO 2005.

m343624



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Gracias a Dios,
a mi Alma Mater:
la Universidad Nacional Autónoma de México
y en especial a mi querida Facultad de Ingeniería.

A mis Papás Irma y Bernardo Ignacio
por todo su apoyo siempre,
sus consejos, su sabiduría, su cariño,
su amor, su comprensión.
Los amo.

A Benny y a Alex por su apoyo,
sus juegos, sus risas, su cariño. Los amo.

A mi Madrina: Tía Mago,
por su apoyo a lo largo de mi vida,
por su comprensión, sus consejos y
¡También por sus regaños!
Te quiero muchísimo Tía.

A Miguel por todo su apoyo, su amor, su comprensión.
Por su invaluable ayuda a lo largo de la carrera.
Por contar con él día a día, con su sonrisa,
su cariño, y amor. Te amo corazón.

A abuelita Rosa por todas sus bendiciones, su apoyo y sus consejos, su sabiduría, sus experiencias, sus conocimientos. Te amo abuelita.

A mi abuelito Chava, por su sabiduría, sus consejos, su cariño, sus abrazos.
Te amo abuelito.

A mis tíos Miguel, Silvia, Sergio, Lulú, Florencio, Chava, Estrellita, Muñeca, Tina, Meña, Gustavo, Patty, Silvia Munguía, Javier, Pancho, Edith, Beto, Héctor, Ruth, Armando, Martín, Chiquis, La Güera, Chafis, Cuquis, Román.
A mi padrino Raúl. Gracias por todo, los quiero mucho.

A Normita, Michelle, Mary Ivette, Chava, Marcos, Daniela, Sergio, Silvia Xóchitl, Hugo, Lorena, Pancho, Los Gemelos, Sandra, Vero, Rosita, Fer, Sexy, Cynthia, Diego, Amanda, Tomate, Citlal, Valeria y Carolina Munguía Ameneiro, Emmanuel, Christopher, Raúl, Ivonne, Ana Karen, Arturo E., Nadia, Donahí, Daniel y Carolina, Elenita, Begoña, Lolita. Gracias por compartir momentos tan divertidos juntos. Los quiero mucho.

A mis sobrinos Stephy, Carlitos, David, Rodrigo, Stephanie, Jessica Jocelyn.

A la familia González Aguilar y Vázquez Aguilar por su apoyo incondicional siempre.

A la familia González Cruz, A Chabela y familia. A la Familia Lorrabaquio.
A todos los amigos y profesores por su orientación y apoyo.

A Dixon Vinci por las facilidades otorgadas para la realización esta Tesis.

Al M.I Octavio Estrada Castillo por el apoyo, orientación y asesoramiento en la realización de la misma.

My Melody, te amo, te recuerdo siempre.

Brenda.

PROYECTO DE PLAN DE INSPECCIÓN APLICADO A LA PRODUCCIÓN DE PLASTILINA EN DIXON VINCI

OBJETIVO:

Diseñar un plan de inspección que permita producir plastilina con las características requeridas por las especificaciones propias del proceso.

ÍNDICE

| TEMA | Página |
|--|--------|
| INTRODUCCIÓN | 11 |
| CAPÍTULO 1. MARCO DE REFERENCIA | |
| 1.1 Dixon Vinci y su Historia en México | 13 |
| 1.2 Departamento de Plastilinas | 15 |
| 1.2.1 Equipo | 15 |
| 1.3 Plastilina | 15 |
| 1.4 Usos y Beneficios de la plastilina | 16 |
| 1.5 Características de la plastilina | 17 |
| 1.6 Materia prima para la elaboración de la plastilina | 17 |
| 1.7 Proceso de transformación empleado para la producción de la plastilina | 18 |
| 1.7.1 Definición del Proceso de Extrusión | 18 |
| 1.7.2 Descripción del Proceso de Extrusión | 18 |
| 1.7.3 Descripción del Equipo de Extrusión | 19 |
| 1.7.3.1 Tolva | 19 |
| 1.7.3.2 Barril | 19 |

| | |
|-----------------|----|
| 1.7.3.3 Husillo | 20 |
|-----------------|----|

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

| | | |
|---------|--|----|
| 2.1 | Concepto de Calidad | 23 |
| 2.2 | Las variaciones en la manufactura | 24 |
| 2.3 | Control de Calidad | 25 |
| 2.4 | Concepto de Control de Calidad | 26 |
| 2.5 | Control Estadístico de la Calidad | 27 |
| 2.6 | Procedimientos establecidos en el Control de Calidad | 29 |
| 2.6.1 | Causas Aleatorias | 30 |
| 2.6.2 | Causas Asignables | 30 |
| 2.7 | Técnicas Estadísticas para el Control de la Calidad | 30 |
| 2.7.1 | Gráficas de Control | 31 |
| 2.7.1.1 | Tipos de gráficas y características | 33 |
| 2.7.1.2 | Gráfica \bar{X} R | 33 |
| 2.7.1.3 | Límites de control | 37 |
| 2.7.1.4 | Ventajas de la gráfica de control \bar{X} R | 37 |
| 2.7.2 | Muestreo de Aceptación | 38 |
| 2.7.2.1 | Ventajas y desventajas del muestreo de aceptación | 39 |
| 2.7.2.2 | Muestreo de aceptación por atributos: Normas Military Standard 105D | 40 |
| 2.7.2.3 | Tipos de planes de muestreo | 41 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.7.2.4 | Rigor en la inspección | 42 |
| 2.8 | Inspección | 43 |
| 2.8.1 | Terminología de inspección | 45 |
| 2.8.2 | Conformidad con la inspección y adecuación para el uso | 45 |
| 2.8.2.1 | La decisión de conformidad | 46 |
| 2.9 | El proceso de inspección | 46 |
| 2.9.1 | Planeación de la inspección | 46 |
| 2.9.1.1 | Localización de las estaciones de inspección | 47 |
| 2.9.1.2 | Planeación detallada de la inspección | 47 |
| 2.9.2 | Ejecución de la inspección | 48 |
| 2.9.3 | Control de la inspección | 49 |
| 2.10 | Organización para el control del producto | 49 |

CAPÍTULO 3. PRODUCCIÓN DE PLASTILINA

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Planteamiento del problema | 51 |
| 3.2 | Descripción del proceso | 54 |
| 3.2.1 | Recepción y verificación de pedido de materia prima | 56 |
| 3.2.2 | Inspección de materia prima | 56 |
| 3.2.3 | Almacenamiento de materia prima | 57 |
| 3.2.4 | Generación de la orden de producción | 57 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2.5 | Preparación de mezcla de materia prima | 57 |
| 3.2.6 | Mezcla de materias primas | 57 |
| 3.2.7 | Enfriamiento de la mezcla de plastilina | 58 |
| 3.2.8 | Extrusión del lingote de plastilina | 58 |

CAPÍTULO 4. DISEÑO DEL PLAN DE INSPECCIÓN

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Diagrama de etapas del proceso de producción y características a controlar | 60 |
| 4.2 | Descripción de las etapas y características a controlar en el proceso de producción de la plastilina | 63 |
| 4.3 | Plan de inspección preliminar | 67 |
| 4.4 | Evaluación del plan de Inspección preeliminar | 71 |
| 4.4.1 | Inspección de materia prima | 71 |
| 4.4.2 | Preparación de materias primas | 75 |
| 4.4.3 | Mezcla de materias primas | 76 |
| 4.4.4 | Enfriamiento de la mezcla | 78 |
| 4.4.5 | Extrusión del lingote de plastilina | 80 |
| 4.5 | Plan de Inspección Propuesto | 83 |
| 4.6 | Documentación | 85 |

CAPÍTULO 5. APLICACIÓN DEL PLAN DE INSPECCIÓN PROPUESTO

| | | |
|-------|--|----|
| 5.1 | Método de prueba en materia prima | 88 |
| 5.1.1 | Justificación de la aplicación | 89 |
| 5.1.2 | Documentos para pruebas | 94 |
| 5.2 | Método de prueba en producto terminado | 99 |

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | | |
|-----|---------------------|-----|
| 6.1 | Conclusiones | 104 |
| 6.2 | Recomendaciones | 106 |
| | Bibliografía | 107 |
| | Glosario | 108 |
| | Anexo | 110 |

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de tesis se desarrolló en el Departamento de Plastilinas en la empresa DIXON VINCI, empresa manufacturera y comercializadora de artículos escolares, arte, escritura, oficina e industriales.

Al igual que muchas empresas, busca ser competitiva elaborando productos de calidad. Y como para cualquier planta o compañía, pueden presentarse problemas de calidad en el desarrollo del producto, en la producción o en el servicio que, si no son tratados eficazmente, obstruirán la satisfacción del cliente en el mercado.

La ventaja competitiva de las empresas con programas de control de calidad es que tienen *in situ* los elementos necesarios para enfrentar esos problemas en una forma sistemática, oportuna y continua.

Para lograr la calidad en cualquier empresa, se requiere el trabajo colectivo de todas las áreas y funciones que en ellas se desempeñan, siendo la inspección un aspecto primordial para lograrla sobre todo con la finalidad de prevenir la ocurrencia de defectos en los procesos.

En una industria, la inspección es el procedimiento mediante el cual se comprueban las especificaciones de las materias primas, materiales y productos terminados, además los lineamientos de las operaciones, los parámetros del proceso, etc.

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar y proponer un plan de inspección que permita producir plastilina con las características requeridas por las especificaciones propias del proceso y que por lo tanto satisfaga las necesidades y perspectivas del cliente.

CAPÍTULO 1

MARCO DE REFERENCIA

Objetivo Específico

Plantear un marco histórico y referencial para identificar los conceptos utilizados en este proyecto.

1.1 Dixon VincI y su Historia en México

Dixon tiene sus raíces en Estados Unidos de América hacia 1775 cuando su matriz se funda y pasa a ser la primera empresa pública de bienes de consumo en América.

En 1827 Joseph Dixon funda una de las primeras empresas norteamericanas: The Joseph Dixon Crucible Company.

Dixon introdujo la educación artística a los sistemas escolares, fue precursora del uso de grafitos a nivel industrial y en 1829 desarrolla el primer lápiz del continente.

Para 1872 cuenta con producción masiva de lápices y en 1915 se diversifica en productos de arte y dibujo.

Antes de la 2a. Guerra Mundial, ya se distribuían en México los productos Dixon, que se importaban de los Estados Unidos de América.

Durante la década de los 40 se llegó a un convenio con una empresa mexicana para que maquilara los lápices utilizando la puntilla estadounidense y la tecnología de Dixon. En esa época se tenían las oficinas de ventas en la calle de Independencia No. 59 en la Cd. de México.

En 1953, se introdujo a México maquinaria de la planta de New Jersey y se rentó un local en el que se estableció la fábrica trabajando con minas (barras de grafito para lápices) estadounidenses.

En 1967, el Lic. Agustín Yáñez, Ministro de Educación, inauguró la planta y oficinas en Vía Dr. Gustavo Baz No. 3826, con la razón social Joseph Dixon Crucible Company de México, S.A. de C.V.

En el año de 1983, el grupo Bryn Mawr, adquirió The Joseph Dixon Crucible Company, incluyendo las propiedades en los Estados Unidos y la planta de Canadá y México, dando origen a Dixon Ticonderoga Company, así el

nombre de la compañía en México cambió a Dixon Ticonderoga de México, S.A. de C.V.

El nombre de *Ticonderoga* proviene del dialecto indo americano *Iroquois* y significa entre dos grandes aguas. También es el nombre de un antiguo fuerte en el Estado de Nueva York, EUA, donde se libró una histórica batalla en 1775. En este lugar se construyó una de las primeras fábricas de The Joseph Dixon Crucible Company.

En 1994 Dixon lanza al mercado de valores el 49% de su capital aprovechando con esto la confianza de los inversionistas en México.

En diciembre de 1997 Dixon adquiere Vinci de México, y bajo el lema - Dixon - Vinci "Nos hacemos más útiles" - se aprovechan las sinergias que había en ambas capitalizando la experiencia y buscando nuevas oportunidades para ampliar sus mercados.

Durante el año 2000 se reubican en México las plantas de Marcadores de Tinta que funcionaba en Deer Lake, Pensilvania y la de Gises que se encontraba en Sandusky, Ohio.

Para el año 2001 se concluye la segunda etapa de la integración productiva en México contemplada dentro del Plan Estratégico 1997-2005 y la Producción, Distribución, Oficinas Comerciales y Administrativas se consolidan dentro de las mismas instalaciones.

En el año 2002 se inicia el traslado de Sandusky Ohio a México de la planta de crayones industriales y escolares así como el área productiva llamada Kroma, en la cual se producen todo tipo de pinturas temperas así como acuarelas semihúmedas.

1.2 Departamento de plastilinas

Uno de los diversos artículos que fabrica la empresa es la plastilina. En el Departamento de Plastilinas se trabajan 2 turnos de 7:40 hrs. cada uno, de lunes a viernes. El Departamento esta ubicado en un área de 43.64 [m²]. ¹

1.2.1 Equipo

Básicamente el equipo para la producción de plastilina consiste en:

- Biombo
- Molinos de martillo
- Marmitas
- Fundidoras de cera
- Camas de enfriamiento
- Extrusoras

1.3 Plastilina

La plastilina es un recurso que además de ofrecer diversión a quienes la tienen en sus manos, ocupa un lugar muy importante en el desarrollo motor y educativo de los niños.

No existe una fecha exacta o un autor determinado a quién atribuirle este invento, aunque todas las señales y primeros indicios apuntan al creador del Play-Doh, masa colorida y no tóxica que en un principio se concibió como limpiador de paredes, pero que debido a su textura y maleabilidad, encontró la preferencia de los niños como un juguete.

Su creador, Joe McVicker la patentó como un juguete antes de cumplir los 27 años de edad.

También su relación es estrecha con la arcilla de polímero, empleada para la elaboración de joyas y modelado de muñecas desde mediados de los sesenta.

¹ Ver Fig. 1.1 Lay Out

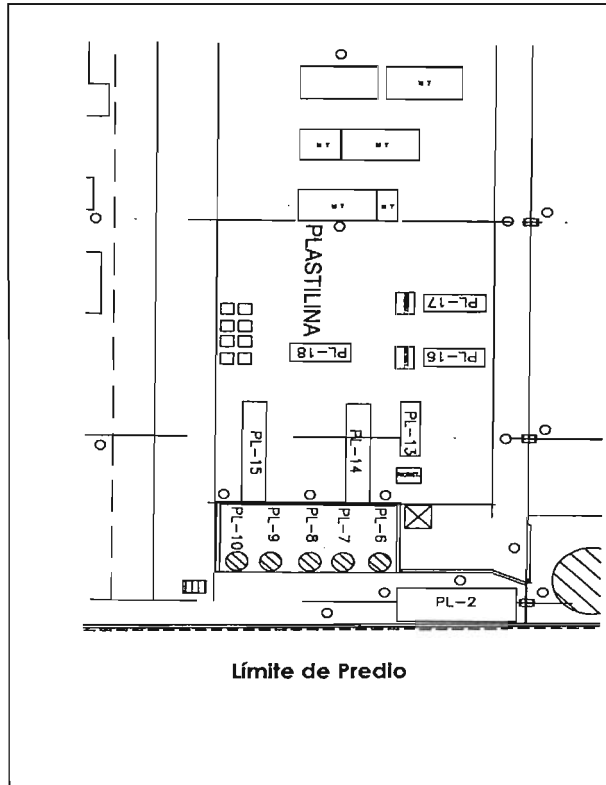


Fig 1.1 Lay Out. Departamento de Plastilina

1.4 Usos y beneficios de la plastilina

En el mundo educativo actual, cada vez son más las herramientas que surgen para aumentar la calidad en el aprendizaje y desarrollo infantil.

La plastilina es un recurso que se ha empleado desde sus inicios como un motivador para la creatividad, el desarrollo psicomotor y hasta como parte de terapias en la que los niños la emplean para darle forma a algunos objetos que ellos no tienen tal vez todavía la capacidad de describir verbalmente.

También es una forma divertida de aprender los colores, aprender a diferenciarlos y mezclarlos.

Si se dividen en varios pedazos, son una buena ayuda para enseñar a contar y dar nociones sobre los tamaños.

En fin, las opciones son muchas, y también en el caso de los adultos, muchos la utilizan como un medio de expresión artística.

1.5 Características de la plastilina

Las características que debe cumplir la plastilina son las siguientes:

- Firme consistencia
- No aceitosa
- Fácil de moldear, suave
- Variedad de colores
- Fórmulas que permitan que los colores se mezclen entre sí
- No ensucie manos ni ropa; lavable
- No tóxica
- Homogénea
- Maleable
- Agradable olor
- Colores firmes y brillantes

1.6 Materia primas para la elaboración de plastilina

Las Materias Primas Básicas para la elaboración de plastilina son las siguientes:

- Parafina Slack
- Parafina Ámbar
- Carbonato de Calcio CaCO_3
- Cera de Abeja
- Aroma de Cera
- Pigmentos

1.7 Proceso de transformación empleado para la producción de plastilina

Primeramente la materia prima es preparada, después es mezclada y posteriormente es sometida a una etapa de enfriamiento y endurecimiento. Una vez enfriada y endurecida íntegramente, y (de nuevo calentada en Parrillas), la masa es extruida para darle su forma final.

1.7.1 Definición de proceso de extrusión

Es un proceso continuo, en el que la masa de plastilina fluye a través de un husillo y posteriormente pasa por un dado que le proporciona una forma definida.

La ventaja que proporciona este método es la flexibilidad de cambios para distintas formas sin necesidad de hacer inversiones mayores.

1.7.2 Descripción del proceso de extrusión

Dentro del proceso de extrusión, se deben identificar todas las partes del equipo, con el fin de aprender sus funciones principales, saber sus características en el caso de elegir un equipo y detectar en dónde se puede generar un problema en el momento de la operación.

La extrusión es un proceso versátil y de amplia aplicación.

Básicamente, una máquina de extrusión de plastilina consta de un eje metálico central con álabes helicoidales llamado husillo o tornillo sin fin; instalado dentro de un cilindro metálico revestido con una camisa, donde circula agua que sirve para terminar de enfriar la masa de plastilina.

En un extremo del cilindro se encuentra un orificio de entrada para la materia prima, donde se instala una tolva de alimentación; generalmente en forma rectangular. En ese mismo extremo se encuentra el sistema de accionamiento del husillo, compuesto por un motor y un sistema de

reducción de velocidad. En el otro extremo del husillo se ubica la salida del material extruído y el dado que da forma a la barra de plastilina.

1.7.3 Descripción del equipo de extrusión

1.7.3.1 Tolva

La tolva es el depósito de materia prima en donde se colocan los materiales para la alimentación continua del extrusor.

Debe tener dimensiones adecuadas para ser completamente funcional; los diseños mal planeados, principalmente en los ángulos de bajada del material, pueden provocar estancamientos de material y paros en la producción. La extrusora es alimentada directamente con las barras de plastilina por el operador.

1.7.3.2 Barril o cañón

Es un cilindro metálico que aloja al husillo y constituye el cuerpo principal de una máquina de extrusión. El barril debe tener una compatibilidad y resistencia al material que esté procesando, es decir, ser de un metal con la dureza necesaria para reducir al mínimo cualquier desgaste.

La dureza del cañón se consigue utilizando aceros de diferentes tipos, y cuando es necesario, se aplican métodos de endurecimiento superficial de las paredes internas del cañón, que son las que están expuestas a los efectos de la abrasión y la corrosión durante la operación del equipo.

El cañón de la extrusora de plastilina va complementado con un sistema de enfriamiento por donde circula el agua.

1.7.3.3 Husillo o tornillo sin fin

El husillo ha evolucionado ampliamente, hasta el grado de convertirse en la parte que contiene la mayor tecnología dentro de una máquina de extrusión. El husillo gira a 55 [rpm] y utiliza un motor de 5 [hp].

a) Álabes

Los álabes que recorren el husillo de un extremo a otro, son los verdaderos impulsores del material a través del extrusor. Las dimensiones y formas que estos tengan, determinará la calidad de la mezcla de la masa de plastilina al salir del equipo.

- **Profundidad del álabe en la zona de alimentación**

Es la distancia entre el extremo del álabe y la parte central o raíz del husillo. En esta parte los álabes son muy pronunciados, con el objeto de transportar una gran cantidad de material al interior del extrusor.

- **Profundidad del álabe en la zona de descarga o dosificación**

En la mayoría de los casos, es mucho menor a la profundidad del álabe de la zona de alimentación. Esto tiene como finalidad la reducción del volumen del material que es transportado, ejerciendo una compresión sobre el material.

- **Relación de compresión**

La relación entre la profundidad del álabe en la alimentación y la profundidad del álabe en la descarga, se denomina relación de compresión. En general, el resultado de este cociente es siempre mayor a uno y puede llegar incluso hasta 4.5 en ciertos materiales.

b) Longitud del Husillo

Este parámetro tiene una gran importancia ya que influye directamente en el desempeño productivo de la máquina.

El husillo o tornillo sin fin en la extrusora de plastilina mide 4" x 19.68" (10.16 cm x 50 cm).

Funcionalmente, al aumentar la longitud del husillo y consecuentemente la del extrusor, también aumenta la producción y la capacidad de la máquina. Esto significa, por ejemplo, que operando dos extrusores en las mismas condiciones de [rpm] y temperatura, donde sólo varíe la longitud del husillo, es posible que el extrusor de menor longitud no tenga la capacidad de extruir todo el material después de recorrer todo el extrusor, mientras que el extrusor de mayor longitud ocupará la longitud adicional para continuar dosificando el material en condiciones adecuadas para que fluya en el dado.

c) Diámetro del Husillo

Esta dimensión también influye directamente en la capacidad de producción de la máquina.

A diámetros mayores, la capacidad en [kg/hr] es superior. Al ser incrementado el diámetro debe hacerlo también la longitud del husillo, ya que el aumento de producción debe ser apoyada por una mayor capacidad.

Como consecuencia de la importancia que tiene la longitud y el diámetro del equipo, y con base en la estrecha relación que guardan entre sí, se acostumbra especificar las dimensiones principales del husillo como una relación longitud/diámetro [L/D].

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Objetivo Específico

Plantear los conceptos básicos que serán útiles para el desarrollo del proyecto.

2.1 Concepto de Calidad

Calidad (del latín *Cualita*) se puede definir como un conjunto de propiedades y características de un producto, proceso (o servicio) que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.

Se puede decir que un producto (o servicio) es de calidad cuando satisface las necesidades y expectativas del usuario, en función principalmente de parámetros como:

- **Seguridad** que el producto o servicio confieren al usuario.
- **Fiabilidad** o capacidad que tiene el producto o servicio para cumplir las funciones especificadas, sin falla y por un período determinado de tiempo.
- **Servicio** o medida en que el fabricante y distribuidor responden en caso de falla del producto o servicio.

Calidad no es necesariamente lujo, complicación, tamaño, excelencia, etc., muchos productos de alta calidad son de diseños sencillos, con mínimas complicaciones.

Hoy día, el concepto de calidad puede considerarse plenamente incorporado al acervo empresarial.

La calidad es una exigencia creciente del mercado y de los usuarios. También es una necesidad de supervivencia de la empresa. Pero, por encima de todo, es lo que da sentido a la actividad económica o social de cualquier institución, empresa u organismo.

La calidad, entendida en un sentido amplio como la capacidad de satisfacer necesidades, expectativas y valores de las personas, es lo que genera auténtico bienestar en la sociedad y lo que permite que las empresas crezcan, se desarrollen y perduren en el tiempo.

2.2 Las variaciones en la manufactura

Detrás de los productos existe un proceso, que es en realidad, el que define las características de calidad del producto.

Una de las características en la manufactura, es que no es posible producir dos piezas exactamente iguales. Las variaciones pueden ser grandes o muy pequeñas. Algunas de estas variaciones serán de tal magnitud, que inmediatamente se ponen de manifiesto por medio de equipos de medición. Otras serán tan diminutas, que difícilmente serán percibidas.

De los diferentes tipos de variación entre las piezas, existen tres clasificaciones:

- Dentro de una misma pieza
- Entre piezas producidas durante un mismo periodo
- Entre las piezas producidas en diferentes periodos.

Existen diversos factores que contribuyen a cada una o a todas estas clases de variación. Entre estos pueden citarse al desgaste de herramientas, maquinaria, vibraciones, materia prima defectuosa, operadores distraídos o faltos de capacitación y a cambios de clima. La industria ha reconocido lo inevitable de estas variaciones. Por tanto ha incluido en las especificaciones, tolerancias que marcan la desviación que se pueda permitir con respecto a un estándar, en su forma, en sus dimensiones, en su color, en tamaño y en otros parámetros.

A partir del momento en que se hace necesario el uso de especificaciones, el concepto de calidad genera otra serie de definiciones que son las siguientes:

- 1) Característica de calidad o propiedad de un producto o servicio que contribuye a su adecuación al uso, por ejemplo: rendimiento, aroma, fiabilidad, apariencia.
- 2) Calidad de diseño o adecuación de las características de calidad diseñadas para los usuarios.

- 3) Calidad de conformidad o calidad de fabricación que indica la fidelidad con que un producto se ajusta a lo establecido en su proyecto.

Se obtendrán productos con calidad cuando se cumplan los tres puntos anteriores.

Es necesario que se elabore un diseño acorde a todas estas características, determinando las especificaciones en cada caso.

A partir de aquí lo que falta es fabricar el producto conforme a las especificaciones de diseño.

2.3 Control de la Calidad

El *Control de la Calidad* comprende todas las técnicas y actividades encauzadas hacia la fabricación de productos eficazmente utilizables, con seguridad de funcionamiento y duración razonable. Analiza e identifica las causas de variación en la calidad, y se apoya en la idea de que la calidad puede definirse, medirse, controlarse, y en que es resultado de un análisis formal y de acción correcta que se tome a la vista de los resultados obtenidos.

El *Control de Calidad* se ha ido convirtiendo en una organización constructiva y colaboradora de la producción.

El elemento clave en el Control de la Calidad, es la variación o desviación respecto a un resultado deseado. Por lo tanto ésta es una gran herramienta para ser utilizada en la industria ya que en todo producto manufacturado, aunque aparentemente se empleen siempre los mismos procedimientos, se producen variaciones y diferencias en la calidad.

Cuando se considera que una variación es normal, no es necesario tomar ninguna acción, pues investigar las causas y efectuar cambios, resultaría

costoso; pero cuando esta variación se considera excesiva, es necesario tomar alguna acción, pues permitiría resultaría al final mucho más costoso.

Cuando la calidad se obtenga como consecuencia de que todas las partes que están en el proceso se empeñen en obtener calidad, en realizar constantemente lo óptimo posible, se puede decir que no se requiere de un control de calidad, pues el fabricar calidad sería un proceso natural.

Lo anterior es una situación ideal, pues aunque todas las empresas intenten alcanzar lo óptimo, habrá algunos que no lo consigan a la primera, haciendo imprescindible el control de calidad como primera etapa.

Esta etapa se caracteriza por la realización de inspecciones y ensayos para comprobar si una determinada materia prima, un semiterminado o un producto terminado, cumple con las especificaciones establecidas previamente.

2.4 Concepto de Control de Calidad

Es el proceso de regulación a través del cual se puede medir la calidad real, compararla con las normas o las especificaciones y actuar sobre la diferencia.²

Significados de control de calidad:

1. Una parte del proceso de regulación. Por ejemplo: **la inspección del producto.**
2. Históricamente, el nombre de un Departamento que se dedica a tiempo completo a la Función de la Calidad.
3. Las herramientas, conocimientos prácticos o técnicas por medio de las cuáles se desarrollan algunas o todas las funciones.

² J.M Juran

2.5 Control Estadístico de la Calidad

El control estadístico de la calidad es la parte del Control de Calidad que utiliza técnicas estadísticas.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la enorme producción en masa obligó al surgimiento del *Control Estadístico de la Calidad*. Esta fase fue una extensión de la inspección, a los inspectores se les proveyó de herramientas estadísticas, tales como muestreo y gráficas de control. La contribución de mayor importancia del control estadístico fue la introducción de la inspección por muestreo, en lugar de la inspección al 100%.

El objetivo del *Control Estadístico de la Calidad*, es establecer rutinas y procedimientos de inspección normalizados apoyados en métodos estadísticos, que permitan resolver los problemas de control de calidad. La llegada de los métodos estadísticos, hizo nacer la idea de prevenir los resultados.

Otro objetivo primordial del Control Estadístico de la Calidad, es determinar cuando deja de ser normal una variación.

Su aplicación a la Inspección y los perfeccionamientos de sus técnicas, han permitido obtener los siguientes resultados:

- a) Una Inspección efectiva, eficiente y económica
- b) Uniformidad de acción
- c) Control de defectos de fabricación
- d) Reducción de gastos en arreglos y piezas estropeadas
- e) Determinación y aislamiento de las causas de los defectos de producción
- f) Normas para tomar decisiones al evitar defectos y eliminación de los riesgos de error
- g) Consecución de la calidad exigida con arreglo a las normas y especificaciones previamente establecidas
- h) Seguridad funcional del producto

Los métodos y técnicas empleadas en el *Control Estadístico de la Calidad*, se apoyan principalmente en el cálculo de probabilidades.

Una importante distribución continua de probabilidad es la *distribución normal*, este es un modelo matemático que rige muchos fenómenos. La experiencia demuestra que las distribuciones de la mayoría de las muestras tomadas en el campo de la industria se aproximan a la distribución normal si el tamaño de la muestra es grande. Esta distribución se representa mediante la curva simétrica *Campana de Gauss* Fig. 2.1

Esta distribución nos da la probabilidad de que al elegir un valor, éste tenga una medida contenida en unos intervalos definidos. Esto permitirá predecir de forma aproximada, el comportamiento futuro de un proceso, conociendo los datos del presente.

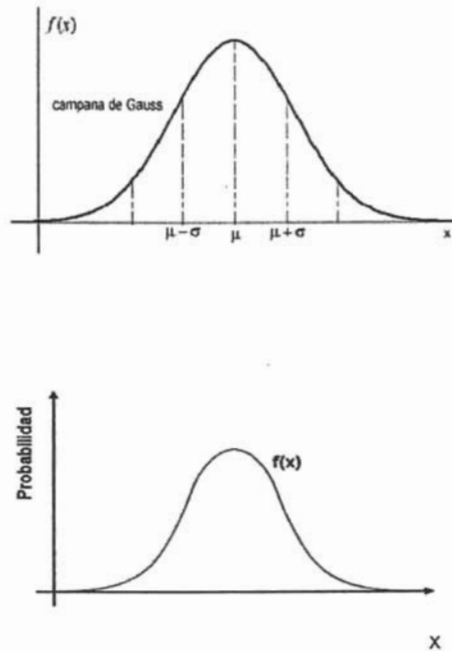


Figura 2.1 Campana de Gauss

2.6 Procedimientos establecidos en el Control Estadístico de la Calidad

Los diferentes procedimientos empleados en el control estadístico de la calidad se apoyan en los siguientes principios:

1. En todo proceso de manufactura existe siempre un sistema estable de causa de variación
2. La calidad de un producto manufacturado está sometida siempre a variaciones producidas por factores diversos, siendo los más importantes:
 - i. La naturaleza del material
 - ii. Máquina, Herramienta
 - iii. Operario
 - iv. Proceso
3. Estas variaciones siguen normas invariables, mientras no se cambie ninguno de los factores citados anteriormente.
4. Una variación que se aparte de estas normas, indica un cambio en uno de dichos factores. Este cambio puede ser encontrado y corregido.

Para el estudio y determinación de los procedimientos a seguir es necesario tener en cuenta que las causas de error o variaciones en el proceso, pueden ser de dos tipos:

- a) **Causas aleatorias**³ o debidas al azar, también llamadas accidentales o comunes; son inherentes al proceso. Difícilmente se pueden controlar o eliminar.
- b) **Causas asignables**⁴ o explicables, también llamadas, especiales o atribuibles. Estas son las que si se pueden controlar y eliminar. Se deben por ejemplo al factor humano, a la temperatura, la materia prima, maquinaria, etc. Causan variaciones excesivas.

³ Se utilizará el término: aleatoria

⁴ Se utilizará el término: asignable

2.6.1 Causas aleatorias

Las causas debidas al azar son imputables a las variaciones naturales de los procesos de manufactura. Por ejemplo a la colocación de una pieza en la máquina, aun siendo correcta, y otra serie de factores que resultan difíciles de predecir y controlar.

En toda fabricación se cuenta frecuentemente con estas causas de error, generalmente difíciles de eliminar.

Idealmente, sólo deben estar presentes las causas aleatorias en un proceso porque presentan un proceso estable y predecible que tiene un mínimo de variación.

2.6.2 Causas asignables

Se dice que un proceso que opera sin causas asignables de variación se encuentra *en estado de control estadístico*.

Conocer el significado de las causas asignables es esencial para entender el concepto de la gráfica de control.

2.7 Técnicas estadísticas para el control de la calidad

Las técnicas estadísticas usadas por parte del control de la calidad se pueden reunir en tres grandes grupos:

- I. Muestreo de aceptación
- II. Diagramas de distribución de frecuencias
- III. Diagramas de control

Para poder estudiar éstas técnicas básicas de la estadística aplicada al control de la calidad, se debe primeramente definir las características de calidad, las cuales se entienden como todas aquellas propiedades físicas o

químicas que influyen o determinan el buen funcionamiento del producto a fin de que satisfaga la necesidad para la que fue creado.

Estas características de calidad son de dos tipos, las cuales se denominan: *Variables y Atributos*.

a) Variables

Cuando se lleva registro sobre la medida real de una característica de calidad, y esta puede ser comparada contra un patrón o escala, se dice que está expresada por variables.

b) Atributos

Cuando el registro muestra solamente el número de artículos que están conformes y el número de artículos que dejan de cumplir con esta característica, se dice que es un registro por atributos. En este caso sólo existen dos respuestas posibles, el artículo posee o no el atributo que se busca.

2.7.1 Gráficas de Control

Las gráficas de control sirven para la detección de causas potenciales de defectos, antes de que se originen los rechazos. Constituyen uno de los métodos más importantes que se emplean para el control del producto.

También son una herramienta estadística que detecta la variabilidad, consistencia, control y mejora de un proceso.

Las gráficas de control se usan como una forma de observar, detectar y prevenir el comportamiento del proceso a través de sus pasos vitales. Así mismo nos muestran datos en una forma estática.

Siempre es necesario saber sobre los cambios en los procesos de producción, la naturaleza de estos cambios en determinado período de

tiempo y en forma dinámica; es por esto que las gráficas de control son ampliamente probadas en la práctica.

Una gráfica de control se inicia con las mediciones considerando, sin embargo, que las mediciones dependen tanto de los instrumentos, como de las personas que miden y de las circunstancias del medio ambiente, es conveniente anotar en las gráficas de control observaciones tales como cambio de turno, temperatura del medio ambiente.

El objetivo primordial de una gráfica de control es detectar las causas asignables de la variación de un proceso mediante el análisis de los datos, tanto pasados como futuros.

Una gráfica de control es una comparación gráfica de los datos de desempeño del proceso con los límites de control estadístico.

La gráfica de control hace una distinción entre las causas aleatorias y las asignables de variación a través de la elección de los límites de control. Estos se calculan usando las leyes de probabilidad de manera tal que se pueda decir que esas causas altamente improbables de variación se deben no a causas aleatorias sino a causas asignables.

Cuando la variación excede los límites de control estadístico, se tiene una señal de que alguna causa asignable ha entrado en el proceso y ésta debe investigarse para identificar estas causas de variación excesiva.

La variación dentro de los límites de control significa que sólo están presentes causas aleatorias; la cantidad de variación se ha estabilizado, y deben evitarse los ajustes menores del proceso.

Una gráfica de control detecta la presencia de una causa asignable pero no encuentra la causa.

Un proceso bajo control estadístico opera con menos variabilidad que un proceso con causas asignables.

Saber que el proceso está bajo control estadístico es una ayuda para los trabajadores que lo operan. Ya que cuando los datos caen dentro de los límites de control estadístico no se deben hacer ajustes.

2.7.1.1 Tipos de gráfica y características principales

Para construir una gráfica de control, es importante distinguir el tipo de datos a graficar, ya que éstos pueden ser: variables o atributos.

Para la utilización de las gráficas se requiere un procedimiento específico:

- Decidir la gráfica de control a emplear.
- Construir gráficas de control para el control estadístico del proceso.
- Controlar el proceso, si aparece una anomalía sobre la gráfica de control, investigar inmediatamente las causas y tomar acciones apropiadas.

2.7.1.2 Gráfica $\bar{X}R$

Una gráfica de control $\bar{X}R$, en realidad son dos gráficas en una. Una representa los promedios de las muestras de la (gráfica \bar{X}) y la otra representa los rangos (gráfica R), deben construirse juntas, ya que la gráfica \bar{X} , nos muestra cualquier cambio en la media del proceso (controla la calidad) y la gráfica R nos muestra cualquier cambio en la dispersión del proceso (controla la variación de la calidad); es decir nos indican si nuestro proceso es constante o no. Para determinar las \bar{X} y R de las muestras, se utilizan los mismos datos.

El uso particular de la gráfica $\bar{X}R$ es que nos muestra los cambios en el valor medio y en la dispersión del proceso al mismo tiempo, además es una herramienta efectiva para verificar anomalías en un proceso, dinámicamente.

La gráfica $\bar{X}R$ se utiliza cuando la característica puede medirse (variable), ya sea por ejemplo una longitud, un peso, una resistencia, etc., de manera

que la cifra obtenida sea una medida de la aproximación de la calidad del producto a la calidad deseada.

La gráfica de control $\bar{X}R$ es especialmente adecuada para operaciones de fabricación continua.

La gráfica $\bar{X}R$ permite determinar:

1. Si el proceso y los procedimientos están firmemente y adecuadamente establecidos.
2. Determina cual es la calidad media del producto y
3. Cuanto y como varía la calidad media del producto.

El proceso general a seguir para la construcción de las gráfica $\bar{X}R$ es el siguiente:

1. Antes de realizar la gráfica, es necesario seleccionar la característica, dimensión o variable que ha de ser sometida a control.
2. Una vez elegida la característica, es muy importante determinar el dispositivo que va a utilizarse para medir. También estos dispositivos deben estar debidamente inspeccionados; esto es muy importante, porque el rendimiento de la gráfica sólo se consigue cuando se apoya en datos exactos.
3. Se decide el tamaño de la muestra, que designaremos con la letra n . El tamaño de muestra debe ser superior a dos, siendo el de tamaño 5 el que facilita los cálculos de las medias.
4. Se toma una muestra compuesta por n unidades de la máquina o centro de trabajo. Se mide la característica considerada y se anotan los resultados.
5. Se obtiene el valor medio \bar{X} de las medidas de cada muestra.

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n_i}$$

6. Se determina el margen de variación R de las 5 medidas para lo cual basta restar la medida más pequeña de la mayor.
7. Se repiten los pasos 4, 5, y 6 en un total de más de 25 muestras. Se habrán obtenido así 25 valores medios de \bar{X} ($\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots$) y otros 25 de R (R_1, R_2, \dots).
8. Se determina el valor medio de todos los valores medios que podemos llamar promedio $\bar{\bar{X}}$.
9. Se determina el valor medio \bar{R} (rango promedio) de todas las variaciones R .
10. Se seleccionan en la tabla adjunta⁵ los valores A_2 , D_3 y D_4 correspondientes al valor de n .

⁵ El cálculo de las mediciones de tendencia central y dispersión para las diferentes gráficas de control están auxiliadas por el uso de constantes que se han desarrollado para estos cálculos. Estos factores se encuentran enlistados en la tabla 2.1, en las que se dan constantes para calcular los límites de control, estas constantes dependen del tamaño de la muestra.

| n | A ₂ | D ₃ | D ₄ | d ₂ |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2 | 1.88 | 0 | 3.27 | 1.128 |
| 3 | 1.02 | 0 | 2.57 | 1.693 |
| 4 | 0.73 | 0 | 2.28 | 2.059 |
| 5 | 0.58 | 0 | 2.11 | 2.326 |
| 6 | 0.48 | 0 | 2.00 | 2.534 |
| 7 | 0.42 | 0.08 | 1.92 | 2.704 |
| 8 | 0.37 | 0.14 | 1.86 | 2.847 |
| 9 | 0.34 | 0.18 | 1.82 | 2.970 |
| 10 | 0.31 | 0.22 | 1.78 | 3.078 |

Tabla 2.1 Tabla de factores de conversión para los límites de control de la gráfica \bar{X} R.

11. Se calculan los límites de control superior o inferior del promedio \bar{X} utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{LSC } \bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{LIC } \bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

12. Se calculan los límites de control superior e inferior de desviaciones R, por medio de las ecuaciones:

$$\text{LSC R} = D_4 \bar{R}$$

$$\text{LIC R} = D_3 \bar{R}$$

13. Se anotan los resultados en la gráfica.
14. Los valores de \bar{X} y R que aparezcan fuera de los límites de control, indicarán, causas asignables de variación, es decir, fuera de control, las cuales deben ser analizadas, identificadas y eliminadas por el

personal indicado. La falta de control quedará indicada no solamente por los puntos fuera de los límites, sino por puntos repetidos muy próximos a los límites.

15. Una gráfica $\bar{X}R$ en que la operación se mantiene en control, se interpreta del siguiente modo:

- 1) La operación está planteada correctamente.
- 2) La calidad del producto puede medirse por la medida \bar{X}
- 3) La variación (desviación standard) del producto se calcula por la razón

$$s = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

2.7.1.3 Límites de control en la gráfica $\bar{X}R$

El proceso para el cálculo de los límites de control, en las gráficas por variables, es similar al aplicado para los límites de proceso en las distribuciones de frecuencias, los límites de 3-sigma.

Se han elegido los límites de 3-sigma, porque la experiencia a demostrado es el más útil y económico para la aplicación de los límites de control, puesto que la mayor parte de los valores se encuentran dentro de ese rango (99.73%).

2.7.1.4 Ventajas de la gráfica de control $\bar{X}R$

- Permite distinguir entre causas aleatorias y asignables de variación de los procesos, como guía de actuación de la dirección.
- La gráfica de control $\bar{X}R$ es útil para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas.

- Ayuda a la mejora del proceso, haciendo que se comporte de manera uniforme y previsible para una mayor calidad, menor costo y mayor eficacia.
- Proporciona un lenguaje común para el análisis del rendimiento del proceso.

2.7.2 Muestreo de aceptación

El muestreo de aceptación establece el método a seguir para llevar a cabo la inspección por muestreo de los productos que entran a un proceso productivo y los criterios de aceptación o rechazo en que descansa la decisión de aceptar o no un producto o servicio. Un plan de muestreo de aceptación debe contener el tamaño muestral y los criterios de aceptación o rechazo. Hay tres aspectos importantes en el muestreo de aceptación.

1. El propósito del muestreo de aceptación es juzgar los lotes, no estimar su calidad.
2. Los planes de muestreo de aceptación no proporcionan alguna forma directa de control de calidad. Los procesos de control se usan para vigilar y mejorar sistemáticamente la calidad, pero esto no sucede con el muestreo de aceptación.
3. El uso más eficiente del muestreo de aceptación no es suministrar calidad al producto mediante la inspección, sino más bien sirve como una herramienta de verificación con el fin de asegurar que la producción o salida de un proceso este conforme con los requisitos.

El muestreo de aceptación es muy útil en las siguientes situaciones:

1. Cuando la prueba es destructiva.
2. Cuando es muy alto el costo de una inspección al 100%
3. Cuando una inspección al 100% no es tecnológicamente factible o cuando se necesita tanto tiempo que el proceso productivo se vería afectado seriamente.
4. Cuando hay que inspeccionar muchos artículos, y la tasa de errores de inspección es suficientemente alta para que una inspección al

100% pudiera dejar pasar un mayor porcentaje de artículos defectuosos que en el caso de un plan de muestreo.

5. Cuando el proveedor tiene un excelente historial de calidad y se desea alguna reducción en la inspección al 100%, pero la relación de capacidad del proceso de aquél es lo bastante baja para que la no inspección sea una alternativa satisfactoria.
6. Cuando existen riesgos potencialmente serios respecto a la responsabilidad legal del producto, y aunque es satisfactorio el proceso del proveedor, se necesita disponer de un programa de vigilancia continua.

2.7.2.1 Ventajas y desventajas del muestreo de aceptación

Cuando se compara el muestreo de aceptación con una inspección al 100%, el primero tiene las ventajas siguientes:

1. Por lo general es menos costoso
2. Hay un menor manejo del producto y por lo tanto se reducen los daños.
3. Puede aplicarse en el caso de pruebas destructivas
4. Hay menos personal implicado.
5. A menudo reduce notablemente la cantidad de errores de inspección.
6. El rechazo de lotes completos, en vez de la simple devolución de artículos defectuosos, constituye una motivación más fuerte para que el producto mejore su calidad.

El muestreo de aceptación, sin embargo, tiene también las siguientes desventajas:

1. Existe el riesgo de aceptar lotes malos y rechazar lotes buenos.
2. Se genera normalmente menos información sobre el producto o el proceso de fabricación del producto.

3. El muestreo de aceptación necesita planeación y documentación del procedimiento de muestreo, mientras que la inspección al 100% no la requiere.

2.7.2.2 Muestreo de aceptación por atributos: Normas Military Standard 105D

Los procedimientos militares estándares de muestreo para inspección por atributos se crearon durante la II Guerra Mundial. Estos fueron utilizados por EE.UU., Canadá y Gran Bretaña, experimentaron diversos cambios al paso del tiempo, tanto en contenido como en nombre. En 1963 fue publicada la Norma Military Standard 105D (MLT. STD 105D), en un esfuerzo por establecer un patrón común para los tres países. En 1971 fue adoptada por el American National Standards Institute como ANSI Standard Z1.4, y en 1973, fue adoptada por la Internacional Organization for Standarization como ISO 2859.

En la MLT. STD 105D el término *defecto* se utiliza en el sentido amplio de una disconformidad con las especificaciones, el término *unidad defectuosa* designa a una unidad disconforme.

El punto básico de MLT. STD 105D es el nivel de calidad aceptable NCA (AQL, por sus siglas en inglés: *Acceptable Quality Level*). Este debe ser acordado entre la empresa y el proveedor.

La Mil. Std. 105D, no muestra inmediatamente el tamaño de la muestra, sino que suministra inicialmente una letra código para el tamaño.⁶

El proceso para la utilización de la Norma Mil. Std. 105D puede resumirse como sigue:

1. Decisión del NCA (AQL).
2. Decisión del nivel de inspección.
3. Determinación del tamaño de lote.
4. Consultar la tabla para encontrar la letra código correspondiente al tamaño de la muestra.

⁶ Ver Capítulo 5

5. Decisión en cuanto al procedimiento de muestreo a utilizar
6. Uso de tabla para encontrar el proceso

2.7.2.3 Tipos de planes de muestreo

La norma ofrece tres tipos de plan de muestreo:

- Plan de muestreo simple o sencillo
- Plan de muestreo doble
- Plan de muestreo múltiple

La selección entre uno y otro se hace generalmente sobre la conveniencia administrativa.

Plan de muestreo simple o sencillo

Es un procedimiento en el que se toma una muestra aleatoria de n unidades del lote para su apreciación y se determina el destino del lote con base a la información contenida en la muestra. Por ejemplo, un plan de muestreo simple por atributos consistiría en una muestra de tamaño n y un número de aceptación A_c .

El método funcionaría de la siguiente manera:

1. Seleccionar aleatoriamente una muestra representativa del lote de tamaño n .
2. Llevar a cabo las mediciones e inspecciones de las características críticas de cada artículo de la muestra y registrar los resultados.
3. Si existen A_c o menos artículos defectuosos en la muestra, se acepta el lote, de lo contrario se rechaza el lote.

Plan de muestro doble

Un plan de muestreo doble es un proceso más complicado. Después de una muestra inicial se toma una decisión basada en la información de esta muestra para:

- 1) Aceptar el lote
- 2) Rechazarlo; o
- 3) Tomar una segunda muestra.

Si se toma esta última, se combina la información de ambas muestras para decidir sobre la aceptación o el rechazo del lote.

Plan de muestreo múltiple

Un plan de muestreo múltiple es la extensión del concepto de muestreo doble, en el que pueden necesitarse más de dos muestras para llegar a una decisión acerca de la suerte del lote.

2.7.2.4 Rigor en la inspección

En la norma MLT. STD 105D existen tres diferentes niveles de severidad para efectuar la inspección los cuales son:

- Nivel II normal
- Nivel I reducida
- Nivel III rigurosa o severa.

Este grado de rigor estriba en los tamaños de muestras utilizadas, a mayor rigor un mayor número de muestras. Los criterios para su aplicación dependen de la confianza que el proveedor vaya generando. La norma ANSI A1.9 (1980) indica el procedimiento para cambiar entre cada uno de los tipos de inspección.

Inspección normal

Al iniciar la inspección para algún proveedor, con el cual no se tiene experiencia previa siempre se inicia con este tipo de inspección.

Se puede cambiar a una inspección reducida, si después de llevar un historial se dan las siguientes situaciones en forma simultánea que:

- a) La producción sea fija,
- b) que se tenga un antecedente de 10 lotes consecutivos precedentes aceptados y
- c) además exista la aprobación de una autoridad competente.

Por el contrario si dos de cinco lotes consecutivos han sido rechazados, se modifica la inspección a una inspección rigurosa.

Inspección reducida

Si estando en una inspección reducida se presenta que:

- a) Existen lotes rechazados o
- b) La producción del proveedor es irregular, se regresa a la inspección normal.

Inspección rigurosa o severa

Si estando en inspección severa cinco lotes consecutivos son aceptados, esto autorizaría volver a la inspección normal.

Se observa que este cambio de una inspección más estricta a la normal y viceversa, se refiere a un proveedor en particular, y es independiente a los niveles de inspección originalmente adoptados, los cuales se refieren al tipo de producto y no al proveedor.

La decisión acerca de cuál nivel de inspección se usará, se basa en el tipo de producto que se trate. El nivel de inspección se adopta al iniciar el programa de muestreo.

.2.8 Inspección

Hasta finales del siglo XIX las empresas eran muy distintas de lo que son ahora.

La inspección era la única función que el departamento de calidad de las empresas efectuaba antaño. La función de inspección se entiende

exclusivamente como una simple comparación de características de un producto o servicio contra un patrón o norma, y como resultado de ello sólo se logra la separación de artículos en categorías, las cuales pueden ser:

- a) Artículos dentro de las especificaciones
- b) Artículos por arriba de las especificaciones
- c) Artículos fuera de especificaciones:
 - Susceptibles de Reproceso
 - Desperdicio o Material Defectuoso

La inspección como tal no agrega valor a la calidad ya que no modifica en lo absoluto la realización del producto, sólo cuando por motivo de ésta inspección se toman medidas que modifiquen el proceso y corrijan los errores, se justifican los trabajos de ésta, y aún así esto no evita que se produzcan artículos defectuosos.

Inicialmente la inspección era colocada al final de la línea de producción, con el propósito de garantizar que el artículo suministrado a los clientes fuera de calidad, esto es, que cumpliera con las especificaciones de diseño.

Se observó que durante el proceso se seguían invirtiendo recursos en artículos que de inicio no contaban con materia prima que reuniera las características deseadas. Este problema fue solucionado colocando a un inspector de recibo de materia prima, pero la misma situación surgió a lo largo del proceso, lo que derivó en colocar inspectores a lo largo del proceso para que en caso de detectar errores, éste artículo fuera retirado de la línea de producción evitando que se le siguiera agregando valor a un artículo defectuoso. El resultado fue una inspección excesiva, que lo único que ocasionaba era un incremento sustancial en los costos.

En cambio la tendencia actual es la de darle la responsabilidad de la inspección del artículo manufacturado, al propio operador y no a una tercera persona, esto llevó a generar el concepto de *clientes internos*, surgió entonces un enfoque de cliente proveedor para cada etapa del proceso; lo que en pocas palabras dice que cada operario debe ser responsable de su

trabajo, debe exigir y quedar satisfecho del trabajo y/o materia prima que recibe, y a su vez jugar el papel de proveedor y dejar satisfecha a la siguiente persona en el proceso (cliente).

En lo que al proveedor externo se refiere, se da un enfoque de control extramuros en donde se asegura que el proveedor es capaz de dar el producto en el tiempo y con las características deseadas, esto se contempla en un desarrollo de proveedores confiables con lo que se elimina la inspección de recibo de materiales.

2.8.1 Terminología de Inspección

Por lo general, inspección y pruebas incluyen la medición de la producción y la comparación con los requerimientos específicos para determinar la conformidad del producto.

La inspección se realiza por una amplia variedad de motivos, por ejemplo, hacer una distinción entre productos buenos y malos, determinar si un proceso está cambiando, calificar la calidad del producto, asegurar la información del diseño del producto, etc. Cada uno de estos propósitos tiene su influencia particular sobre la naturaleza de la inspección y sobre la forma de llevarla a cabo.

La inspección casi siempre es realizada bajo condiciones estáticas sobre artículos tales como componentes, puede variar de un sencillo examen visual a una serie de mediciones complejas.

La importancia de la inspección estriba en determinar la conformidad con un estándar.

2.8.2 Conformidad con la especificación y adecuación para el uso

De todos los propósitos de inspección, el más antiguo y de uso más extenso es la aceptación del producto; es decir, determinar si un producto conforma con el estándar y por lo tanto, si debe aceptarse.

La aceptación del producto involucra la disposición de un producto basada en su calidad. Esta disposición incluye varias decisiones importantes:

- **Conformidad:** juzgar si un producto conforma con la especificación.
- **Adecuación para el uso:** decidir si un producto no conformante es adecuado para el uso.
- **Comunicación:** decidir qué comunicar interna y externamente.

2.8.2.1 La decisión de conformidad

El trabajo se organiza de manera que los inspectores o los trabajadores de producción puedan tomar decisiones de conformidad por sí mismos. Con este fin se les entrena para conocer los productos, los estándares y los instrumentos. Una vez entrenados, se les asigna el trabajo de hacer las inspecciones y juzgar la conformidad.

Asociada con la decisión de conformidad se encuentra la disposición de conformar el producto. El inspector está autorizado para identificar el producto, *marcarlo*, como aceptable.

2.9 El Proceso de Inspección

En forma, la inspección es un proceso complejo, en el que se pueden distinguir tres etapas:

- Planeación
- Ejecución
- Control.

2.9.1 Planeación de la Inspección

En esta primera etapa se definen puntos en los que tendrá lugar la inspección. Consiste en diseñar las estaciones en las que debe llevarse a cabo la inspección. Estableciendo para cada uno las pautas o instrucciones de inspección necesarias para que el inspector sepa lo que tiene que

hacer. Incluye también la designación del personal que efectuará la inspección así como los medios necesarios.

Con frecuencia el inspector hace la planeación para las características de calidad sencillas de rutina.

2.9.1.1 Localización de las estaciones de inspección

La herramienta básica para elegir la localización de las estaciones de inspección es el Diagrama de Flujo. Las localizaciones más comunes son:

- Al recibir la Materia Prima
- Durante el proceso de fabricación
- En el producto terminado

Cada punto de inspección se señala en el diagrama; se preparan además, las instrucciones de verificación que servirán de pauta para el inspector, indicándole generalmente:

- Características a verificar
- Método de verificar
- Frecuencia
- Muestra
- Acción correctiva

La estación de inspección no necesariamente es una zona fija en la que el trabajo llega al inspector. En algunos casos el inspector va al trabajo patrullando un área grande y realizando las inspecciones en varios lugares. La estación de inspección no necesita estar localizada dentro ni cerca del área de producción.

2.9.1.2 Planeación detallada de la inspección

Para cada característica de calidad, debe determinarse el trabajo detallado que debe hacerse. Esta determinación cubre aspectos como:

El tipo de prueba que debe hacerse. Esto puede requerir una descripción detallada de pruebas de ambiente, pruebas de equipo y tolerancias asociadas para la exactitud.

- El número de unidades que debe probarse (tamaño de la muestra).
- El método para seleccionar las muestras de la prueba.
- El tipo de medición que debe hacerse (atributos, variables, otros).
- Los criterios de conformidad para las unidades, por lo general los límites de tolerancia del producto especificados.
- Los criterios de conformidad para el lote, que casi siempre consisten en el número de unidades no conformantes permitidas en la muestra.
- La disposición física que debe hacerse del producto –los lotes conformantes; los lotes no conformantes y las unidades probadas.
- Los criterios de decisión sobre el proceso, ¿debe seguir operando o debe detenerse?
- Los datos que deben registrarse, las formas que deben usarse y los informes que deben prepararse.

Esta planeación por lo general se incluye en un documento formal que debe aprobar quien hace la planeación y el supervisor de inspección.

2.9.2 Ejecución de la Inspección

La etapa de ejecución consiste en el desarrollo de la planeación en lo referente a la verificación misma del producto. El acto de verificar comprende tres aspectos básicos:

- Interpretar una especificación
- Medir el producto
- Comparar el resultado de la medición con la especificación correspondiente.

2.9.3 Control de la Inspección

La tercera etapa corresponde al control de los resultados obtenidos en la inspección para poder establecer las acciones correctivas necesarias.

2.10 Organización para el control del producto

Los individuos clave en las prácticas de control de calidad para el control mismo del producto son los hombres y mujeres quienes realmente lo producen, junto con los supervisores y jefes de área.

Se debe medir la característica de calidad en aquellos puntos del flujo del producto que sean las estaciones estratégicas para controlar el producto y el proceso.

En otras estaciones se practicará una inspección de la calidad por el personal técnico del control del proceso.

CAPÍTULO 3

PRODUCCIÓN DE PLASTILINA

Objetivo Específico

Describir el proceso de fabricación de plastilina que se utiliza en la empresa DIXON VINCI.

3.1 Planteamiento del problema

Un problema esporádico pero importante que se presenta en el área de producción de plastilina, es que al ser envasada la maqueta de plastilina, algunas de éstas son aplastada en uno de sus extremos por la máquina selladora; situación que representa: paros, selección al 100% del lote para analizar, y sobretodo reprocesos.

Para identificar la causa o causas que originan esta situación, se aplicaron técnicas enfocadas a la solución de problemas como: Entrevista y Tormenta de Ideas, seguidas de un Diagrama de Pareto, bajo las siguientes características que se muestran a continuación.

1. Participantes:

- a) Jefe de Área
- b) Supervisor
- c) Fundidor
- d) Envasador

2. La pregunta que se formuló a los participantes fue: ¿Cuáles son las principales causas por las cuales las marquetas son aplastadas por la máquina selladora?

3. Las opiniones externadas por los participantes relacionadas a las posibles causas que pueden originar el problema, se pueden enlistar y agrupar de la siguiente manera:

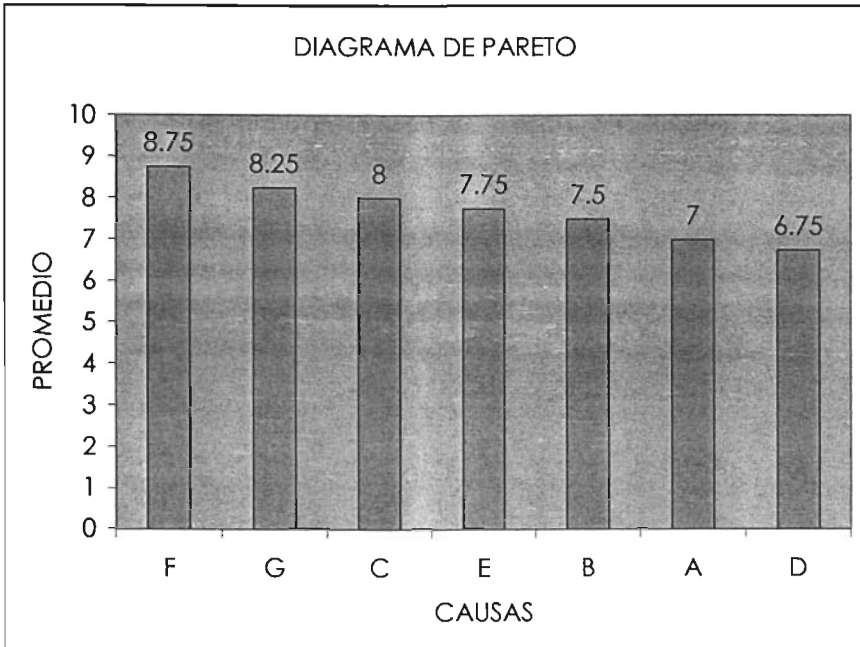
- A. Falla en la máquina por falta de mantenimiento
- B. Dimensiones fuera de especificaciones
- C. Maqueta no enfriada correctamente
- D. Falta de capacitación del personal
- E. Variación en el peso
- F. Materias primas de baja calidad
- G. Temperatura ambiente

4. Posteriormente se les pidió a los participantes que asignaran una calificación del 1 al 10 en forma ascendente según la importancia de la posible causa de esta situación que se presenta. Con esta información se generó la *tabla 3.1*, en las que se indican las causas y la calificación que asignaron los participantes a cada una de ellas.

| Causas | Participantes | | | | Prom. |
|---|---------------|---|---|---|-------|
| | a | b | c | d | |
| A. Falla máquina por falta de mantenimiento | 6 | 6 | 8 | 8 | 7.00 |
| B. Dimensiones fuera de especificaciones | 7 | 7 | 8 | 8 | 7.50 |
| C. Marqueta no enfriada correctamente | 7 | 9 | 8 | 8 | 8.00 |
| D. Falta de capacitación del personal | 9 | 8 | 5 | 5 | 6.75 |
| E. Variación en el peso | 8 | 7 | 8 | 8 | 7.75 |
| F. Materias primas de baja calidad | 9 | 9 | 9 | 8 | 8.75 |
| G. Temperatura ambiente | 8 | 8 | 9 | 8 | 8.25 |

Tabla 3.1 Causas posibles del problema

5. A partir de los resultados obtenidos y señalados en la tabla anterior es posible realizar el *Diagrama de Pareto*, el cual se muestra en la *Gráfica 3.1*



Gráfica 3.1 Diagrama de Pareto de las causas de variación en las características de la plastilina

Como se observa en el Diagrama de Pareto, la causa principal del problema que se presenta en el envasado, es la variación que se presenta en la calidad de las materias primas.

Por lo tanto, el presente trabajo de Tesis plantea el siguiente objetivo:

Diseñar un plan de inspección aplicado en la producción de plastilina que permita elaborarla con las características requeridas por las especificaciones.

3.2 Descripción del proceso

En esta parte se abordan cada una de las etapas que integran el proceso de elaboración de la plastilina; abarcando desde la recepción de materia prima hasta la extrusión de la masa de plastilina; antes de ser envasada y empacada.

Todo esto está basado en las observaciones hechas directamente en la planta, más la información proporcionada por el personal involucrado en el área. Obteniendo a partir de esto el diagrama del proceso de elaboración de plastilina, que se muestra en la *Fig. 3.1*

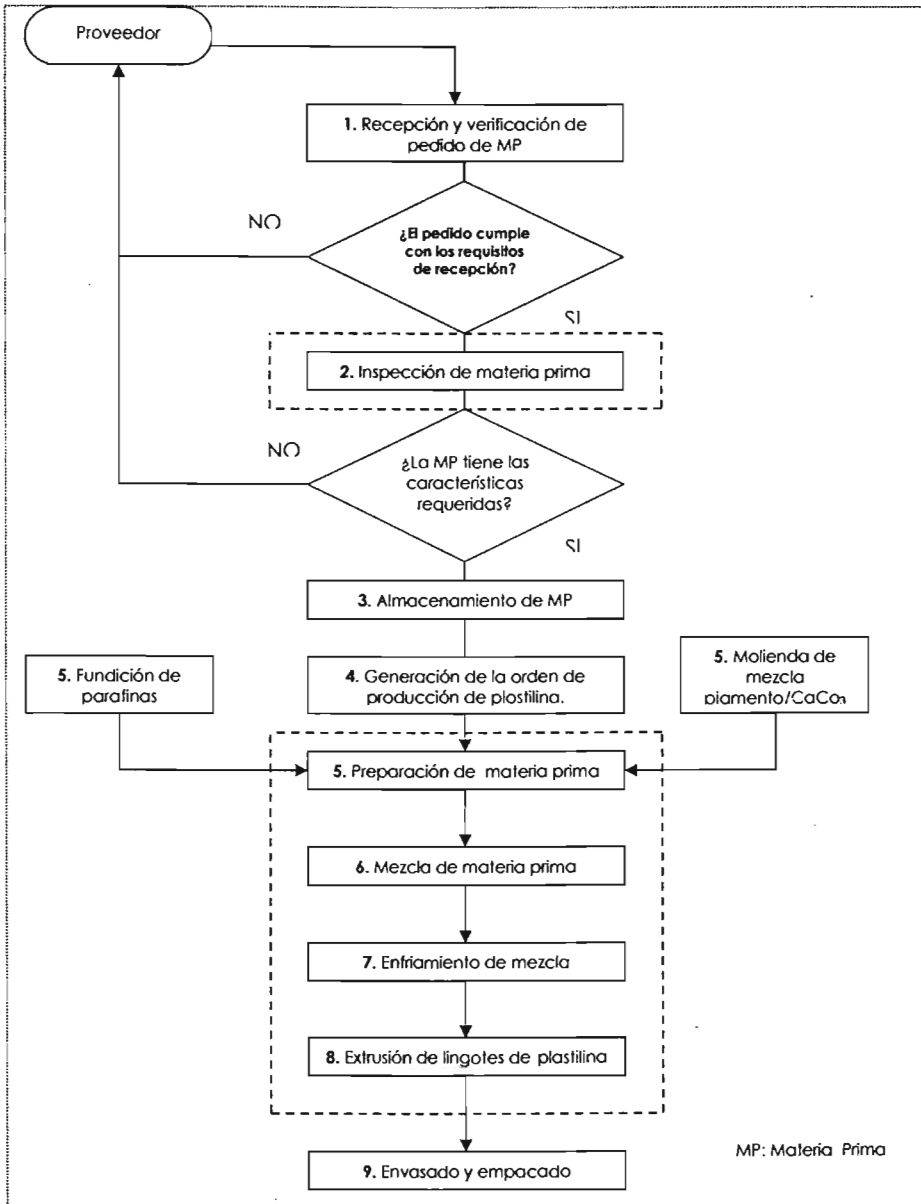


Figura 3.1 Diagrama de Proceso de la Plastilina

3.2.1 Recepción y verificación de requisición de materia prima

El proceso mismo comienza en la recepción de la materia prima, ésta es realizada por el encargado del almacén de materia prima. Al recibir el embarque, el encargado debe solicitar al proveedor la factura correspondiente y el certificado de calidad con registro de pruebas realizadas al producto que se está recibiendo.

Después de recibir dichos documentos, se verifica que la cantidad señalada sea la correcta y si el número de lote es el correspondiente.

Si los datos registrados en los documentos no corresponden con lo que se recibe físicamente, se rechaza el producto y es devuelto al proveedor. Por el contrario, si los datos son correctos, se procede a entregar la copia de la factura del producto correspondiente, al laboratorio de control de calidad para que se inspeccione y analice detenidamente la materia prima recibida.

3.2.2 Inspección de materia prima

Una vez que el Laboratorio de Control de Calidad recibe la copia de la factura correspondiente y el certificado de calidad, el inspector de calidad procede a realizar las pruebas correspondientes, registrando los resultados de la inspección en el formato denominado Control de Inspección de Materia Prima.

A partir de los resultados obtenidos en las pruebas, el inspector coloca una etiqueta para señalar la disposición del material analizado.

En general las pruebas más importantes realizadas a la materia prima para la elaboración de plastilina son:

- Pruebas de color, dureza, punto de fusión; a las parafinas.
- Humedad, retenido de malla, diámetro de partícula; al carbonato de calcio.

3.2.3 Almacenamiento de materia prima

Si el resultado de las pruebas e inspección de materia prima son aprobatorios, el jefe de almacén libera las materias primas en el ERP: JD Edwards, para su disponibilidad.

3.2.4 Generación de la orden de producción de plastilina

El siguiente paso en el proceso es generar la Orden de Producción de Plastilina que es emitida por el planeador, una vez revisado en el sistema que las materias primas estén disponibles en las cantidades que se requieran y que estén liberadas para su utilización por el Laboratorio de Control de calidad y por ende por el almacén.

Al emitir la orden de producción, en esta se señala la fórmula maestra a emplear de acuerdo a la cantidad a producir y el color.

3.2.5 Preparación de mezcla de materias primas

El pigmento una vez pesado, se mezcla en el biombo con el carbonato de calcio en una proporción 1: 1. Posteriormente en los molinos de martillo se tritura la mezcla pigmento-carbonato para integrar ambos materiales. A su vez se funden marquetas de parafina ámbar.

La parafina slack se almacena en contenedores siendo inyectada constantemente con vapor de agua, para mantenerla fundida.

3.2.6 Mezcla de materias primas

Posteriormente se vierten en las marmitas, la mezcla pigmento-carbonato, más una cantidad específica carbonato de calcio puro. Además una vez fundidas las parafinas se agregan a la marmita junto con los pellets de cera de abeja, aroma de cera (líquido) y se procede a mezclar hasta que la mezcla se convierta en una masa consistente y tome el color adecuado.

3.2.7 Enfriamiento de la mezcla de plastilina.

Una vez que la mezcla está lista, inmediatamente es vertida en los moldes de las camas de enfriamiento. Estas camas tienen un sistema donde circula agua para el enfriamiento de la masa.

Ahora la masa al estar siendo enfriada, toma la forma del molde donde reposa., transformándose en lingotes de plastilina de aproximadamente 4 [kg].

Los lingotes posteriormente son estivados en tarimas de 17 camas cada una, y cada cama con 15 lingotes, así son almacenados temporalmente y enfriados a la vez a temperatura ambiente para que terminen de solidificarse por completo.

3.2.8 Extrusión del lingote de plastilina

Los lingotes de plastilina son calentadas de nuevo en parrillas de resistencias a 60 [°C] para tener una temperatura y consistencia adecuada y fluir a través del husillo fácilmente.

En el interior del cañón existe un sistema donde circula agua, donde ésta regula la temperatura para poder darle las características adecuadas a la masa de plastilina para ser extruída por completo. El material continúa hacia la zona de descarga, mismo que en su parte final tiene un dado con dimensiones específicas de orificio, por donde pasa la masa y adquiere su forma y tamaño final; ya sean barritas circulares, barras rectangulares o marquetas.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DE PLAN DE INSPECCIÓN

Objetivo Específico

Diseñar y evaluar el plan de inspección para aplicarlo en el proceso de producción de plastilina.

4.1 Diagrama de etapas del proceso y características a controlar

En el presente capítulo se indican las observaciones más importantes sobre el proceso de fabricación de plastilinas y la descripción de las etapas que conforman el mismo para identificar las características a controlar en cada una de ellas.

De este modo podrá generarse un plan de inspección que permita tener control sobre el proceso, con la finalidad de obtener plastilina con las características requeridas por las especificaciones propias del proceso.

Se presentan dos diagramas de flujo contruidos bajo la simbología ISO 9000: 1994. El primero muestra las etapas propias del proceso de producción de la plastilina⁷, el segundo señala las características que pueden ser analizadas en cada una de las operaciones⁸

Posteriormente se presenta la tabla que indica las características a inspeccionar y los motivos para realizar esta inspección.

Con base a las etapas del proceso de fabricación de plastilina, se identifican 6 operaciones o etapas clave para poder controlar la calidad de la plastilina.

⁷ Fig. 4.1

⁸ Fig. 4.2

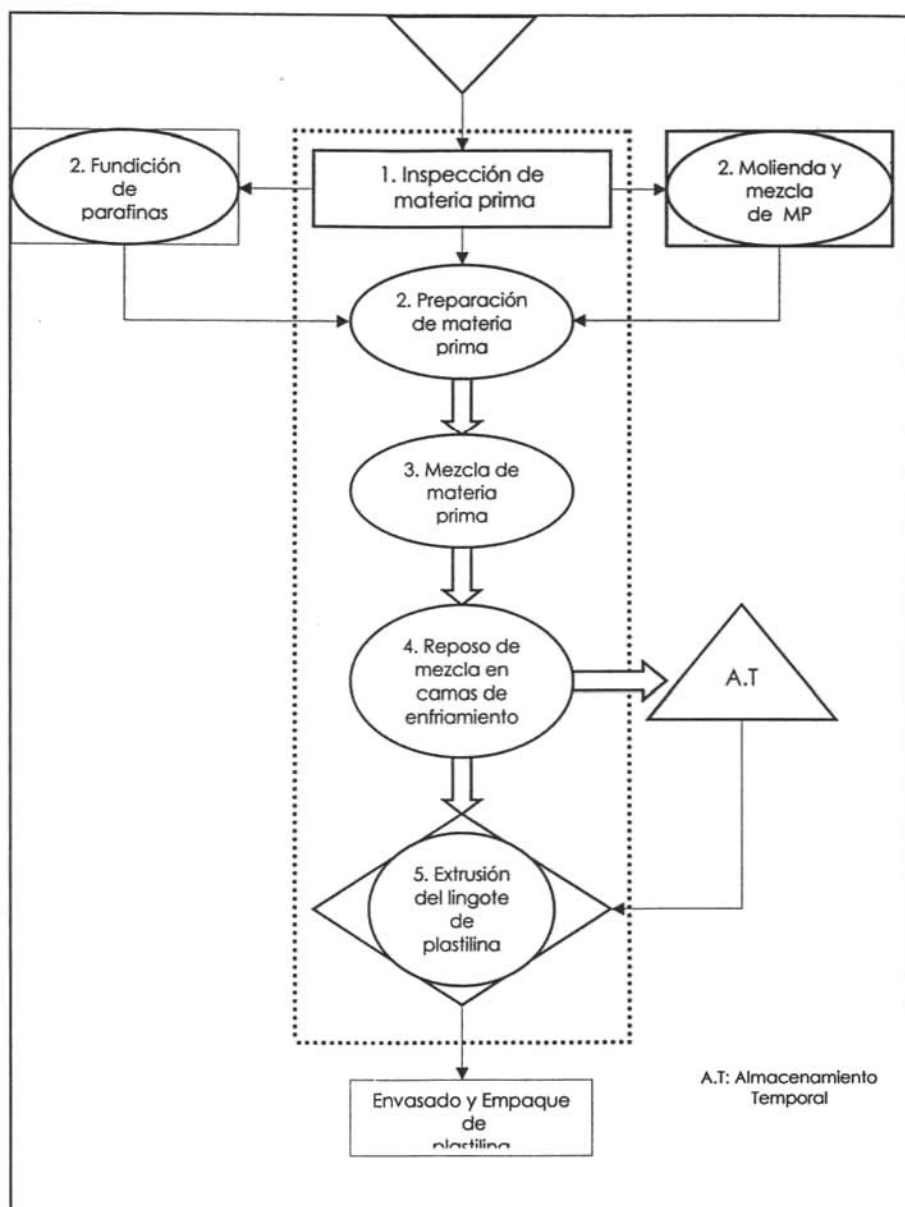


Figura 4.1 Diagrama de flujo que señala las etapas del proceso de producción de plastilina.

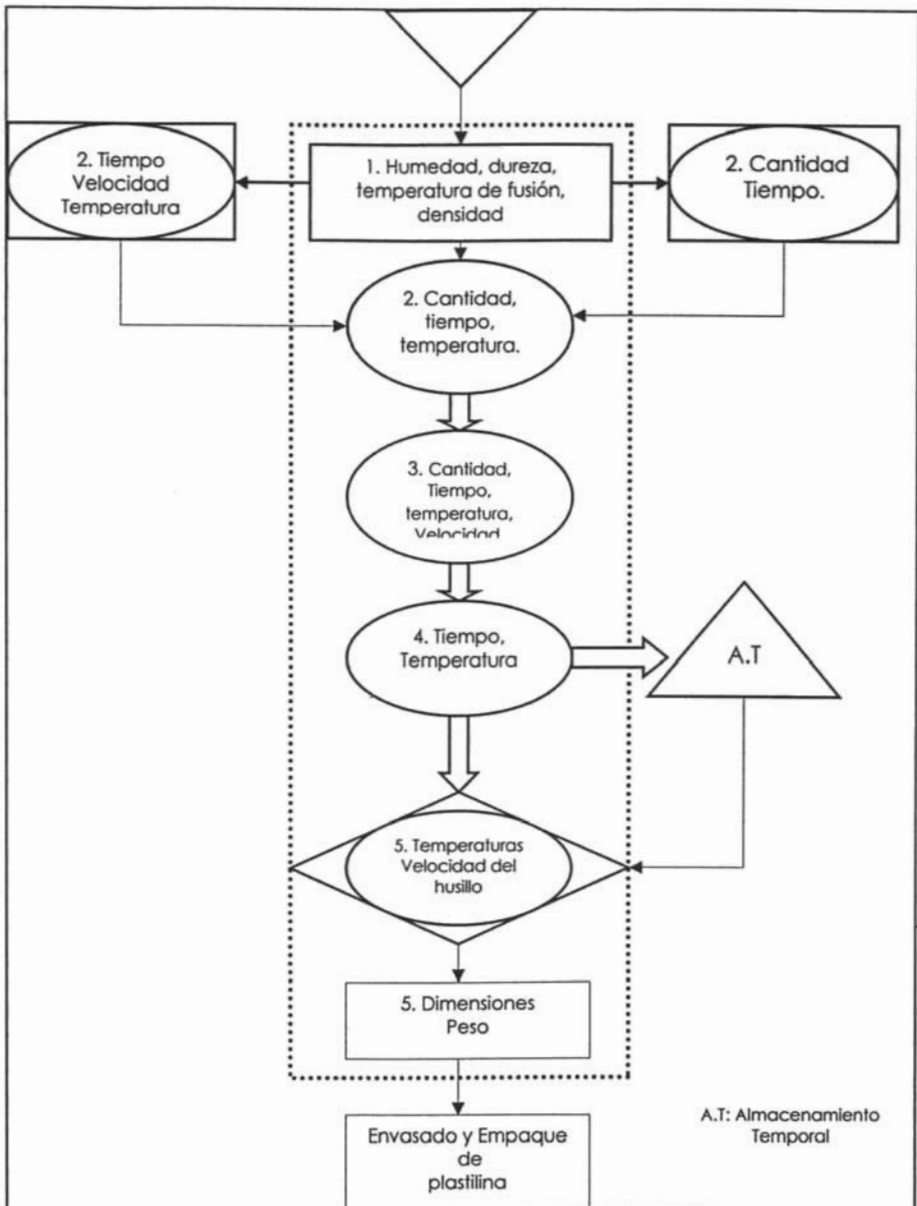


Figura 4.2 Diagrama de flujo que señala las características que pueden ser analizadas en cada una de las etapas.

4.2 Descripción de las etapas y características a controlar en el proceso de producción de la plastilina.

Se han definido ya las características de calidad que influyen o determinan la calidad del producto.

Con base a las observaciones hechas directamente en la planta y en la información recabada en las entrevista sobre las condiciones del proceso, realizadas al jefe y supervisor de área, se definieron los motivos por los cuales deben o no ser inspeccionadas las características requeridas.

Las etapas, características y motivos por los cuales se considera que deben ser inspeccionadas se muestran en la *Tabla 4.1*

| Etapa | Descripción | Características de control | Motivo por el que se debe inspeccionar |
|-------|-----------------------------|----------------------------|--|
| 1 | Inspección de Materia prima | Dureza (dmm) | Es muy importante saber la dureza de la parafina ámbar, para saber que tanto dispersará en la mezcla. |
| | | Humedad | La inspección de esta característica nos permite saber en que estado se encuentran las materias primas. |
| | | Punto de fusión (°C) | Se debe verificar a que temperatura están fundiendo las parafinas, ya que con esta medida podemos saber que contenido de agua y aceite tienen. |
| | | Retenido de malla (%) | Es muy importante analizar el tamaño de grano (diámetro) de los pigmentos y de carbonato de calcio para asegurar que estos se integren completamente en la mezcla. |
| | | Color | El color de los pigmentos es muy importante ya que este puede influir en gran medida en los tonos obtenidos en la plastilina. |
| | | Densidad (ρ) | La alta densidad de la materia prima puede provocar grumos, que resultan en paros en la etapa de fundición. |
| 2 | Preparación Materia prima | Tiempo (min) | En la preparación debe vigilarse el tiempo, velocidad y temperatura para asegurar que las propiedades de la MP no se vean afectadas. |
| | | Cantidad de | La cantidad debe ser la señalada en la fórmula maestra, evitando |

| | | | |
|---|-------------------------|----------------------------------|--|
| | | (g) | desperdicios. |
| | | Temperatura (°C) | La temperatura de mantenimiento de las parafinas es fundamental para poder ser éstas utilizadas posteriormente en la mezcla. |
| 3 | Mezcla de Materia prima | Cantidad de materia prima (g) | Al emplear cantidades de materia prima distintas a las señaladas en las fórmulas maestras, las propiedades de la plastilina se afectan considerablemente. |
| | | Temperatura (°C) | Se deben tener temperaturas adecuadas en la mezcla para garantizar homogeneidad en la misma, consistencia e integración de toda la materia prima. |
| | | Tiempo (min) | La mezcla debe tener el tiempo de mezclado de la fórmula maestra, con el fin de tener mezclas consistentes y una adecuada incorporación e integración de la materia prima. |
| | | Velocidad (rpm) | Si se utilizan velocidades no controladas, la mezcla no llega a integrarse correctamente y resulta una mezcla no homogénea e inconsistente. |
| 4 | Enfriamiento de mezcla | Temperatura agua circulante (°C) | Para proporcionar una temperatura adecuada, en la cual la mezcla enfrie rápido y homogéneamente. |
| | | Tiempo de enfriamiento (min) | Es muy importante ya que llevando un tiempo correcto de enfriado, sabemos cuando retirar los lingotes, y evitar que se rompan o |

| | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|--|
| | | | cuarteen al momento de retirarlos. |
| 5 | Extrusión del lingote de plastilina | Temperatura resistencias (°C) | Es importante que se inspeccione el buen funcionamiento de las resistencias para que éstas proporcionen la temperatura adecuada al lingote de plastilina, que será extruído posteriormente. |
| | | Velocidad del Husillo (rpm) | De ésta dependerá la cantidad de material que se dosificará al dado. |
| | | Temperatura camisa de agua (°C) | Se deben tener temperaturas adecuadas en el cañón del extrusor, para obtener una masa homogénea y asegurar la plastificación de la misma. Se permite así, dosificar la masa perfectamente fundida y en condiciones de fluir por el dado. |
| | | | Al no controlar estas característica se pueden originar los siguientes problemas: |
| 6 | Inspección de plastilina extruída | Peso / Dimensiones | <ul style="list-style-type: none"> • Aplastamiento de material en máquina selladora • Variaciones de tamaño en el producto terminado, generando una mala apariencia. |

Tabla 4.1 Etapas, características a controlar y motivos

4.3 Plan de Inspección Preliminar

Con base a la información recopilada y presentada en la *tabla 4.1* y a los requerimientos de un plan de inspección establecidos con anterioridad en el Capítulo 2, se propone un plan de inspección preliminar⁹, el cual contiene todas las características que se consideran deben ser inspeccionadas para tener un adecuado control del proceso y por lo tanto asegurar la calidad del producto.

Cabe señalar que este plan de inspección preliminar será evaluado posteriormente para establecer finalmente el plan de inspección definitivo.

⁹ Tabla 4.2

Tabla 4.2 Plan de Inspección Preliminar

| Etapa | Descripción | Característica de Control | Tipo | Instrumento | Procedimiento | Frecuencia | Registro | Reacción a no conformidad |
|-------|-----------------------------|---------------------------|------|---|---------------|--------------------|-----------|---|
| 1 | Inspección de Materia Prima | Dureza | ICC | Penetrómetro, cono normalizado | MPCC-001 | Cada lote recibido | FRMP -001 | Procedimiento de control de producto no conforme FRMP-005 |
| | | Humedad | ICC | Equipo de laboratorio | MPCC-002 | Cada lote recibido | FRMP -001 | Procedimiento de control de producto no conforme FRMP-005 |
| | | Punto de fusión | ICC | Melting Point Apparatus | MPCC-003 | Cada lote recibido | FRMP -001 | Procedimiento de control de producto no conforme FRMP-005 |
| | | Retenido de malla | ICC | Malla 325 | MPCC-004 | Cada lote recibido | FRMP -001 | Procedimiento de control de producto no conforme FRMP-005 |
| | | Color | ICC | Colorímetro Saybolt | MPCC-005 | Cada lote recibido | FRMP -001 | Procedimiento de control de producto no conforme FRMP-005 |
| | | Densidad | ICC | Báscula, vaso de precipitados y probeta | MPCC-006 | Cada lote recibido | FRMP -001 | Procedimiento de control de producto no conforme FRMP-005 |

ICC: Inspector de control de calidad
 MPCC: Método de prueba
 SVA: Supervisor del área
 MCO: Manual de condiciones de operación.
 FRMP -000

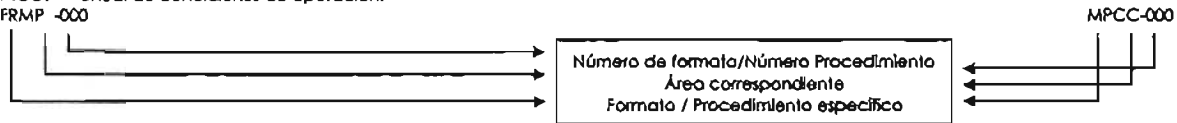
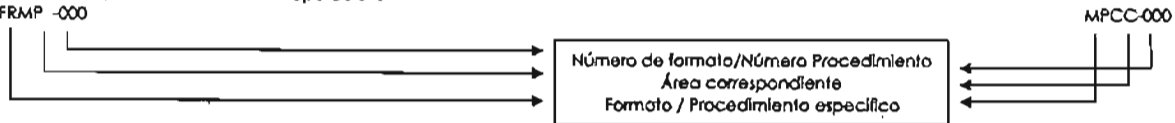


Tabla 4.2 Plan de Inspección Preliminar

| Etapa | Descripción | Característica de Control | Tipo | Instrumento | Procedimiento | Frecuencia | Registro | Reacción a no conformidad |
|-------|------------------------------|----------------------------------|------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------|--|
| 2 | Preparación de Materia Prima | Tiempo | ICC | Timer | MPCC-007 | Cada preparación de MP | FRMP -002 | Segregar la materia prima y avisar al supervisor para corregir el tiempo de preparación. |
| | | Cantidad de Materia Prima | ICC | Báscula digital, recipientes, palita | MPCC-008 | Cada preparación de MP | FRMP -002 | Segregar la materia prima y avisar al supervisor para depositar las cantidades correctas de MP |
| | | Temperatura | ICC | Pirómetro, Termómetro | MPCC-009 | Cada preparación de MP | FRMP -002 | Avisar al supervisor y corregir manipulación de temperaturas. |
| 3 | Mezcla de Materia Prima | Cantidad de Materia Prima | ICC | Balanza | MPCC-010 | Cada mezcla preparada | FRMP -002 | Segregar la materia prima y avisar al supervisor para depositar las cantidades correctas de MP |
| | | Temperatura | ICC | Pirómetro, Termómetro | MPCC-011 | Cada mezcla preparada | FRMP -002 | Avisar al supervisor y corregir manipulación de temperaturas |
| | | Tiempo | ICC | Timer | MPCC-012 | Cada mezcla preparada | FRMP -002 | Avisar al supervisor y corregir el tiempo de mezclado. |
| | | Velocidad | ICC | Contador de rpm | MPCC-013 | Cada mezcla preparada | FRMP -002 | Avisar al supervisor y corregir rpm. |
| 4 | Entramiento de mezcla | Temperatura agua circulante (°C) | SVA | Pirómetro, Termómetro | Manual de condiciones de operación | Después de ½ hora | FRMP-003 | Avisar al supervisor para ajustar temperatura de acuerdo al MCO. |

| | | | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|-----|--|------------------------------------|--|----------|--|
| | | Tiempo de Enfriamiento | SVA | Cronómetro o Timer con alarma | Manual de condiciones de operación | Cada mezcla colocada en camas | FRMP-003 | Avisar al supervisor para ajustar tiempos de acuerdo al MCO. |
| 5 | Extrusión | Temperatura resistencias | SVA | Pirómetro | Manual de condiciones de operación | Inicio de cada stop y después de cada hora | FRMP-003 | Avisar al SVA para ajustar temperaturas de resistencias. |
| | | Velocidad del Husillo | SVA | Contador de rpm | Manual de condiciones de operación | Inicio de cada stop y después de cada hora | FRMP-003 | Avisar al SVA para ajustar velocidad de acuerdo a lo señalado en el MCO. |
| | | Temperatura camisa de agua | SVA | Pirómetro | Manual de condiciones de operación | Inicio de cada stop y después de cada hora | FRMP-003 | Avisar al SVA para ajustar temperaturas de camisa de agua. |
| 6 | Inspección de plastilina | Dimensiones/ Peso | ICC | Vernier, flexómetro, cartas control, báscula digital | MPCC-014 | 4 veces x turno. | FRMP-004 | Avisar al SVA |

ICC: Inspector de control de calidad
 MPCC: Método de prueba
 SVA: Supervisor del área
 MCO: Manual de condiciones de operación,
 FRMP -000



4.4 Evaluación del Plan de Inspección Preliminar

A continuación se presenta la evaluación del plan preliminar para determinar la inspección de las características que conformarán el plan definitivo, para ello se plantea el objetivo de analizar cada etapa señalando las ventajas y desventajas en las que se incurre al realizar la inspección en cada una de ellas. A partir de este hecho se toma la decisión de inspeccionar o no la característica en cuestión.

Los puntos analizados son:

- Costos
- Tiempo de implantación
- Tiempo de Inspección
- Capacitación adecuada del personal
- Disponibilidad de espacios
- Beneficios a la calidad del producto

Esta evaluación esta basada en la información proporcionada por el personal de control de calidad y los responsables del área.

4.4.1 Inspección de materia prima

Objetivo. Saber si la materia prima que suministra el proveedor cumple con las especificaciones para ser empleada en la producción de plastilina.

La materia prima, de acuerdo al material que estemos analizando, se puede someter a la inspección de las siguientes propiedades:

Parafina Slack

- Punto de Fusión (°C)
- Penetración (dmm) = Dureza
- Color
- Punto de Congelamiento (°C)

Parafina Ámbar

- Punto de Fusión (°C)
- Penetración (dmm)= Dureza
- Color
- Punto de congelamiento (°C)

Carbonato de Calcio

- Brillo
- Retenido de malla
- Humedad
- Absorción de aceite
- Gravedad específica
- Diámetro de partícula

Pigmentos

- Apariencia
- Humedad
- Retenido de malla
- Diámetro de partícula

Cera de abeja

- Densidad
- Pellets por gramo

Ventajas

- ✓ Muchas de estas inspecciones las llevan a cabo los proveedores de la materia prima y las propiedades que deben cumplir son asentadas en los certificados de calidad.

- ✓ Saber de esta manera, sus propiedades representa una ventaja ya que podemos saber que características cumplen con las especificaciones y así permitir la entrada solamente le las que las cumplan, evitando material que afecte las características de la plastilina.

- ✓ Poder corroborar estas características, representa una ventaja ya que podemos saber *in-situ*, que propiedades cumplen, y evitar reprocesos en caso de no conformidad en la materia prima.

Desventajas

- Para poder medir todas las propiedades se requiere de instrumental sofisticado y costoso en la mayoría de los casos.

- Para inspeccionar el color se requiere de un colorímetro Saybolt, el precio de adquisición de este equipo es de alrededor de US \$ 5, 000, aunado a esto se requiere un plan de calibración y mantenimiento constante.

- La mayoría del instrumental debe estar en un lugar protegido para evitar contaminantes.

- La persona que realice la inspección debe estar muy bien capacitada y tiene que tomar decisiones inmediatas y precisas en caso de rechazo.

Resultado

- Sólo algunas de las propiedades pueden ser analizadas debido a que no se cuenta aún con todo el instrumental necesario para realizar las pruebas.

- El no inspeccionar el color puede originar variaciones en el color de la masa de plastilina, pero esto puede controlarse con un correcto tiempo de mezclado y con la cantidad correcta de materia prima en la mezcla.

Un caso que es factible analizar es de inspeccionar la dureza de la parafina ámbar, ya que como inspección sus ventajas son numerosas, siendo son las siguientes:

Ventajas

- ✓ El equipo (penetrómetro) resulta relativamente sencillo de operar.
- ✓ Las prueba de dureza resultan sencilla de implantar y rápidas de realizar.
- ✓ La realización de las pruebas no requiere de disponer de espacios extra.
- ✓ Al controlar la dureza se tiene una mejor distribución y consistencia de la parafina en la mezcla.
- ✓ Al controlar la dureza se evitan paros de máquina por estancamiento de material y obstrucción si se encontrara menos suave.

Desventajas

- Ninguna

Resultado

- Para inspeccionar la dureza, todos los puntos de análisis representan ventajas, y ninguna desventaja. Por lo tanto se

recomienda inspeccionar en esta primera etapa la dureza de la parafina ámbar.

4.4.2 Preparación de Materias Primas

Objetivo. Preparar materias primas de acuerdo con lo indicado en las fórmulas maestras.

En esta etapa las características a controlar son:

- Cantidad de materia prima
- Tiempo
- Temperatura

Equipo

Para inspeccionar la cantidad y proporción de las materias primas utilizadas (carbonato de calcio (CaCO_3) y pigmentos), así como el tiempo utilizado en su preparación, el equipo requerido es:

- Una báscula digital
- Timer
- Pirómetro
- Termómetro

En el caso de la preparación de las parafinas, la parafina slack es almacenada permanentemente en contenedores, donde puede ser vigilada la temperatura con un pirómetro acoplado a la tubería donde pasa el vapor de agua. Para la parafina ámbar que llega en marquetas y posteriormente es fundida en marmitas, también puede ser vigilada con un pirómetro acoplado a la tubería del vapor, y la inspección consta de sumergir un termómetro en la fundición de la parafina para inspeccionar la temperatura.

Ventajas

- ✓ Este equipo resulta fácil de operar y no requiere de un cuidado especial.
- ✓ El tiempo de implantación es mínimo y las pruebas se pueden realizar cómoda y rápidamente.
- ✓ El personal no requiere de capacitación especial para realizar la inspección.
- ✓ La realización de la inspección no requiere disponer de espacios extra.
- ✓ Se evita desperdicio de materia prima.
- ✓ Se obtienen mezclas homogéneas y tamaño de grano adecuado.

Desventajas

- Ninguna

Resultado

El que no existan inconvenientes para la inspección, en esta etapa del proceso, representa una ventaja para la cadena de suministro, ya que evita desperdicios, retrabajo y se refleja en una mejor apariencia en las distintas presentaciones de la plastilina.

4.4.3 Mezcla de materia prima

Objetivo. Obtener mezclas homogéneas de acuerdo con lo indicado en las fórmulas maestras.

En esta etapa las características a controlar son:

- Cantidad de materia prima a utilizar
- Tiempo de mezcla
- Temperatura
- Velocidad

Equipo

Para inspeccionar la cantidad de materia prima, temperatura y tiempo de mezclado, así como la velocidad en rpm, el equipo requerido es:

- Balanza
- Pirómetro
- Termómetro
- Timer
- Contador de revoluciones

Ventajas

- ✓ Este equipo resulta sencillo de operar y no requiere cuidado especial.
- ✓ El tiempo de implantación es mínimo y las pruebas se pueden realizar rápidamente.
- ✓ El personal no requiere de capacitación especial para realizar las pruebas.
- ✓ La realización de las pruebas no requiere disponer de espacios extra.
- ✓ Se evita desperdicio de materia prima.
- ✓ Se obtiene la masa con color uniforme lo que permite una mejor apariencia en la plastilina como producto terminado.

Desventajas

- Ninguna

Resultado

- Los puntos de análisis representan ventajas al área de extrusión ya que recibe lingotes con mejor apariencia y consistencia, evitando retrabajo, por lo que se recomienda inspeccionar las características que conforman esta etapa.

4.4.4 Enfriamiento de la mezcla

Objetivo. Enfriar la mezcla adecuadamente para poder ser extruída posteriormente.

De aquí se tiene que las características a controlar en esta etapa son:

- Temperatura del agua circulante
- Tiempo de enfriamiento

Equipo

Para inspeccionar en su preparación el equipo requerido es:

- Pirómetro
- Termómetro
- Cronómetro o timer con alarma

Ventajas

- ✓ Este equipo resulta fácil de operar y no requiere de un cuidado especial.

Desventajas

- Ninguna

Resultado

- Los puntos de análisis representan ventajas al área de extrusión ya que recibe lingotes con mejor apariencia y consistencia, evitando retrabajo, por lo que se recomienda inspeccionar las características que conforman esta etapa.

4.4.4 Enfriamiento de la mezcla

Objetivo. Enfriar la mezcla adecuadamente para poder ser extruída posteriormente.

De aquí se tiene que las características a controlar en esta etapa son:

- Temperatura del agua circulante
- Tiempo de enfriamiento

Equipo

Para inspeccionar en su preparación el equipo requerido es:

- **Pirómetro**
- **Termómetro**
- **Cronómetro o timer con alarma**

Ventajas

- ✓ Este equipo resulta fácil de operar y no requiere de un cuidado especial.

- ✓ El tiempo de implantación es mínimo y las pruebas se pueden realizar cómoda y rápidamente.
- ✓ El personal no requiere de capacitación especial para realizar las pruebas.
- ✓ La realización de las pruebas no requiere disponer de espacios extra.
- ✓ Se evita reproceso de mezcla.
- ✓ Se obtienen barras homogéneas y manipulables.
- ✓ En el caso del pirómetro debe estar integrado al sistema que hace circular el agua de enfriamiento.

Desventajas

- Para controlar esta característica se necesita generar un manual de condiciones de operación, mismo que requiere de diseño de experimentos.
- El diseño de experimentos implica la manipulación de las condiciones de operación, lo cual origina obstrucción y por lo tanto disminución en la producción, incremento de desperdicio y retraso en la entrega al área de extrusión.
- A pesar de las ventajas que se pueden obtener al desarrollar el manual de condiciones de operación, en este momento la empresa está en proceso de elaboración de manuales de operación.

Resultado

- El análisis de ventajas y desventajas arroja que el desarrollo de un manual de condiciones de operación es recomendable,

pero debido a que la empresa está en proceso de elaboración de estos manuales, se excluye esta alternativa.

4.4.5 Extrusión del lingote de plastilina

Objetivo. Suministrar un lingote de plastilina homogéneo y con fluidez necesaria para ser extruído, permitiendo obtener formas adecuadas y de buen estado y apariencia de la plastilina.

En esta etapa las propiedades y/o características a controlar son las siguientes:

- Temperatura de resistencias
- Velocidad de husillo
- Temperatura de extrusión

Equipo

Para inspeccionar las temperaturas a las cuales entra el lingote de plastilina a la extrusora, así mismo la del cañón; y la velocidad del husillo, el equipo requerido es:

- Pirómetro
- Contador de revoluciones

Ventajas

- ✓ Este equipo resulta fácil de operar y debe estar integrado a la máquina.
- ✓ El control de las características no requiere disponer de espacios extra.
- ✓ Las pruebas resultan rápidas de realizar.
- ✓ Realizar las pruebas no requiere de adiestramiento especial.
- ✓ Al tener la adecuada velocidad del husillo se obtiene la extrusión de plastilina de calibre deseado, dándose así

uniformidad en el peso, dimensiones, características que resultan importantes en las especificaciones.

- ✓ Al tener el control sobre la temperatura antes y a lo largo del cañón, permite que el material fluya fácil y consistentemente, evitando paros de la máquina.

Desventajas

- Para controlar esta característica se necesita generar un manual de condiciones de operación, mismo que requiere de diseño de experimentos. El diseño de experimentos implica la manipulación de las condiciones de operación, lo cual origina obstrucción y por lo tanto disminución en la producción, incremento de desperdicio y retraso en la entrega al área de envasado.
- A pesar de las ventajas que se pueden obtener al desarrollar el manual de condiciones de operación, en este momento la empresa está en proceso de elaboración de manuales de operación.

Resultado

- El análisis de ventajas y desventajas arroja que el desarrollo de un manual de condiciones de operación es recomendable, pero debido a que la empresa está en proceso de elaboración de estos manuales, se excluye esta alternativa.

Inspección de Plastilina Extruida

Objetivo. Asegurar que la plastilina extruida cumpla con las especificaciones para ser envasada y empacada.

De aquí que las características que se deben inspeccionar en esta etapa son:

- Peso
- Dimensiones
- Apariencia
- Color
- Contenido de aceite
- Suavidad

Equipo

El equipo requerido para inspeccionar estas características es:

- Vernier
- Báscula digital
- Papel Bond
- Muestras Estándar
- Espátula
- Micrómetro
- Penetrómetro

Ventajas

- ✓ El equipo resulta relativamente sencillo de operar.
- ✓ Se cuenta con el equipo requerido para la realización de todas las pruebas.
- ✓ El tiempo para realizar las pruebas es corto.
- ✓ Se cuenta con el espacio asignado para la medición de todas las características.
- ✓ Al mejorar esta inspección es posible obtener el mayor rendimiento de estas características sobre todo una de las características más importantes como es la uniformidad en el peso del producto.

Desventajas

- Algunas pruebas se llevan mucho tiempo en realizarse

- Se requiere personal capacitado

Resultado

- Todas las características son sumamente importantes para poder proporcionar plastilina con la calidad requerida.
- Otro punto importante es que la empresa cuenta con el equipo necesario para realizar la inspección así como personal capacitado para realizarlo.
- Aunque resulte largo el tiempo para la inspección, ésta puede realizarse en el lugar asignado para la misma, evitando paros en la línea de producción.

4.5 Plan de Inspección propuesto

Con base al análisis y comparativa de las ventajas y desventajas ofrecidas por la propuesta de inspección en cada una de las etapas del proceso de producción de plastilina, podemos concluir que el plan de inspección puede ser simplificado para que sea viable su utilización en el área. Este se puede llevar a cabo, eliminando las etapas que involucren la adquisición de equipo costoso, tiempo perdido, que es muy valioso para la continuidad de la producción, y espacios no disponibles.¹⁰

Este nuevo plan de inspección resultaría ser la propuesta definitiva para ser utilizado en un inicio por la empresa¹¹, ya que representa un plan sencillo de implantar sus ventajas son los tiempos cortos que involucra, bajos costos, no requiere de espacios extra, se puede utilizar el equipo con el que se cuenta actualmente sin necesidad de comprar más y la capacitación del personal es suficiente.

¹⁰ Tabla 4.3

¹¹ Esto es considerando que conforme pase el tiempo, como cualquier sistema de calidad, los requerimientos van a ir madurando y exigiendo más pruebas, mayor control, y por lo tanto equipo más sofisticado.

Tabla 4.3 Plan de Inspección Propuesto

| Etapas | Descripción | Característica de Control | Tipo | Instrumento | Procedimiento | Frecuencia | Registro | Reacción a no conformidad |
|--------|-----------------------------|---------------------------|------|--|---------------|-----------------------------------|-----------|--|
| 1 | Inspección de Materio Prima | Dureza | ICC | Penetrómetro | MPCC-001 | Cada lote recibido (MLT-STD 105D) | FRMP -001 | Elaborar reporte de producto no conforme y disponer con base en respuesta FRMP-004 |
| | | Densidad | ICC | Báscula, vaso de precipitados, probeta | MPCC-002 | Cada lote recibido (MLT-STD 105D) | FRMP -001 | Elaborar reporte de producto no conforme y disponer con base en respuesta FRMP-004 |
| 2 | Plastilina Extruida. | Dimensiones | ICC | Vernier, flexómetro | MPCC-003 | Cuatro veces por turno | FRMP -002 | Desviar e informar al SVA |
| | | Diámetro | ICC | Micrómetro | MPCC-004 | Cuatro veces por turno | FRMP -002 | Desviar e informar al SVA |
| | | Peso | ICC | Báscula digital | MPCC-005 | Cuatro veces por turno | FRMP -002 | Desviar e informar al SVA |

ICC: Inspector de control de calidad
 MPCC: Método de prueba
 MLT-STD: Tablas Military Standard
 FRMP -000



El plan propuesto excluye la inspección en el área de preparación y mezcla ya que esta inspección puede ser realizada y controlada directamente por el personal responsable de éstas áreas, en éste caso son los mismos operarios, que cuentan con gran experiencia y facultamiento para poder controlar las características, como son: las cantidades necesarias, tiempos, temperaturas (adecuadas a la fórmula maestra), así como la manipulación de instrumentos como son los pirómetros, timers y contadores de rpm.

Para controlar las áreas de enfriado y extruído, se están elaborando actualmente en la empresa los manuales de condiciones de operaciones respectivos, estos implican la manipulación de las condiciones de operación, lo cual origina obstrucción y por lo tanto disminución en la producción, incremento de desperdicio y retraso en la entrega a la etapa siguiente del proceso.

4.6 Documentación

La documentación requerida para aplicar el plan de inspección definitivo es la siguiente:

| | Métodos de prueba | Procedimiento | Registros (Hojas de verificación) | Reporte de producto no conforme | Etiquetas de identificación |
|----------------------|---|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| | | | | | Aprobado (color verde) |
| Etapa 1. | Método de prueba para determinar dureza | MPCC-001 | FRMP -001 | FRMP -004 | Detenido (color amarillo) |
| Materia prima | | | | | Rechazado (color naranja) |
| | | | | | Aprobado (color verde) |
| | Método de | | | | Detenido |

| | | | | | |
|---|---|----------|-----------|-----------|---|
| | prueba para determinar densidad | MPCC-002 | FRMP -001 | FRMP -004 | (color amarillo) Rechazado (color naranja) |
| | Método de prueba para verificar dimensiones | MPCC-003 | FRMP -002 | | |
| Etapa 2. Plastilina extruida | Método de prueba para verificar diámetro | MPCC-004 | FRMP -002 | | |
| | Método de prueba para verificar peso | MPCC-005 | FRMP -002 | | |

CAPÍTULO 5

APLICACIÓN DEL PLAN DE INSPECCIÓN

Objetivo Específico

Mostrar ejemplos de aplicación del Plan de Inspección propuesto para el proceso de producción de plastilina.

En este capítulo se presentan a manera de ejemplo los documentos necesarios y los métodos de prueba para la inspección de la propiedad de dureza de la parafina ámbar y la inspección del peso de las marquetas de plastilina como producto terminado.

5.1 Método de prueba para determinar la dureza de la parafina ámbar.

En la Fig. 5.1 se muestra el Aviso de Recepción de materiales que recibe el inspector de control de calidad para comenzar la inspección de la dureza de la parafina ámbar.


| | | | | |
|--|---|---|----------|-----------|
|  DIXON <small>DIXON TICONDEROGA COMPANY</small> | | Aviso de recepción de materiales | | |
| Fecha: 07/marzo/05 | | Proveedor: Multiceras S.A de C.V | | |
| Documentos anexos: Certificado de calidad | | Inspector: | | |
| Partida: | Descripción: | Cantidad | Aprobado | Rechazado |
| 1 | Parafina ámbar 0013003 Lote: 05/0190 | 30 000 kg (1200 sacos) | | |
| | | | | |
| | | | | |
| <hr style="width: 20%; margin: auto;"/> Firma Jefe de almacén | | | | |

Fig. 5.1 Aviso de Recepción de materiales

Se compararon los datos asentados en el aviso de recepción de materiales con los que se recibieron físicamente. Como los datos son correctos, se

determina el número de sacos a inspeccionar y el criterio para aceptar o rechazar el lote, esto se realiza empleando las tablas **MLT-STD-105D**.

5.1.1 Justificación de la aplicación del método de prueba para determinar dureza

- La prueba propuesta para determinar la dureza o penetración de la parafina ámbar, está basada en la norma **ASTM-397-04**.
- Se emplea el muestreo de aceptación considerando la característica de dureza cómo atributo, por ésta razón, se utiliza la norma **MLT- STD- 105D**.
- La norma **MLT- STD- 105D**, es una herramienta que se emplea ampliamente en la recepción de materias primas, por lo cual se eligió para evaluar los lotes de parafina ámbar que recibe DIXON VINCI.
- La norma **ANSI A1.9 (1980)** indica que al iniciar la inspección de lo que se recibe de un proveedor siempre se inicia con un grado de inspección normal.
- El tamaño de lote máximo de parafina ámbar que recibe DIXON VINCI es de 1200 sacos. Con este tamaño de lote en los distintos niveles de inspección, también considerando que se estima un tiempo de 5 minutos para inspeccionar cada saco, y utilizando la **Tabla A** (Letras Clave del tamaño de la muestra) de MIL-STD-105D (Anexo 1) y la **Tabla B** (Tabla maestra para inspección normal de muestreo simple) de MIL-STD-105D (Anexo 2), podemos obtener la *tabla de datos 5.1*

| Tamaño de lote: 1200 sacos | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Nivel de inspección | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | I | II | III |
| Letra código clave | C | C | E | F | G | J | K |
| Tamaño de muestra | 5 | 5 | 13 | 20 | 32 | 80 | 125 |
| Tiempo de inspección (8 min x N° sacos) | 25 min. | 25 min. | 65 min. | 100 min. | 160 min. | 400 min. | 625 min. |

Tabla 5.1 Tabla de Datos

El nivel de inspección y la letra clave del tamaño de la muestra se obtuvieron de la **Tabla A** Letras clave del tamaño de la muestra MLT-STD-105D, (Anexo 1), tomando en cuenta un tamaño de lote de 1200 en los distintos niveles de inspección.

El tamaño de la muestra se obtiene relacionando las letras código clave en la **Tabla B** Tabla Maestra para la inspección normal (muestreo simple) MLT-STD-105D (Anexo 2).

El tiempo de inspección se obtiene al multiplicar el número de minutos aproximado que se estima se lleva en inspeccionar cada saco, (el tiempo estimado en este caso es de 5 minutos), por el número de sacos a inspeccionar o tamaño de muestra.

El nivel de inspección establece la relación entre el tamaño de lote y el tamaño de la muestra.

En la **Tabla A** de las tablas MLT-ST-105D aparecen tres niveles de inspección generales (I-II-III) y cuatro niveles de inspección especiales (S-1; S-2; S-3; S-4).

Los niveles de inspección especiales pueden utilizarse donde los tamaños de las muestras sean relativamente pequeños y los riesgos grandes de muestreo pueden ser tolerados.

Para este caso podemos utilizar un nivel de inspección especial ya que el tamaño de muestra puede ser pequeño, debido a que si ésta inspección representa riesgos, éstos pueden ser tolerados, porque podría haber una devolución total de la materia prima al proveedor y una reposición por parte de él.

Por lo tanto se optó por aplicar un nivel de inspección especial S-4 debido al alto costo- tiempo que implicaría aplicar otro nivel de inspección.

Del ejercicio anterior se obtuvo un tamaño de muestra igual a 20 sacos; el Nivel de Calidad Aceptable (NCA) a utilizar, de acuerdo a la **Tabla B**, es el siguiente (**Tabla 5.2**):

| Para n= 20 | Números de aceptación y rechazo | | | | | | | | | |
|------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Ac 0 | Re 1 | Ac 1 | Re 2 | Ac 2 | Re 3 | Ac 3 | Re 4 | Ac 5 | Re 6 |
| NCA | 0.01-1.0 | | 1.5-2.5 | | 4.0 | | 6.5 | | 10 | |

Tabla 5.2 *Tabla de datos*

El NCA es el máximo porcentaje defectuoso o el número máximo de defectos en 100 unidades, que debe tener el producto para que el plan de muestreo dé por resultado la aceptación de la gran mayoría de los lotes sometidos a inspección.

La MIL-STD-105D se refiere a una serie de NCA. Para los procesos de fracción defectuosa, el NCA varía desde 0.010 a 10%.

Para procedimientos de defectos por unidad hay 10 NCA adicionales que llegan hasta mil defectos por cada cien unidades.

Los valores de NCA de 10 o menos pueden expresarse ya sea en por ciento defectuoso, o en defectos por cada cien unidades; en cambio los que superan el 10.0 deberán ser expresados sólo en defectos por cada cien unidades.

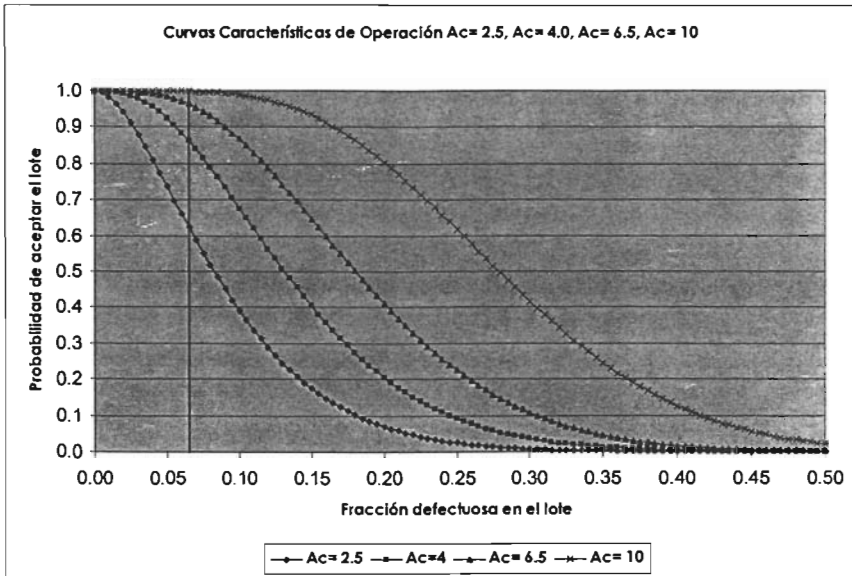
El NCA (para fines prácticos) se expresará en por ciento defectuoso, por esta razón los NCA mayores a 10 no se toman en cuenta en la *tabla 5.2*.

Cada uno de los valores del NCA va asociado con el número de defectos que se pueden tolerar en la muestra (representado por Ac), y por el número de defectos para el rechazo (representado por Re). Si el número de defectos es menor o igual que Ac , se acepta el lote, si el número de defectos es mayor o igual que Re , se rechaza el lote.

A partir de lo anterior y de los datos mostrados en la *tabla 5.3* se traza la curva característica de operación, la cual se muestra en la *gráfica 5.1*

| | NCA= 2.5 | NCA =4 | NCA =6.5 | NCA =10 |
|---------------------------|----------|--------|----------|---------|
| Tamaño de lote (N) | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Tamaño de muestra (n) | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Número de aceptación (Ac) | 1 | 2 | 3 | 5 |

Tabla 5.3 *Tabla de Datos*



Gráfica 5.1 Curva Característica de Operación

Al observar la curva se observa que el nivel de calidad aceptable que brinda una mayor protección a DIXON VINCI es $NCA=6.5$


El plan de muestreo queda definido de la siguiente manera:

| Plan de inspección normal (muestreo simple) | |
|---|------|
| Tamaño de lote | 1200 |
| Nivel de inspección | S-4 |
| Letra clave del tamaño de muestra | F |
| Tamaño de la muestra | 20 |
| Nivel de calidad aceptable (NCA) | 6.5 |
| Número de aceptación (Ac) | 3 |
| Número de rechazo (Re) | 4 |

Para un NCA= 6.5 se establece que si tres muestras son rechazadas el lote se acepta, pero si cuatro o más muestras son rechazadas, el lote completo se debe rechazar.


5.1.2 Documentos para realizar la prueba de dureza

Una vez que se determina el número de sacos que deben ser inspeccionados y el criterio de aceptación o rechazo, se toma una muestra de cada uno de los sacos a inspeccionar. Fig. 5.2

| | | |
|---|--|----------------|
|  | Método de prueba par determinar dureza | MPC-001 |
| | Fecha: | |
| Elaboró: | Revisó: | Autorizó: |
| _____ | _____ | _____ |
| Puesto y firma | Puesto y firma | Puesto y firma |

| |
|--|
| <p>1. Objetivo: Determinar la dureza de la parafina ámbar que se utiliza en DIXON VINCI.</p> <p>2. Referencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plan de inspección • Tablas MLT-STD-105D • Especificaciones de materia prima <p>3. Desarrollo</p> <p>3.1 Verificar que los datos asentados en el aviso de recepción de materiales correspondan con lo que se recibe físicamente, si los datos son correctos, se continúa con la inspección, en caso contrario se rechaza el material finalizando con ello la inspección.</p> <p>3.2 Determinar el número de sacos a inspeccionar, usando las tablas MLT-STD-105D, tomando en cuenta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de lote • Aplicación de inspección normal • Aplicar muestreo simple |
|--|

Figura 5.2 Método de prueba para determinar dureza

| | | |
|---|--|--|
|  | Método de prueba par determinar dureza | MPCC-001 |
| | Fecha: | |
| Elaboró: _____ Puesto y firma | Revisó: _____ Puesto y firma | Autorizó: _____ Puesto y firma |

- Aplicar un nivel de inspección especial S-4
- Aplicar nivel de calidad aceptable NCA=6.5

En el formato de control de inspección, llenar el cuadro de cantidad (número total de sacos recibidos).

3.3 Obtener el número de muestras determinado en 3.2, cada una de ellas de 100 [g].

3.4 Determinar la dureza para cada muestra aplicando el método basado en la norma ASTM-937-04.

La prueba para determinar la dureza consiste en lo siguiente:

- Colocar un émbolo de 47.5 [g] en el penetrómetro.
- Colocar un cono hueco estándar normalizado de 102.5 [g] en el émbolo.
- Colocar en el recipiente de pruebas, una muestra de parafina ámbar de 100 [g]. Colocarlo sobre la base del penetrómetro.
- Someter la muestra a un baño de agua para que la muestra permanezca a una temperatura de 25 [°C], 77 [°F].
- Colocar la punta del cono en la superficie de la probeta de parafina ámbar.
- Accionar mecanismo para dejar caer el cono sobre la muestra por efecto de la gravedad.
- Esperar un tiempo de 5 segundos y retirarlo con mecanismo.
- Retirar la muestra y registrar la lectura de penetración como D (dureza) en el formato de Control de Inspección.

4. Criterios.

El resultado del muestreo será evaluado de acuerdo con lo indicado en las especificaciones de materia prima y las tablas MLT-STD-105D.

5. Equipo a utilizar:

- Penetrómetro

Figura 5.2 Método de prueba para determinar dureza (continuación)

Una vez que se obtienen las muestras, se llena el cuadro de identificación del formato de control de inspección de materia prima Fig. 5.3, auxiliándose del aviso de recepción de materiales, excepto la especificación de la dureza¹².

Después de llenar el cuadro de identificación, se determina la dureza de cada una de las muestras de acuerdo con lo que indica el **Método de Prueba** Fig. 5.2.

La disposición de cada muestra se decide de acuerdo a la especificación que utiliza la empresa; para este caso es de: 30-50 [dmm].

Los resultados de muestreo son:

- 19 muestras aceptadas y
- 1 rechazada, por lo tanto el lote se aceptó.

Para finalizar con la inspección se asienta la disposición de la materia prima en el Aviso de Recepción de Materiales, que se muestra en la figura 5.4, además de llenar la etiqueta de identificación de aprobado como se muestra en la figura 5.5.

¹² Se obtiene de las especificaciones de materia prima.



Control de Inspección de dureza

Fecha: 07/03/05

| | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| Clave: 0013003 | Cantidad: 1 200 sacos |
| Nº de lote: 03/0190 | Descripción: Parafina Ámbar |
| Proveedor: Multiceras S.A de C.V | Especificación: 30-50 [dmm] |

| Nº de muestra | Dureza [dmm] | Disposición | | Nº de muestra | Dureza [dmm] | Disposición | |
|---------------|--------------|-------------|----|---------------|--------------|-------------|----|
| | | Ac | Re | | | Ac | Re |
| 1 | 39 | 1 | 0 | 11 | 40 | 1 | 0 |
| 2 | 40 | 1 | 0 | 12 | 42 | 1 | 0 |
| 3 | 42 | 1 | 0 | 13 | 42 | 1 | 0 |
| 4 | 42 | 1 | 0 | 14 | 43 | 1 | 0 |
| 5 | 43 | 1 | 0 | 15 | 45 | 1 | 0 |
| 6 | 45 | 1 | 0 | 16 | 48 | 1 | 0 |
| 7 | 48 | 1 | 0 | 17 | 50 | 1 | 0 |
| 8 | 50 | 1 | 0 | 18 | 45 | 1 | 0 |
| 9 | 51 | 0 | 1 | 19 | 46 | 1 | 0 |
| 10 | 40 | 1 | 0 | 20 | 50 | 1 | 0 |

Disposición: APROBADO

Elaboró:

Actividades del inspector de calidad:

1. Llenar el cuadro de identificación.
2. Inspeccionar la dureza para cada muestra de acuerdo con lo señalado en el método de prueba.
3. Comparar la dureza obtenida con la especificación.
 - Si la disposición es aceptado, colocar un uno (1) en aceptado y un cero (0) en rechazado. Si la disposición es rechazado, colocar un uno (1) en rechazado y un cero (0) en aceptado.
 - Si hasta tres muestras son rechazada; se acepta el lote.
 - Si cuatro o más muestras son rechazadas; se rechaza el lote y se notifica al jefe de aseguramiento de calidad por medio del reporte de producto no conforme.

Figura 5.3 Control de Inspección de dureza


| | | | | |
|---|---|---|-----------------|------------------|
|  | | Aviso de recepción de materiales | | |
| Fecha: 07/marzo/05 | | Proveedor: Multiceras S.A de C.V | | |
| Documentos anexos: Certificado de calidad | | Inspector: | | |
| Partida: | Descripción: | Cantidad | Aprobado | Rechazado |
| 1 | Parafina ámbar 0013003 Lote: 05/0190 | 30 000 kg (1200 sacos) | SI | |
| _____ Firma Jefe de almacén | | | | |

Figura 5.4 Aviso de Materiales al finalizar la inspección.



| | | | |
|---|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
|  | | APROBADO | |
| Fecha | 07/03/05 | Proveedor | Multiceras S.A de C.V |
| Producto | Parafina Ámbar 0013003 | Lote/Factura | 05/0190 |
| Cantidad | 1200 Sacos | Inspector | _____ |
| <input type="radio"/> MP | <input type="radio"/> Proceso | <input type="radio"/> PT | |

Figura 5.5 Etiqueta de disposición de la parafina ámbar.

| | | |
|---|---|-----------------------|
|  <small>DIXON TIGONDEROGA COMPANY</small> | Método de prueba par determinar peso en barras (1/4 lb.) | MPCC-005 |
| | Fecha: | |
| Elaboró: | Revisó: | Autorizó: |
| Puesto y firma | Puesto y firma | Puesto y firma |

1. Objetivo: Determinar el peso de las barras de plastilina que produce DIXON VINCI.

2. Referencias:

- Plan de inspección
- Hoja de instrucción de inspección
- Especificaciones de barras de plastilina

3. Desarrollo

3.1 Al salir la plastilina extruida tomar cinco muestras de plastilina en forma de barra. Esto se hará 4 veces por turno esto es una vez cada 2 hrs.

3.2 Pesar cada una de las muestras en la balanza:

$$P = W [g]$$

3.3 Asentar los resultados en la carta de control $\bar{X} R$.

3.4 Seguir las instrucciones que en esta carta se indican y consultar la Hoja de Instrucción de Inspección.

4. Criterios

Los criterios que se indican en la Hoja de Instrucción de Inspección y en la carta de control $\bar{X} R$.

5. Equipo a utilizar

- Báscula digital.

Fig. 5.7 Método de Prueba para determinar peso en barras de plastilina

Primero se selecciona la característica de peso de barras de plastilina, como variable sometida a control.

El dispositivo que se utiliza es una báscula digital, ésta esta debidamente calibrada y es inspeccionada frecuentemente.

El tamaño de la muestra es $n=5$, ya que este número facilita los cálculos de las medias.

Se toman cinco muestras cada dos horas. Un total de 4 veces por turno. Siendo por día: ocho grupos de 5 muestras cada uno

| | |
|---------------------|--------------------|
| $\bar{X} = 119.44$ | $\bar{R} = 1.79$ |
| LSC = 120.48 | LIC = 118.4 |
| LSC R = 3.7769 | LIC R = 0 |
| LSE = 125 | LIE = 113 |

Para graficar se utiliza la siguiente carta Fig. 5.8

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Objetivo Específico

Mostrar las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

6.1 Conclusiones

Se generó un Plan de Inspección para el control de calidad en la producción de Plastilina, este Plan está conformado por dos etapas que son:

- Inspección de Materia Prima
- Inspección de Plastilina Extruida.

Al controlar las características contempladas en el Plan de Inspección propuesto DIXON VINCI puede obtener los siguientes beneficios:

- Empleo de materias primas que cumplen con las especificaciones utilizadas por la empresa.
- Tener una mejor integración de materias primas en las mezclas.
- Evitar paros continuos de la máquina selladora por piezas fuera de dimensiones y de peso.
- Evitar generación de desperdicio.
- Evitar retrabajo.
- Generar un historial del proveedor, para saber si es capaz de suministrar materia prima con las características requeridas para el proceso.
- Al preparar mezclas de materia prima conforme a las especificaciones, y lo indicado en las fórmulas maestras en lo que respecta tanto a cantidades como a tiempo de mezclado; se evita el desperdicio de materia prima.
- Se obtiene plastilina de color uniforme y consistente.

Ahora se cuenta con documentos necesarios para controlar el proceso de fabricación de la plastilina.

Con estos documentos se sabe:

- Qué se debe inspeccionar
- Quién debe hacerlo
- Con qué debe hacerse
- Cómo debe hacerse
- Cuando debe hacerse
- Con qué frecuencia debe hacerse
- Dónde debe registrarse y,
- Cómo reaccionar ante una no conformidad.

Así mismo se proporciona el uso de técnicas estadísticas para el control de la calidad del producto. Complementando así lo utilizado en la empresa.

El presente trabajo, ya aplicado en el área de plastilinas de DIXON VINCI, se puede ver reflejado positivamente de la siguiente manera:

- Reducción de costos por retrabajo
- La máquina selladora recibirá piezas dentro de especificaciones, evitando paros innecesarios.
- El consumidor recibirá plastilina de color uniforme.

También este trabajo permitió aplicar y comprender principalmente lo siguiente:

- Conocer el proceso de producción de la plastilina.
- La importancia que tienen las materias primas en el resultado final, en el producto terminado. Estas si entran en mal estado al proceso, el producto obtenido también saldrá mal.
- La utilidad que tiene la aplicación de la teoría de Control de Calidad y la Estadística para detectar variaciones, así como permitir una mejor toma de decisiones.

6.2 Recomendaciones

Finalmente mi recomendación es el de aplicar y darle seguimiento al plan de inspección propuesto. Haciendo posteriormente los ajustes necesarios, mismos que se irán adaptando a las necesidades de la empresa. En dado caso pudiera empezarse por el plan de inspección preliminar ya que éste contempla todos los puntos de control del proceso.

En los ejemplos de aplicación del plan de inspección se presentan documentos diseñados bajo una estructura uniforme, que servirán como ejemplo para diseñar los documentos de los puntos restantes del plan propuesto.

El plan de inspección propuesto contempla la entrada y salida, quedando limitado en su parte intermedia. Por este motivo recomiendo que cuanto antes se ponga en vigor y aplicación, los manuales de condiciones de operación que se están formulando en DIXON VINCI. Para trabajar en la parte intermedia del proceso. De esta manera es factible la ampliación del plan propuesto, haciéndolo similar al plan preliminar.

Bibliografía

1. DÍAZ GARCÍA, SORIANO DEL CARMEN, Plan de Inspección Aplicado a la Producción de Monofilamento de Polietileno, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 2002.
2. DUNCAN, Control de Calidad y Estadística Industrial, Ed. Alfaomega, México, 1989.
3. FEIGENBAUM ARMAND V., Control Total de la Calidad, CECSA, México, 1999.
4. JURAN J.M, GRUNA F.M, Análisis y Planeación de la Calidad, Mc. Graw Hill, México, 3ª edición, 1995.
5. POLA MASEDA ÁNGEL, Aplicación de la Estadística al Control de Calidad, Productica, Ed. Marcombo Boixareu Editores, España, 1993.
6. POLA MASEDA ANGEL, Gestión de la Calidad, Productica, Ed. Marcombo Boixareu Editores, España, 1988.
7. RABBITT JOHN T., The Miniguide To ISO 9000, Quality Resources, New York, N.Y., EE.UU, 1996.
8. RODRÍGUEZ MENA OCTAVIO, Implantación de la Norma ISO 9001 en Volvo Bus de México, S.A. de C.V., Facultad de Química, UNAM, México, 2002.
9. SÁNCHEZ SÁNCHEZ ANTONIO, La Inspección y el Control de la Calidad, Ed. Limusa, México, 1988.

Glosario

ASTM. Sociedad Americana de Pruebas y Materiales. Organización destinada a la "promoción de los conocimientos de los materiales de ingeniería y la estandarización de especificaciones y métodos de prueba".

ANSI American National Standards Institute. Organización destinada a la estandarización en normas.

ERP Por sus siglas en inglés: *Enterprise Resource Planning*. Son aplicaciones de planificación de recursos empresariales. Estos sistemas tienen la característica de que están interrelacionados entre sí, es decir, son un sistema integral de información que abarca todas las áreas de una organización como son:

- Compras
- Ventas
- Producción
- Finanzas: cuentas a cobrar, cuentas por pagar, inventarios, activos fijos,
- Recursos humanos

Mina. Mina de lápiz, barrita de grafito mezclado con arcilla.

Pigmento. Es un polvo de origen orgánico o inorgánico, con tamaño de partícula de 0.01 a 1 μm , insoluble en el medio de aplicación y que tiene como función la de conferir color al producto.

Proyecto. Es la búsqueda de una solución inteligente, al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre muchas, una necesidad humana.

ANEXO

Tabla A Letras Clave del tamaño de muestra MLT-STD-105D

| Tamaño de lote | Niveles de inspección especiales | | | | Niveles de inspección generales | | |
|----------------|----------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------------|----|-----|
| | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | I | II | III |
| 2-8 | A | A | A | A | A | A | B |
| 9-15 | A | A | A | A | A | B | C |
| 16-25 | A | A | B | B | B | C | D |
| 26-50 | A | B | B | C | C | D | E |
| 51-90 | B | B | C | C | C | E | F |
| 91-150 | B | B | C | D | D | F | G |
| 151-280 | B | C | D | E | E | G | H |
| 281-500 | B | C | D | E | F | H | J |
| 501-1200 | C | C | E | F | G | J | K |
| 1201-3200 | C | D | E | G | H | K | L |
| 3201-10000 | C | D | F | G | J | L | M |
| 10001-35000 | C | D | F | H | K | M | N |
| 35001-150000 | D | E | G | J | L | N | P |
| 150001-500000 | D | E | G | J | M | P | Q |
| 500001- y más | D | E | H | K | N | Q | R |

Tabla B Tabla maestra para inspección normal (muestreo simple) MIL-STD 105 D

| Letra código del tamaño de la muestra | Tamaño de la muestra | Niveles aceptables de calidad (inspección normal) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|--|
| | | 0.010 | 0.015 | 0.025 | 0.040 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 | 1000 | | | | |
| | | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | Ac Re | | |
| A | 2 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| B | 3 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| C | 5 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| D | 8 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| E | 13 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| F | 20 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| G | 32 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| H | 50 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| J | 80 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| K | 125 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| L | 200 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| M | 315 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| N | 500 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| O | 800 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| P | 1250 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |
| R | 2000 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | | | |

↓ = Use el primer procedimiento de inspección abajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o mayor que el del lote o conjunto, hágase inspección al 100 por ciento.
 ↑ = Use el primer procedimiento de muestreo arriba de la flecha.

Ac = Número de aceptación
 Re = Número de rechazo.