

2ej
↓



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

“CUAUTITLAN”

**SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD EN
CORCHERA MEXICANA, S. A. DE C. V.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A**

JORGE PABLO ABREGO

**DIRECTOR DE LA TESIS:
ING. RAFAEL DECELIS CONTRERAS**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1986



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 está 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.

I N D I C E

| | Página |
|---|--------|
| INTRODUCCION. | 1 |
| CAPITULO I. ANTECEDENTES | 3 |
| 1.1.- Formas, Usos y Propiedades del Corcho. | 3 |
| 1.2.- Proceso de Manufactura en Corchera Mexicana. | 12 |
| 1.3.- Introducción al Sistema de Calidad. | 16 |
| CAPITULO II. ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS. | 22 |
| 2.1.- Especificación del Corcho Aglomerado para uso Industrial. | 23 |
| 2.2.- Corcho Decorativo. | 25 |
| 2.3.- Artesanías. | 26 |
| 2.4.- Corcho Granulado. | 26 |
| CAPITULO III. ORGANIZACION DEL EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD. | 28 |
| 3.1.- Planteamiento General. | 29 |
| 3.2.- Responsabilidades Particulares y Formas de Trabajo. | 30 |
| 3.2.1.- Guía para Jefe de Control de Calidad. | 30 |
| 3.2.2.- Guía para Responsable de Laboratorio. | 31 |
| 3.2.3.- Guía para Inspector de Control de Calidad. | 33 |
| CAPITULO IV. SISTEMA DE TRABAJO Y COMUNICACION DE LA CALIDAD. | 36 |
| 4.1.- Areas de Trabajo para el Control de Calidad. | 36 |

| | Página |
|--|--------|
| CAPITULO V. METODOS DE LABORATORIO. | 54 |
| 5.1.- Materia Prima. | 54 |
| 5.2.- Producto Terminado. | 65 |
| 5.2.1.- Método de Prueba para Corcho Aglomerado para Juntas. | 65 |
| 5.2.2.- Losetas para Piso de Corcho Aglomerado, Métodos de Prueba. | 75 |
| CAPITULO VI. CONTROL DE PROCESO. | 86 |
| 6.1.- Diagrama de Ishikawa. | 86 |
| 6.2.- Propiedades por Controlar. | 87 |
| 6.3.- Determinación de Propiedades (Peso Específico y Densidad Aparente). | 90 |
| CAPITULO VII. METODOS ESTADISTICOS. | 95 |
| 7.1.- Propiedades del Primer Estudio Estadístico. | 95 |
| 7.2.- Análisis Matemático de las Gráficas de Control. | 96 |
| 7.3.- Registro de Mediciones y Gráficas de Control. | 98 |
| 7.4.- Método de Muestreo. | 112 |
| CAPITULO VIII. COSTOS DE CALIDAD. | 123 |
| 8.1.- Planteamiento. | 129 |
| 8.2.- Relación de Costos en el mes de febrero de 1986. | 132 |
| CONCLUSIONES. | 134 |
| BIBLIOGRAFIA. | 140 |

I N T R O D U C C I O N

El Control de Calidad es fundamental para el desarrollo de una empresa y por lo tanto de un País.

Mucho se ha hablado que los productos Mexicanos son de baja calidad, esto se debe a que muchas empresas no cuentan con un sistema de control establecido. A medida que las industrias tengan en su presupuesto un porcentaje destinado al Control de Calidad y al desarrollo tecnológico se mejorará en mucho la calidad de los productos y se facilitará el desarrollo tecnológico del País. Tenemos el ejemplo de varios países como U.S.A., Alemania, Japón, - - etc. los cuales se preocupan constantemente en la calidad de sus productos y los resultados los observamos claramente en infinidad de productos cuya calidad nos asombra.

Para establecer un sistema de Control de Calidad de una Compañía Mexicana se considera la Infraestructura, las instalaciones, y el personal que en esta labora

Los beneficios que se persiguen al establecer un sistema de Control de Calidad son muchos, como: Mejoría en la calidad de los productos; mejoría en la moral de los empleados; apoyo efectivo al departamento de ventas, entre otros.

Este sistema de Control total de Calidad empieza desde la investigación del mercado de la materia prima y no termina hasta que -- los productos terminados son usados por el consumidor y le satisfagan. Por lo tanto se requiere mantener las especificaciones y las normas de la materia prima, el proceso y el producto terminado. - También el Control de Calidad pretende ser un departamento nuevo - donde todo el personal de la planta intervenga en la solución de - los problemas que se presenten.

Así el propósito de este trabajo es establecer el Sistema y que de este se obtengan beneficios para todos.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1.- FORMAS, USOS Y PROPIEDADES DEL CORCHO.

El Corcho es un producto de origen natural, constituye la corteza del árbol del Alcornoque, cuyo nombre científico es Quercus Suber L.

Este árbol es una especie de Roble y una de sus características importantes es que mantiene su verdor en todas las estaciones del año.

El árbol del Alcornoque, cuya altura alcanza 10 metros, únicamente se reproduce en el Sur de Europa y Norte de Africa, donde los principales productores son: Portugal; España y Argelia. Parece -- ser que el árbol prefiere la influencia del Atlántico y del Mediterráneo, alturas medias (hasta mil metros sobre el nivel del mar), humedad y temperaturas características de la zona.

La corteza del árbol del Alcornoque está formado por un agrupamiento de células dispuestas en capas sucesivas que se superponen

todos los años, hasta que el ensamblaje alcanza un espesor adecuado para el uso industrial. Su extracción se hace en los meses de más calor, durante los cuales la actividad vegetativa del árbol se encuentra en apogeo.

Cuando los árboles tienen de 15 a 20 años de vida, se efectúa la primera casca⁽¹⁾. El primer corcho que se obtiene se llama virgen y se utiliza para la obtención de granulados y como materia prima para corcho decorativo.

Las subsecuentes cascadas se efectúan en intervalos de 8 a 10 años, la calidad del corcho aumenta a medida que aumentan las cascadas. Generalmente hasta la tercera casca se emplea para su industria primaria, que es la fabricación de tapones para vino.

La vida del árbol en producción es de 100 a 150 años.

Otra peculiaridad del Quercus Suber L. es que si se corta bajo el sol, el árbol retoña, aumentando así la calidad del próximo corcho virgen.

CONSTITUCION CELULAR. La Constitución Celular del Corcho es la que le da a este producto sus características especiales. Esta compuesto por aproximadamente cuarenta millones de células por centímetro cúbico. Estas células están muy unidas entre sí por medio de su misma resina. Las células tienen una forma poliédrica. Además, dentro de sí esta contenido aire en una concentración de 50% en volumen.

(1) Se entiende por Casca, el quitar la corteza del árbol.

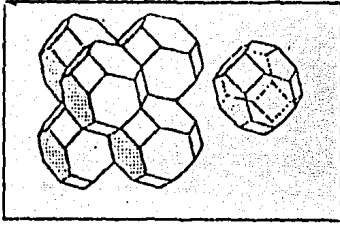


FIG. 1.1. GRUPO DE CINCO CELULAS PERFECTAMENTE ADAPTADAS ENTRE ELLAS.

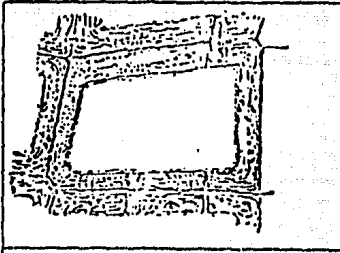


FIG. 1.2. CORTE IDEAL DE UNA CELULA.

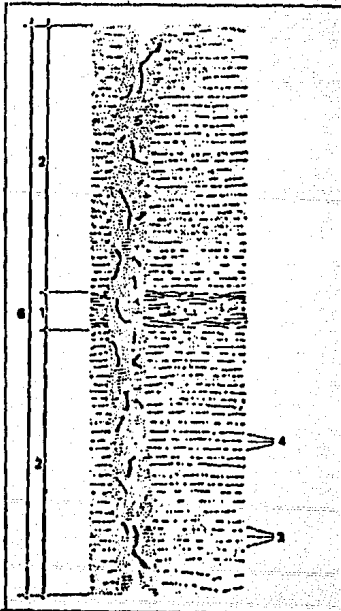


FIG. 1.3. PARED DE CELULA SEGUN P. SITTE.

- 1.- CAPA PRIMARIA.
- 2.- CAPA SECUNDARIA.
- 3.- SUBERINA.
- 4.- CERA.
- 5.- PLASMODESMO.
- 6.- ESPACIO TOTAL ENTRE POROS.

P R E P A R A C I O N

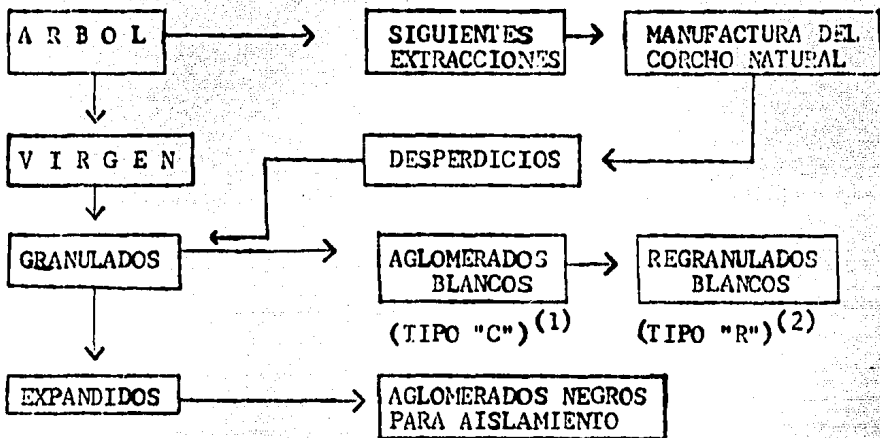


FIG. 1.4. ESQUEMA DE MANUFACTURA GENERAL DEL CORCHO.

El corcho en "PLANCHA"⁽³⁾ que se destina para la elaboración de tapones para vino debe pasar, por su función, una serie de operaciones que se integran a la preparación del corcho.

Las operaciones son las siguientes:

DESECHO: Consiste en una primera selección del corcho por calidad.

COCCION: Es la inmersión del corcho en agua hirviendo, durante 60 minutos aproximadamente, a fin de que el corcho tenga una mayor elasticidad, facilidad de cortado, volumen y estabilidad dimensional.

(1), (2) Clasificación en la Compañía.

(3) Planchas de corcho cortadas del árbol.

TROQUELADO Y RECORTE DEL CORCHO EN BANDAS: Tiene por objetivo cortar las placas de corcho a fin de obtener pedazos uniformes en calidad y espesor.

ELECCION: A través de esta operación, que exige una mano de obra muy especializada, se clasifican los pedazos de corcho provenientes de la operación anterior según el calibre y la calidad ya definidas para la transformación de manufacturas finas.

COMPACTAMIENTO Y EMBALAJE: El corcho, para su transportación - debe disponerse en pacas según sus dimensiones y pesos.

TRANSFORMACION DEL CORCHO: Los tapones constituyen las manufacturas más tradicionales y representativas del corcho.

La función de los tapones es absolutamente incomparable, porque no existe ningún otro producto que puede reemplazarlo como ya ha sido comprobado por medio de experiencias hechas desde hace largo tiempo.

Los tapones de corcho se ajustan perfectamente a la boca de la botella, cierra herméticamente debido a la calidad de "resiliencia" o capacidad de expansión constante, sin fatiga, regresando a su forma primitiva, después de haber sido comprimido para ser introducido en la botella.

Por otro lado, son totalmente inofensivos para la salud, contribuyen sobre todo para una exacta maduración de vinos de calidad y favorecen a su aroma especial, sabor y transparencia.

Se puede distinguir, considerando los vinos que van taponados, dos grandes grupos de tapones: Los de empleo general (para vinos

sin presión gaseosa) y los de Champagne y de vinos espumosos (estando aquí los de mayor espesor que los anteriores).

En lo que respecta a su constitución; los tapones pueden ser naturales o aglomerados, estos últimos más adecuados para el Champagne, vinos espumosos y vinos de rápido consumo.

Actualmente los tapones son fabricados con técnicas muy modernas, pero constituyen aún una manufactura típica de carácter artesanal.

GRANULADO DEL CORCHO: Todo el corcho que no sirve para la elaboración de manufacturas finas, fundamentalmente los tapones de corcho natural, es empleado para la obtención de diferentes tipos de aglomerados (Ver fig. 1.4.).

Para su aglomeración, el corcho debe ser previamente triturado, dando lugar al corcho granulado.

Esta manufactura tiene específicamente algunas aplicaciones como material de relleno, para servir de aislamiento térmico en algunos tipos de estructura o también como material de embalaje, en vasado de objetos frágiles y delicados.

La elaboración del granulado del corcho se hace por medio de una serie de operaciones que deben ser hechas de una manera exacta teniendo necesidad de un control continuo.

En primer lugar, se hace la trituración por medio de diferentes molinos de acción complementaria. Enseguida se hace selección de granulado teniendo en consideración sus dimensiones, por medio de juegos de tamiz con calibres diferentes y la calidad y pureza

del granulado por medio de un procedimiento neumático de aspiración, pues el granulado más pesado se constituye únicamente por el corcho con impurezas y el corcho con un peso específico más bajo es de mejor calidad.

Los granulados tienen sus características normales (granulometría, peso específico, humedad, pureza) para asegurar su Control de Calidad.

El granulado proveniente del corcho virgen y de desecho es empleado para la elaboración de aglomerados negros de aislamiento. Sin embargo, los provenientes de desperdicios de corcho de una mejor calidad, son utilizados para la obtención de aglomerados compuestos, pero la destinación del granulado depende esencialmente, de la clase de la materia prima que la originan, como el degradado de purificación con el cual se obtienen.

EMPAQUES: Una de las aplicaciones más técnicas del corcho es la que concierne a las juntas destinadas a la industria automotriz, eléctrica, etc., donde este tipo de productos es utilizado entre dos o varias piezas que se juntan.

El producto tiene esta finalidad debido a las características del corcho, compresión y recuperación elástica, resistente a la corrosión de reactivos.

Estas juntas están compuestas de corcho aglomerado.

Considerando el conjunto donde se encuentran las juntas y las funciones críticas del funcionamiento, deben cumplir reglas muy rigurosas según las normas específicas, y someterlas a pruebas de valoración.

DECORACION. Hoy, uno de los usos mas importantes del corcho, es la decoración de interiores. Los aglomerados decorativos simples y compuestos provenientes del corcho, son de materiales -- tradicionales de desechos, siendo utilizados desde hace largo tiempo, en lugares de descanso y reposo, tales como: bibliotecas, hospitales, cines, estudios, oficinas, etc.

Hoy en día, estos derivados se ajustan a las exigencias del mercado, por medio de procesos de fabricación totalmente adecuados.

El corcho para la decoración posee características de aislamiento que garantiza un ambiente confortable.

La gama de corcho para la decoración es muy variada, la cual se ajusta a todos los estilos, siempre con un tono de elegancia y atractivo.

LOSETAS PARA PISO. El revestimiento de piso con parquet de corcho, debido a sus características específicas, posibilita -- una temperatura superficial de suelo cuando se camina sobre él muy confortable a comparación de otros materiales usados con la misma finalidad; una resistencia térmica sensible (aislamiento térmico); cierta absorción acústica y un aspecto decorativo inigualable, cálido y atractivo; que nos permite obtener diferentes combinaciones de colores. Por otro lado, el parquet de corcho es antivibratorio, determina una eliminación y amortización de vibraciones producidas por percusiones o impacto.

El revestimiento podrá estar suministrado con toques de últi

mo momento, PVC pulido o barnizado, entre otros.

AGLOMERADO DE CORCHO PARA AISLAMIENTO: La función del aislamiento del corcho es conocida y utilizada desde hace largo tiempo.

Esta función de aislamiento es mencionada aquí, sobre todo -- por lo que respecta al campo térmico y acústico, estando comprendido en este último, el sonido y vibraciones.

Las manufacturas del corcho, más representativas en este campo son los aglomerados negros, fundamentalmente los llamados puros, constituidos por granulos del corcho aglutinados entre sí -- por la resina misma del corcho, por medio de un procedimiento de quemado adecuado.

Con la misma función tenemos los aglomerados nombrados como -- puestos o blancos, formados de granulados unidos entre ellos por medio de aglutinantes.

Los primeros aglomerados descubiertos, fueron los aglomerados negros, a fines del siglo pasado, volviendo mas fácil la utilización integral del corcho a partir de su trituración.

Las propiedades de aislamiento del corcho aglomerado, son provenientes de su típica constitución. Podemos aquí señalar su -- elasticidad y su poder de aislamiento (bajo coeficiente de conductividad térmica).

Los aglomerados negros se clasifican en tres clases: TÈRMICOS, ACUSTICOS y VIBRATORIOS, según el tipo de aislamiento al que se destinan.

La diferencia entre las clases de aglomerados mencionados, -- esta dada en la variación de las dimensiones y pureza del aglomerado, así como las diferencias de peso específico.

ESPECIALIDADES: La calidad y las maravillosas características del corcho le permite tener numerosas aplicaciones y muchas -- existen desde hace tiempo. Las especialidades del corcho tradicionalmente reconocidas, engloba numerosos productos del corcho, fabricados por procesos artesanales, que tienden a realizarse -- por una producción más o menos en serie.

En este conjunto de productos hechos en corcho natural o aglomerado, se pueden encontrar los mas diversos: Floreros, cuadros, estatuillas, soportes, carpetas para mesa; flotadores, boyas de salvamento; empuñaduras para cañas de pescar; anillos, sellos, - bandejas, etc., todos con el atractivo que caracteriza el noble material que es el corcho.

1.2.- PROCESO DE MANUFACTURA EN CORCHERA MEXICANA.

Actualmente, la planta cuenta con la infraestructura para -- hacer únicamente aglomerados blancos, los cuales son: El corcho tipo "C"; corcho tipo "R" y decorativo. El proceso de manufactura es el comunmente empleado por lotes y consiste en: Trituración; Mezclado (corcho-aglutinante); Brensado; Cocido; Reposo y Corte.

A continuación se presenta la forma de fabricación para el tipo "C".

TRITURACION: Inicialmente el corcho nos llega en pacas de 50 a 70 kg. Para producir el corcho tipo "C", se utiliza corcho granulado (Importado) y troquelado de 1^a o 2^a (clasificación de acuerdo a la cantidad de impurezas que presenta).

Para la trituration del corcho, la planta cuenta con cuatro diferentes molinos de acción complementaria, además con equipos de separación de polvos y de corcho contaminado.

SISTEMA DE MOLIENDA Y PURIFICACION: Los pasos del sistema son:

- 1.- Molino de Cuchillas. Tiene la función de triturar el corcho.
- 2.- Molino de Rodillos. Ablandar el grano.
- 3.- Molino de Piedras. Tritura y ablanda el grano.
- 4.- Criba. Separación por tamaño.
- 5.- Sarandas. Separación de polvo.
- 6.- Sutons. Separación del grano contaminado (arroz).
- 7.- Tanques de almacenamiento.

El sistema es conectado por medio de ductos de acción neumática, gusanos y cangilones. (ver figura 1.5).

El corcho granulado obtenido, debe presentar las características que se requieran para el proceso de manufactura o para uso como producto terminado (ver características del grano tabla 2.4).

MEZCLADO: Corcho Pegamento (revolturas). En este paso, al granulado se le mezcla con agentes adhesivos para aglomerarlo.

El equipo empleado en este paso es: Revolvedoras horizontales

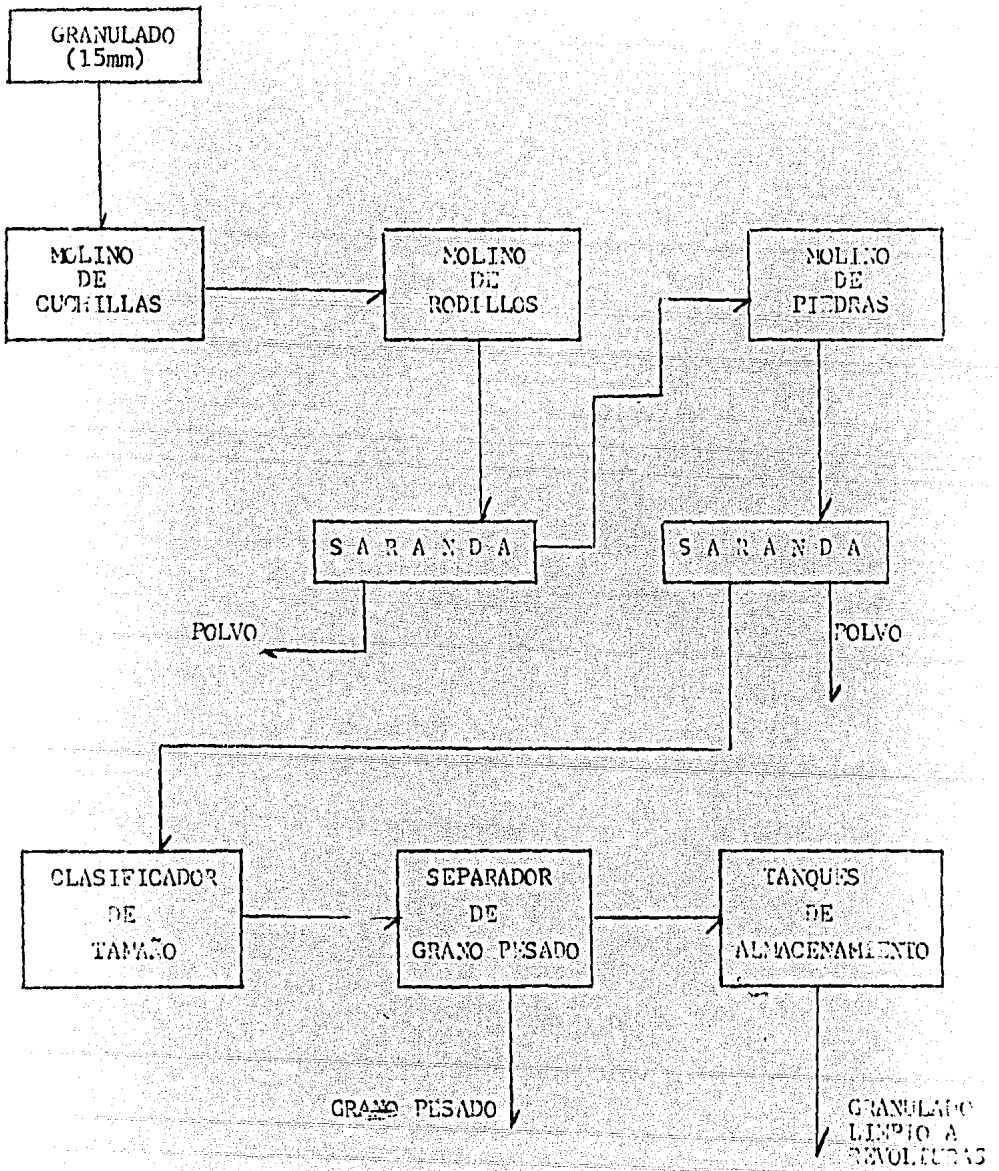


FIG. 1.5. DIAGRAMA DEL PROCESO DE MOLINERÍA Y PURIFICACIÓN.

y una mezcladora de Cola-Agua-Glicerina.

Formulación típica tipo "C".

| | | |
|----------------------|------|--------|
| Corcho fino 1 a 2 mm | 78.0 | partes |
| Corcho fino 2 a 3 mm | 22.0 | " |
| Cola | 10.0 | " |
| Agua | 16.0 | " |
| Glicerina | 14.0 | " |
| Pluracol | 1.0 | " |
| Resorcina | 3.5 | " |
| Paraformaldehído | 1.0 | " |
| Parafina | 0.5 | " |

Estos componentes se mezclan aproximadamente en 30 min.

PRENSADO: La mezcla se introduce en moldes, ya sea para bloque o bobinas a una presión de 50 kg/cm^2 aproximadamente. La densidad aparente del producto terminado queda directamente influenciada por la cantidad de corcho introducida a los moldes -También la presión a la cual se introduce el corcho-.

COCIDO: Para que el agente adhesivo se plastifique, el corcho contenido en los moldes se cocer a $140 \text{ }^\circ\text{C}$. 4 horas para blocks y 12 horas para bobinas.

REPOSO: Una vez cocido el corcho se saca de los moldes y se deja en reposo 15 días como mínimo para que se establezca dimensionalmente.

CORTE: Los blocks se pueden cortar en cualquier medida que este entre 0.8 mm y 70 mm, esto de acuerdo a la demanda.

Las bobinas se cortan en los espesores de 1mm, 1.6mm, 2.4mm, 3.2mm, 4mm y 6.4mm.

PROCESO TIPO "R": El corcho tipo "R" es producido para aprovechar los desperdicios de los aglomerados de tipo "C" o decorativos. Su calidad como producto terminado es inferior al tipo "C", pero aprueba las normas de calidad de asociaciones como la ISO y ASTM. Básicamente el proceso de manufactura es igual al de tipo "C" pero con otra formulación. Presenta el atractivo de menor costo.

PROCESO PARA BLOQUES Y BOBINAS PARA DECORACION: La manufactura del corcho para decoración no varía en mucho con respecto al industrial, únicamente en la formulación y en la combinación de diferentes granos, placas de corcho y métodos de distribución del material en el molde.

1.3.- INTRODUCCION AL SISTEMA DE CALIDAD.

La función del Control de Calidad es producir dentro de especificaciones.

El propósito de este trabajo, es implantar un Sistema de Control de Calidad dentro de la Compañía Corchera Mexicana, S.A. de C.V., de acuerdo a los siguientes objetivos:

- 1.- Desarrollar una mejor calidad en los productos terminados.

2.- Mantener las propiedades del proceso de manufactura en óptimas condiciones.

3.- Comprobar que la materia prima adquirida, sea la adecuada para el proceso.

4.- Ofrecer un apoyo efectivo de calidad al departamento de ventas.

5.- Reducir los costos de producción por interrupciones de este.

6.- Mantener un equilibrio eficiente entre calidad y costos.

7.- Mejoría en la moral de los empleados.

8.- Promover la Norma Oficial Mexicana, para corcho aglomerado.

El Sistema de Control que nos ocupa se inicia con la investigación del mercado de la materia prima y no termina, sino hasta cuando el producto llega a las manos del consumidor y le satisface. La razón de lo anterior es que la calidad de todo producto se haya afectada en muchos de los pasos del ciclo industrial como los siguientes siete casos:

1.- El mercado valora o estima el nivel de calidad que desea el consumidor y por el cual está dispuesto a pagar.

2.- Los Ingenieros traducen los requerimientos del mercado en especificaciones exactas.

3.- La Ingeniería de manufactura proporciona equipo y procesos de producción.

4.- Compras escoge, contrata y ajusta con los proveedores, - la materia prima que desea adquirir.

5.- La supervisión de manufactura y el personal obrero ejercen una influencia decisiva durante la fabricación.

6.- La inspección de Laboratorio y pruebas funcionales, comprueban la conformidad con las especificaciones.

7.- Los empaques ejercen una influencia atractiva hacia los consumidores.

En otras palabras la cuantificación de la calidad y costos de calidad tienen lugar durante el ciclo industrial completo. - Por esta razón, el verdadero control de calidad no se puede lograr concentrándose en la investigación únicamente o en el diseño, tampoco en la ubicación de problemas o en la preparación -- educativa de los operarios, ni el análisis estadístico o en los estudios especiales de confiabilidad por importantes que sean - individualmente cada uno de estos elementos, pero trabajándolos en conjunto se obtienen buenos resultados.

La amplitud del campo de acción del Sistema de Control de la Calidad hace una función nueva e importante en la administración de la Compañía. A semejanza del tema de la actividad, histórica de la inspección que era: "Ellas (las partes malas), no pasarán", el tema nuevo es "Háganse bien desde el principio".

El Sistema de Control de Calidad está dividido en siete puntos fundamentales que a continuación se indican:

- 1.- Especificaciones de los productos terminados.
- 2.- Organización del Equipo de Control de Calidad.
- 3.- Sistema de Trabajo y Comunicación de la Calidad.
- 4.- Métodos de Laboratorio.
- 5.- Control de Proceso.
- 6.- Métodos Estadísticos.
- 7.- Costos de la Calidad.

1.- ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS. Las especificaciones de los productos terminados de Corchera Mexicana, -- fueron establecidas con datos mínimos y están sujetas a cambios que dependen de costos de producción, costo de materia prima y son determinadas en base a los estudios estadísticos que se elaboran con el tiempo. Este Sistema de Control contempla este punto y considera que los resultados que se obtengan en la sección de Estadística serán en un futuro las especificaciones.

2.- ORGANIZACION DEL EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD. En este punto se analiza el trabajo y las responsabilidades de los miembros de esta área.

Se desglosa el trabajo del Jefe de Control de Calidad del -- responsable del Laboratorio y del Inspector de la Calidad. Tomando en cuenta que todos los miembros de la Compañía deberán ser miembros del Departamento de Control.

3.- SISTEMA DE TRABAJO Y COMUNICACION DE LA CALIDAD. Aquí se detallan todas las áreas de trabajo de Control de Calidad, asig

nando responsabilidades de calidad a los operarios, vendedores, obreros, etc. También se plantean juntas, cursos, documentos y formas de motivación para la calidad y mejoría en la conciencia de los empleados.

4.- METODOS DE LABORATORIO. En los métodos de prueba de laboratorio se establecen requerimientos para la materia prima y su forma de determinación en el laboratorio, tomando en cuenta las normas de calidad establecidas y pruebas de comparación. Para el producto terminado se establecen los métodos de prueba basadas en Normas Internacionales tales como la ISO y ASTM. Considerando que en México no hay norma para el corcho aglomerado, uno de los objetivos primordiales es promover con las autoridades las Normas Oficiales Mexicanas para corcho aglomerado.

5.- CONTROL DE PROCESO. Para establecer un control de proceso, se parte de las especificaciones de calidad de los productos terminados y se asignan las propiedades importantes que controlar cuando el proceso esta en marcha, también se establece una forma de cálculo sencillo para determinar estas propiedades.

6.- METODOS ESTADISTICOS. Para cada una de las propiedades tanto de laboratorio como del proceso, se establecen formas de estudio estadístico.

7.- COSTOS DE CALIDAD. En este punto se tratan los costos por prevención costos por evaluación y costos por fallas.

Antes de establecer el Control de Calidad se tiene la siguiente situación:

| | |
|-----------------------------|----------------|
| Rechazos Externos -mensual | 4% |
| Rechazos Internos -mensual- | No se efectuan |
| Imagen de la Compañía | Aceptable |
| Competitividad | Muy vulnerable |
| Confiabilidad del producto | Poca |

Los rechazos externos -rechazos de clientes- son de 4% antes de empezar el Control de Calidad.

Los rechazos internos no se efectuan ya que no hay inspección de producto terminado.

La imagen de la Compañía es aceptable, con la excepción del 4% de baja calidad en los productos.

La competitividad es vulnerable ya que no se cuenta con una calidad constante.

La confiabilidad es poca ya que no se miden las propiedades del producto terminado.

En la sección Conclusiones se compara esta situación con la que se tiene después que se desarrolle el Control.

C A P I T U L O II

ESPECIFICACIONES DE LOS PRODUCTOS TERMINADOS

Para determinar las especificaciones de los productos terminados, se tomaron en cuenta las Normas Internacionales para corcho industrial y decorativo para piso, primeramente se determino si en realidad nuestros productos cubrian estas normas y los resultados fueron satisfactorios. También, se tomaron en cuenta las instalaciones de la planta y la maquinaria de producción - para determinar si los equipos nos proporcionan las especificaciones requeridas y, se llegó a la conclusión de que el equipo es apto para producir la calidad requerida pero necesita de un control y mantenimiento continuo.

Además, se observo que de acuerdo al mercado, la calidad del producto es la que el cliente está dispuesto a pagar de esta forma y en especial para el corcho industrial tipo "C", se llegó a la conclusión de producirlo con una densidad de 272 a 320 kg/m^3 , con esta densidad el corcho no es tan ligero que no re-

sista una buena tensión y no es tan pesado que nos encarezca el -- costo de producción.

Para el empaque y acabado de nuestros productos decorativos com -- biene señalar que estos deberán estar perfectamente empacados y -- limpios.

A continuación se describen las especificaciones de nuestros - productos.

2.1.- ESPECIFICACION DEL CORCHO AGLOMERADO PARA USO INDUSTRIAL.

Bajo costo, material verdaderamente compresible, que permite -- una deflexión importante con un flujo lateral depreciable. Se con -- forma bien a las superficies irregulares. Resistencia elevada a -- los aceites, buena resistencia al agua y muchos productos químicos.

No debe utilizarse con aceites inorgánicos, álcalis, soluciones oxidantes o vapor vivo.

CLASIFICACION.- En Corchera Mexicana, se produce el corcho aglo -- merado para uso industrial, en dos tipos: Tipo "C" y tipo "R". - - (ver propiedades en tabla 2.1.).

Láminas de 96 X 64 mm. en espesores de 0.8mm a 70mm.

Bobinas de 63 cm. de ancho y los espesores y longitud represen -- tados en la tabla 2.2.

TABLA 2.1. CARACTERISTICAS DEL CORCHO INDUSTRIAL.

| CARACTERISTICAS | TIPO "Q" | TIPO "R" |
|---|---|-----------------------------|
| Densidad | 272 a 320 kg/m ³ | 350 a 400 kg/m ³ |
| Mínima resistencia a la tensión | .45 Megapascals (MPa) | .20 MPa |
| Espesor | (En este caso los dos tienen la misma tolerancia). Para espesores menores de 1mm \pm 0.13mm Para espesores de 1 a 3mm \pm 10% Para espesores mayores de 3mm de 0 a +0.25mm | |
| Compresibilidad a 2 ^a kg/cm ² | 15 a 30% | 10 a 22% |
| Recuperación | 66% | 59% |
| Comp. Agua hirviendo | No se desintegra | No se desintegra |
| Comp. Aceite 100°C | No se desintegra | No se desintegra |
| Comp. Combustible | No se desintegra | No se desintegra |
| Flexibilidad | F 5 | F 7 |
| Temperatura máxima de operación | 115 °C | 115 °C |

TABLA 2.2 LONGITUD DE LAS BOBINAS CON RESPECTO A ESPESOR.

| ESPESOR (mm) | LONGITUD (m) |
|--------------|--------------|
| 1.0 | 400 |
| 1.2 | 270 |
| 1.4 | 160 |
| 1.7 | 125 |
| 2.0 | 100 |
| 2.5 | 80 |
| 3.4 | 60 |

2.2.- CORCHO DECORATIVO: El corcho decorativo lo producimos en losetas de 30 X 30 cm. en 12 modelos diferentes. (ver características tabla 2.3,).

TABLA 2.3.- CARACTERISTICAS DE LOS CORCHOS DECORATIVOS.

| -CARACTERISTICAS Y NORMAS | MODELOS LINEA | MODELOS ACUSTICO | MODELOS P/PISO |
|---|---|--|--|
| -Peso ₃ específico kg/m ³ | 350-400 | 240-260 | 450-500 |
| -Espesor mm | 2.40-2.50 | 17.00-17.20 | 4.7-4.8 |
| -Conductividad Térmica (λ) Kcal/mh °C a 25 °C | 0.055 | 0.44 | 0.050 |
| -Coeficiente de aislamiento sonoro | 125HZ =-0.01 1000hz =0.05 4000HZ =0.21 | 125HZ =-0.01 1000HZ =0.05 4000HZ =0.21 | 125HZ =-0.01 1000HZ =0.05 4000HZ =0.21 |
| -Resistencia | | | |
| Ruidos por impacto | 16 dB | 16 dB | 16 dB |
| -Resistencia al fuego | FPI=0.83 (El coeficiente máximo permitido por la Agencia Federal de U.S.A. para áreas públicas es FPI 4.00). | FPI=0.83 | FPI=0.83 |
| -Comportamiento en agua hirviendo (no debe desintegrarse) | No se desintegra | No se desintegra | No se desintegra |

CONTINUACION DE LA TABLA 2.3.

| CARACTERISTICAS Y NORMAS | MODELOS LINEA | MODELOS ACUSTICOS | MODELOS P/PISO |
|---|--|-------------------|-------------------|
| -Comportamiento en aceite ASIM No. 1 a 100 °C, no debe desintegrarse | No se desintegra. | No se desintegra. | No se desintegra. |
| -Comportamiento en combustible Tolueno 35%. Alquilato de Isoogtano 65% | | | |
| No debe desintegrarse. | No se desintegra | No se desintegra | No se desintegra |
| Comportamiento en Acido Clorhídrico (fumante) hirviendo, no debe desintegrarse. | Se desintegra | Se desintegra | Se desintegra |
| Contenido de sales | 1% | 1% | 1% |
| Otras características: | No son atacados por roedores ni termitas | | |

2.3.- ARTESANIAS- Los productos hasta la fecha son: Macetas, floreros, tapones, marcos. Los cuales se trabajan por medio de muestras. Se garantiza buen acabado y completa semejanza con -- muestras.

2.4.- CORCHO GRANULADO- Estas características son las mismas para controlar el proceso.

TABLA 2.4.- CARACTERISTICA DEL GRANULADO.

| TIPO | TAMAÑO NOMINAL (mm) | PESO ESPECIFICO KG/M ³ | HUMEDAD % |
|-------|---------------------|-----------------------------------|-----------|
| C-1 | 4-8 | 50-60 | 7-10 |
| C-2 | 3-4 | 50-60 | 7-10 |
| C-3 | 2-3 | 55-65 | 7-10 |
| C-5 | 1-2 | 45-55 | 7-10 |
| C-6 | 0.1-0.5 | 50-60 | 7-10 |
| R-2 | 3-4 | 80-100 | 8-12 |
| R-3 | 2-3 | 80-100 | 8-12 |
| R-5 | 1-2 | 80-100 | 8-12 |
| ARROZ | 1-3 | 150-170 | 10-12 |
| POLVO | <0.1 | 120-140 | 7-10 |

C A P Í T U L O I I I

ORGANIZACION DEL EQUIPO DE CONTROL DE CALIDAD

Para que el Sistema de Control de Calidad en la Compañía -- sea en verdad efectivo, se necesita de la colaboración de todo el personal de la fábrica para con el Equipo de Control de Calidad. Para que esto se lleve a cabo, el mismo equipo de control fomentará la necesidad de la calidad con todos los miembros.

Así, el Equipo de Control de Calidad se hace responsable de los resultados que se obtengan.

En este capítulo se mencionan el número de miembros del -- equipo, su posición dentro de la empresa, sus responsabilidades y su forma de trabajo rutinario.

Para establecer el número de miembros del equipo de Control se consideraron, el tamaño de la empresa, el Sistema de Comunicación de la Calidad y la misma organización del equipo, así -- se determinaron tres miembros principales: Un Jefe; un Inspec-

tor y un Laboratorista. Sin embargo, a medida que se obtengan - resultados y considerando el crecimiento de la Compañía, tanto en la cantidad de producción como en el desarrollo de nuevos - productos, se requerirá el personal necesario para cubrir las áreas de trabajo.

3.1.- PLANTEAMIENTO GENERAL. Las dos responsabilidades principales del Equipo de Control de Calidad son: Primera, Asegurar que los productos de la empresa sean de buena calidad. Segunda, Que los costos de calidad de dichos productos sean óptimos.

El sistema de trabajo del Equipo de Control de Calidad está fundamentado en los siguientes cuatro puntos:

a).- Establecimiento de las normas. Determinación de las normas para los costos de calidad, para el funcionamiento y la confiabilidad del producto. (CAP. II).

b).- Estimación de conformidad. Comparación de la concordancia entre el producto manufacturado y las normas.

c).- Ejercer acción cuando sea necesario. Aplicar la corrección necesaria cuando se rebasen los estándares.

d).- Hacer planes para mejoramiento. Desarrollar un esfuerzo continuo para mejorar las normas del producto.

De acuerdo al tamaño de la empresa, al proceso de manufactura y al Sistema de Comunicación de la Calidad, se considera necesario que el Equipo de Control de Calidad este compuesto - - por:

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD.- Con categoría superior a los Supervisores de Producción, e inmediata inferior a la Gerencia de Fábrica (carta de reemplazo).

INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD.- Con categoría similar a los Supervisores de Producción.

ENCARGADO DE LABORATORIO.- Responsable de las pruebas de laboratorio.

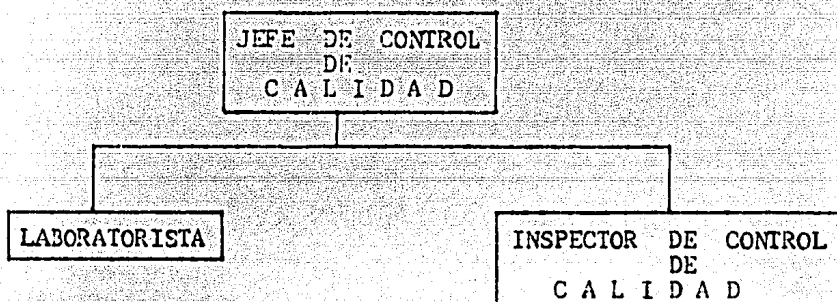


FIG. 3.1.- ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD.

3.2.- RESPONSABILIDADES PARTICULARES Y FORMAS DE TRABAJO.

3.2.1.- GUIA PARA EL JEFE DE CONTROL DE CALIDAD. **Funciones Generales.** El Jefe de Control de Calidad desempeña funciones directivas y es responsable del grupo encargado del control, integra las funciones de todas las secciones que forman el sistema; Ingeniería de Control; Métodos de Laboratorio; Sistema de Comunicación; Métodos Estadísticos, etc. Siendo el responsable de los resultados.

RESPONSABILIDADES FUNCIONALES.- El Jefe de Control de Calidad, contribuye con sus propios conocimientos para:

1.- Formular la política, los planes, programas, estándares y técnicas necesarias para llevar a efecto los objetivos de -- los componentes del Control de Calidad. Y mediante su aprobación hacer que se cumplan tales políticas, planes y programas.

2.- Suministrar facilidades y equipo necesario para la inspección.

3.- Proporcionar programas tendientes a la promoción del espíritu de la calidad

4.- Mantener contacto con las unidades de mercado para conocer de manera detallada las funciones que los productos deben desempeñar.

5.- Conservar contacto con los vendedores, para asegurarse de que los productos son satisfactorios.

6.- Trabajar con los supervisores de costos del Departamento de Contabilidad, para que los costos sean fácilmente analizados y controlados.

3.2.2.- GUIA PARA RESPONSABLE DE LABORATORIO. Funciones Generales: El responsable de laboratorio comprueba que la materia prima y el producto terminado esten en buenas condiciones. Además apoya con su trabajo los planes para mejoramiento de la calidad y desarrollo de nuevos productos.

FORMA DE TRABAJO: Inspección de Materia Prima.- Cada vez -- que se adquiere un lote, el laboratorista, de acuerdo a la técnica de muestreo y de laboratorio, comprueba sus propiedades y reporta los resultados al responsable de acuerdo con los si -

güentes pasos:

- 1.- Llegada del lote.
- 2.- Nota de entrada.
- 3.- Muestreo
- 4.- Aplicación de pruebas de laboratorio y funcionales.
- 5.- Resultados de laboratorio.
- 6.- Marca de lote. Etiqueta roja es rechazado, etiqueta verde de de aprobado.
- 7.- Archivo de resultados.

INSPECCION DE PRODUCTO TERMINADO: El encargado de laboratorio es responsable de asegurar que cada producto terminado pase satisfactoriamente las pruebas de laboratorio.

SERIE DE PASOS A SEGUIR:

- 1.- Producto terminado.
- 2.- Muestreo.
- 3.- Pruebas de laboratorio.
- 4.- Resultados.
- 5.- Marca al producto, tarjeta roja para rechazados, tarjeta verde para producto en buen estado.
- 6.- Archivo de resultados.

TRABAJO PARA DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD: El Laboratorista coopera con su trabajo, observaciones y sugerencias para el desarrollo de nuevos productos y para el mejoramiento de la calidad.

3.2.3.- GUIA PARA INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD. Funciones Generales: El Inspector de Control de Calidad, revisa que el producto terminado este perfectamente acabado y que el material este aprobado por el laboratorio. También abastece al laboratorio de muestras.

FORMAS DE TRABAJO. Inspección de la Calidad durante el Proceso: En este punto el Inspector de Control de Calidad revisa que los Supervisores y/u Operadores de la planta esten trabajando de acuerdo a los estándares de calidad. Para esto el Inspector de Control de Calidad efectua el mayor número de veces al día el siguiente recorrido.

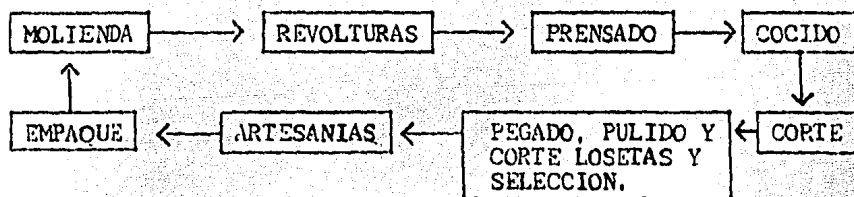


FIG. 3.2.- RECORRIDO DE INSPECCION DE LA CALIDAD DURANTE EL PROCESO.

En cada uno de los pasos del proceso, el Inspector procederá de la siguiente forma:

- 1.- Observación de reporte de control para supervisores.
(ver Sistema de Comunicación de la Calidad)
- 2.- Comprobación de las propiedades de la materia en proceso.
- 3.- Resultados.

- 4.- Si las características del proceso son las adecuadas, -
marca con tinta verde estas propiedades en el reporte
de operarios, el proceso continua y pasa al siguiente
departamento.
- 5.- Si las características de la materia en proceso no son
las requeridas, marca el reporte de operarios con tinta
roja.
- 6.- Reporta al Supervisor de Producción las anomalías.
- 7.- Los responsables hacen los ajustes necesarios.
- 8.- Inmediatamente el Inspector comprueba otra vez las pro-
piedades.
- 9.- Si las fallas no han sido corregidas se repiten los pa-
sos 6, 7 y 8.
- 10.- Si las fallas han sido corregidas y las propiedades de
la materia en proceso son las requeridas, el Inspector
marca estas en el reporte de operarios y el trabajo con-
tinúa.

INSPECCION DEL PRODUCTO TERMINADO: El Inspector de Control
de Calidad tiene la obligación de comprobar que el producto --
una vez terminado satisfaga todas las características de cali-
dad requeridas. En este caso la forma de trabajo es la siguien-
te:

- 1.- Producto terminado.

- 2.- Comprobación del artículo terminado con orden de producción.
- 3.- Comprobación que el material pasa las pruebas de laboratorio.
- 4.- Muestreo de apariencia, calibre y empaque.
- 5.- Marca el producto terminado: Nota verde, producto aprobado, Nota roja, producto en mal estado.
- 6.- Entrega a almacén producto aprobado, entrega al departamento correspondiente el producto rechazado.

TRABAJO COMPLEMENTARIO: El Inspector de Control de Calidad, abastece al laboratorio de muestras de materia prima, producto terminado, granulado y del material que deba ser analizado en laboratorio.

Además, el inspector debe estar enterado de todo cuanto acontece con respecto a la calidad dentro de todas las áreas de la planta.

C A P I T U L O IV

SISTEMA DE TRABAJO Y COMUNICACION DE LA CALIDAD

En el Sistema de Trabajo y Comunicación de la Calidad se establece la secuencia de trabajo para los Supervisores y Operarios, para la determinación de las propiedades que afectan la calidad y su registro mediante reportes de control. Además, se establece un sistema de comunicación entre todas las áreas que afectan la calidad de los productos y estudios especiales del proceso.

En la figura 4.1., se muestran cada una de las áreas que se manejan para el Estudio y Control de la Calidad.

4.1.- AREAS DE TRABAJO PARA EL CONTROL DE CALIDAD.

1.- COMPRAS: En este caso existe una comunicación directa entre la Gerencia de Producción y la Jefatura de Control de Calidad para la investigación del mercado de materias primas.

2.- MOLIENDA: El sistema de trabajo y responsabilidades de calidad para los trabajadores de la molienda son las siguientes:

a) Mantener el peso específico, la humedad y tamaño del grano

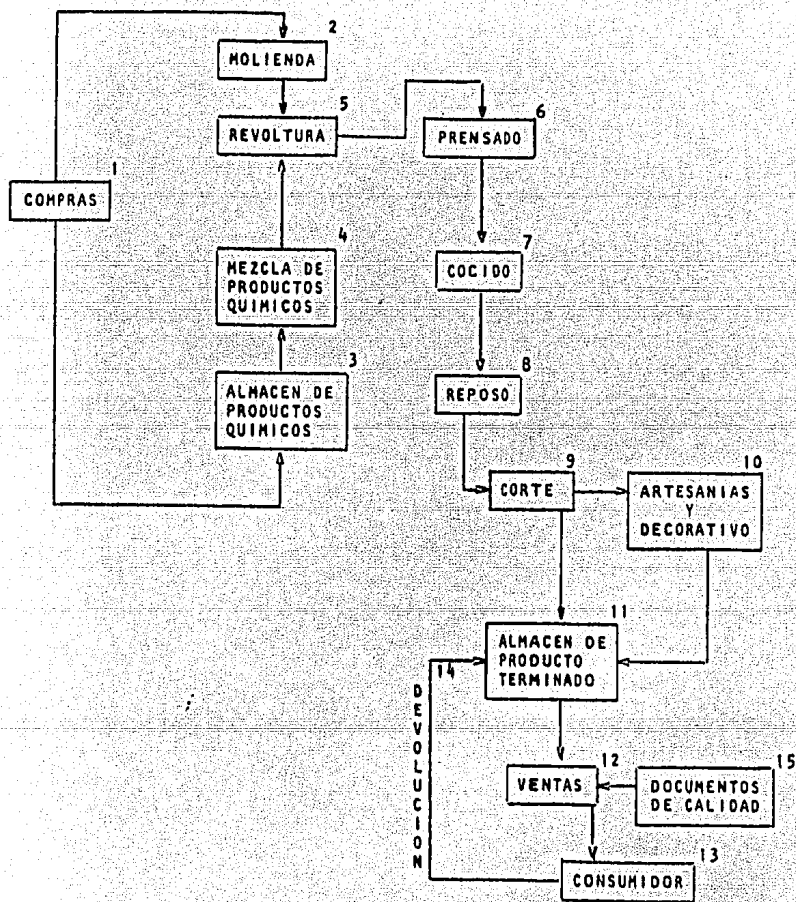


FIG. 4.1. AREAS DE TRABAJO PARA EL CONTROL DE CALIDAD.

dentro de las tolerancias marcadas por la jefatura.

- b) Cuidar de no alimentar corcho contaminado con basura, madera o metales a los molinos.
- c) Comprobar continuamente las características del grano en la molienda. Cada hora con treinta minutos como mínimo.
- d) Mandar dos veces al día una muestra de 100 grs. al laboratorio para la determinación del tamaño del grano.
- e) Llenar reporte de control de calidad y avisar inmediatamente cualquier falla.
- f) Limpiar y darle mantenimiento a la maquinaria en general -- por lo menos cada tres semanas.
- g) Adquirir conocimiento para la buena operación de la maquinaria.
- h) Parar la molienda en caso de fallas extremas.

En la figura 4.2 se muestra el Reporte de Control para Molinos.

3.- ALMACEN DE PRODUCTOS QUIMICOS.- El almacén en este caso -- manda al laboratorio una nota de entrada por cada materia prima -- que entra al almacén. Con esto el laboratorio toma una muestra de la adquisición y la analiza química y físicamente comprobando que sus propiedades sean las requeridas (ver métodos de prueba). Los resultados del muestreo se reportan a los responsables de las requisiciones y los lotes de materia prima se marcan como APROBADOS o RECHAZADOS.

En la figura 4.3 se muestra el Reporte de Control para Materia Prima.

4 y 5.- MEZCLA DE PRODUCTOS QUIMICOS Y REVOLTURAS.- Para una buena calidad en el mezclado de productos químicos, es necesario que el operador de revolturas y el encargado de la caldera esten bien coordinados.

La forma de trabajo es la siguiente:

- a) La caldera debe operar en óptimas condiciones y su arranque debe ser a las 4:30 A.M.
- b) Se debe mantener la temperatura de mezclado a 70 °C.
- c) Las cantidades mezcladas deberán ser las más exactas posibles.
- d) Verificar que el grano este en óptimas condiciones, en tamaño y pureza (inspección visual) en cada revoltura.
- e) Verificar el peso de los botes de 200 lts.
- f) Llenar reporte de control de calidad y reportar inmediatamente alguna falla.
- g) Limpieza de la maquinaria, por lo menos cada dos semanas.

En la figura 4.4 se muestra el Reporte de Control para Revolturas.

6 y 7.- PRENSADO Y COCIDO.

- a) Los encargados de prensado deberán verificar el peso de 3 - de cada 10 bloques y/o bobinas, tanto para cocer como los cocidos.
- b) Estar al tanto de la temperatura de los hornos.
- c) Inspección visual del corcho.
- d) Llenar reporte de Control de Calidad.

c) Dar limpieza al equipo por lo menos cada dos semanas.

f) Reportar cualquier falla que llegue a ocurrir.

En las figuras 4.5 y 4.6 se muestran las formas de Control para Prensado y Cocido.

8 y 9.- REPOSO Y CORTE.- Son responsabilidades de los operarios las siguientes:

a) Mantener el espesor del producto dentro de las tolerancias marcadas por norma (ver tabla 2:2). Para esto se calibran dos de cada diez hojas (la primera y la sexta), comprobando que están dentro de los límites y se apunta en el reporte la medida más baja y más alta de una de las hojas calibradas.

b) Para tener un registro del reposo de los bloques y bobinas, se debe señalar la fecha de cocido de estos.

c) Determinar si la flexibilidad del producto es la mínima necesaria, se revisan 2 hojas por bloque, una al principio y otra en medio.

d) El material defectuoso se aparta y se reporta inmediatamente, este material puede ser: Desorillado, rallado, crudo, pinto, de mala apariencia o reposo.

e) Reportar cuando exista alguna falla.

f) Adquirir conocimiento general de la maquinaria.

En la figura 4.7 se muestra la forma de Reporte de Control para Reposo y Corte.

10.- ARTESANIAS Y EMPAQUE.- En este departamento se muestrea el producto terminado, cuidando que este esté bien acabado, escuadrado, limpio, etiquetado y empacado antes de ser entregado al almacén, y se almacena información de productos rechazados, con copia para producción. Además se señalan sugerencias para el mejoramiento.

En la figura 4.8 se muestra el Reporte de Control para Artesanias y Empaque.

11.- ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO.- Antes de que cualquier producto entre al almacén, es revisado por Control de Calidad, rechazando el producto defectuoso y reportando a producción.

Además el mismo almacén y el reparto de acuerdo a sus observaciones reportan a Control de Calidad cualquier falla de los productos.

En la figura 4.9 se muestra el Reporte de Control para Producto Terminado.

12.- VENIAS.- El departamento de ventas es el que recibe principalmente las observaciones, sugerencias y reclamaciones del consumidor; Estas son reportadas a la Jefatura de Control de Calidad. Una vez analizadas las observaciones, fallas o sugerencias, el Control de Calidad tiene el compromiso de corregirlas a la brevedad posible.

En la figura 4.10 se muestra la forma para el Mejoramiento de Calidad.

CORCHERA MEXICANA, S.A. DE C.V.
MEDIDAS PARA EL MEJORAMIENTO DE CALIDAD

FECHA _____

| |
|--|
| CONTESTACION A RECLAMACION O SUGERENCIA No. _____ |
| PRODUCTO _____ |
| DIAGNOSTICO: _____ |
| |
| |
| |
| |
| |
| MEDIDAS DE PREVENCIÓN A TOMAR: _____ |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| |
| OBSERVACIONES: _____ |
| |
| |

FIG. 4.10.- FORMA PARA ARCHIVAR RECLAMACIONES

13.- CONSUMIDOR: La Jefatura de Control de Calidad, tiene el compromiso de asesorar al consumidor, comunicando ventajas y desventajas de nuestro producto con la ayuda de datos técnicos, esto se llevará a cabo por medio del departamento de ventas, de visitas personales del Jefe de Control de Calidad y por medio de documentos de la calidad (garantías de control de calidad).

14.- DEVOLUCIONES: Cuando existe una devolución, el almacén hace una nota de entrada y pasa una copia a control de calidad, después se observa el material defectuoso, se analiza y se actúa para componer las fallas.

15.- DOCUMENTOS DE CALIDAD: Para apoyar al departamento de ventas el equipo de control de calidad tiene que desarrollar en forma periódica y constante, documentos donde se describa la forma de control de calidad en cada una de las diferentes áreas del proceso de manufactura para estimular al consumidor.

También en casos especiales se mandarán directamente al consumidor los datos del control de calidad efectuado a nuestro producto terminado.

16.- PROPAGANDA DE LA CALIDAD DENTRO DE LA PLANTA: Para estimular la conciencia de la calidad en todos los empleados de la Compañía, el Equipo de Control de Calidad, elaborará documentos para Tableros, Gerentes y Supervisores, donde se describan los objetivos, planes, estudios especiales y logros de la calidad.

Aparte de los documentos antes mencionados se pondrán anuncios alucivos a la calidad en toda la planta con las siguientes frases.

como ejemplo:

"EN ESTE DEPARTAMENTO SE HACE EL CORTE DE LA MEJOR CALIDAD"

"PRODUCCION + CALIDAD = A PREMIO"

17.- MOTIVACION PARA EMPLEADOS: A parte de la propaganda de la calidad por medio de documentos y cartulinas alucivas, se estimulará al personal mensualmente con un premio a aquel departamento que no sufra ningún rechazo de su producto.

18.- JUNTAS DE OPERARIOS CON RESPECTO A LA CALIDAD: Periódicamente se organizarán juntas entre los miembros de cada departamento para analizar las fallas o deficiencias, logros y comentarios con respecto a la calidad de dicho departamento. Igualmente se organizarán juntas entre supervisores para complementar información de la calidad dentro de toda la planta, estas juntas serán supervisadas por esta jefatura.

En dichas reuniones se estimulara a que todos los miembros de la planta aporten ideas para el mejoramiento de la calidad.

19.- ESTUDIOS ESPECIALES DEL PROCESO: El Equipo de Control de Calidad elaborará Estudios Especiales del Proceso de Manufactura en forma casi cotidiana en todas y cada una de las propiedades - fisicoquímicas del proceso de manufactura con la siguiente secuencia:

- 1.- Observación.
- 2.- Objetivos.
- 3.- Investigación.
- 4.- Hipótesis.

- 5.- Experimentación.
- 6.- Análisis de resultados.
- 7.- Medidas inmediatas a tomar.

20.- CONTROL DE NUEVO PRODUCTO: El control de nuevo producto - consiste, en estudiar todos y cada una de las características del proceso de manufactura para la obtención de este, tomando en cuenta las limitaciones de calidad que se tendrán.

De acuerdo a las características del proceso establecido y el tamaño de la Compañía, el trabajo para el diseño de un nuevo producto y/o mejoras a los productos existentes son responsabilidades del Ingeniero de Proceso y el Ingeniero de Calidad, quienes - trabajarán en mutuo acuerdo, tomando en cuenta las ventajas y limitaciones tanto físicas como económicas para el control de nuevos productos.

21.- CURSOS DE CONTROL DE CALIDAD: A medida que se fueron desarrollando los grandes Sistemas de Control de Calidad en Compañías de distintos países, se obtuvieron excelentes resultados con la - capacitación del personal de la planta, esta capacitación fue sobre todo en métodos estadísticos. Tomando estos resultados como - base, este sistema contempla esta capacitación, y se programarán por lo menos un curso al año acerca del Control de Calidad para - todos los niveles. Estos cursos cubrirán temas como: Unidades de Medición; Administración de Control de Calidad; Métodos Estadísticos; etc. Teniendo el Control de Calidad gran variedad de temas - por impartir.

C A P I T U L O V

METODOS DE PRUEBA PARA LABORATORIO

En este capítulo se establece la manera de cálculo en el laboratorio de las propiedades fisicoquímicas de la materia prima y del producto terminado.

Para la materia prima se consideran Normas Mexicanas y especificaciones de los proveedores, así como métodos exclusivamente comparativos de productos cuyos resultados fueron satisfactorios. Para el producto terminado, los métodos fueron basados en las normas -- "ISO".

5.1.- MATERIA PRIMA: A continuación se presenta en forma resumida los métodos para la determinación de las propiedades y los rangos aceptables para estas, de las sustancias que se utilizan para el proceso. Estas propiedades también se pueden usar como especificaciones.

COLA (HUESO y PIEL). Una muestra de cada 50 sacos de cada embarque debe ser probada.

- 1) COLOR: Al disolver no debe ser notablemente más oscuro que la norma (ámbar y café).
- 2) SOLUBILIDAD: Debe ser completamente soluble al agua.
- 3) VISCOSIDAD: Pesar 30 g de cola y disolver en 150 g de agua en un recipiente de 400 c.c. agitar cuidadosamente, -- cubrir con un vidrio de reloj y dejarlo así por lo menos -- una hora. Medir la viscosidad con la copa ZANN # 1 a una -- temperatura de 70 °C. Hacer 3 lecturas y promediarlas (la -- viscosidad de cola de hueso, debe estar arriba de 29 segundos y la piel arriba de 35 segundos).
- 4) RESISTENCIA DE LA GELATINA: Enfriar durante la noche los recipientes con la cola en el refrigerador aproximadamente 5 °C. Después de remover los recipientes del refrigerador, -- quitar toda la humedad del vidrio del reloj y del interior del recipiente, insertar el gelómetro en las gelatinas y observar la resistencia relativa de la gelatina a 20 y 25 °C, expresar un porcentaje comparándola con la norma.

GLICERINA. Tomar una muestra de cada embarque.

- 1) COLOR: El color no debe ser oscuro, compararlo con la norma.
- 2) OLOR: No debe ser desagradable o rancio.
- 3) NEUTRALIDAD: Diluida en partes iguales con agua destilada, no debe ser ácida con anaranjado de metilo ni alcalina con fenoftaleína.
- 4) GRAVEDAD ESPECIFICA Y % DE GLICERINA: La GE. debe determinarse a 20 °C y no debe ser mayor de 1.262 ni menor de - - 1.255.

| GRAVEDAD ESPECIFICA 20/20°C | % EN PESO DE GLICERINA |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1.262 | 100 |
| 1.259 | 99 |
| 1.256 | 98 |
| 1.254 | 97 |
| 1.251 | 96 |
| 1.249 | 95 |
| 1.209 | 80 |
| 1.127 | 50 |
| 1.061 | 25 |
| 1.023 | 10 |

DIETILEN GLICOL. Tomar una muestra de cada embarque.

- 1) CLARIDAD y COLOR: No debe tener partículas suspendidas y el color puede ser ligeramente pajoso.
- 2) NEUTRALIDAD: Diluido en partes iguales con agua destilada, no debe ser ácida con anaranjado de metilo ni alcalina con fenoftaleina.
- 3) GRAVEDAD ESPECIFICA: Debe determinarse con el densímetro a 20 °C y no debe ser menor de 1.1173 ni mayor de 1.1203.

PROPILEN GLICOL. Tomar una muestra de cada embarque.

- 1) TRANSPARENCIA Y COLOR: No debe tener partículas en suspensión y el color solo puede ser ligeramente pajoso.
- 2) NEUTRALIDAD: Diluido con igual cantidad de agua destilada, no debe ser ácido con anaranjado de metilo ni alcalino con fenoftaleina.

- 3) GRAVEDAD ESPECIFICA: Se determina con el densímetro 20 °C y no debe ser menor de 1.0370 ni mayor de 1.040.

PARAFORMALDEHIDO. Tomar una muestra de cada lote.

COLOR Y TEXTURA DEL GRANO: Comparar con la norma del laboratorio para el color y la textura del grano por examen microscópico.

RESINA FENOLICA TIPO NOVOLAC.

- 1) TRANSPARENCIA Y COLOR: No debe tener partículas en suspensión y el color debe ser rojizo.
- 2) NEUTRALIDAD: Usando papel indicador con una exactitud de 0.2 debe ser de pH= 8.4 - 8.8.
- 3) VISCOSIDAD: Medida con la copa ZAHN # 4, deberá ser de 20-22 segundos a 25 °C.
- 4) TIEMPO DE CURA: A 160 °C el tiempo de cura de la resina debe ser de 70 a 90 segundos.
- 5) % DE NO VOLATILES: El porcentaje de no volátiles requerido es de $70 \pm 2\%$ determinarlo por diferencia de peso utilizando tubo de ensaye, mufla y balanza analítica.

METODO:

- a) Pesar el tubo de ensaye en la balanza con precisión - - 0.001 g (M_0).
- b) Agregar una muestra al tubo de ensaye y pesar con precisión de 0.001 g (M_1).

- c) Se cura la resina a 130 °C en la mufla.
- d) Una vez enfriada, pesar la resina (curada) junto con el recipiente (M_2).
- e) El porcentaje de no volátiles se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ NO VOLATILES} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

PARAFINA BLANCA.

- 1) PUNTO DE FUSION: Colocar la muestra en un vaso de precipitados, de 100 ml., poner un termómetro y calentar. El punto de fusión se determina cuando el termómetro permanezca constante. En este momento se empezará a fundir, en alguna región, la parafina. Este deberá ser entre 50 y 55 °C.
- 2) COLOR: Blanco.
- 3) CANTIDAD DE ACEITE: 5%
- 4) CONSISTENCIA: Sólido duro.
- 5) ESTRUCTURA: Gruesos cristales fibrosos.
- 6) NUMERO ACIDO: Nulo.
- 7) No. DE SAPONIFICACION: Nulo.

PARAFINA AMARILLA.

- 1) PUNTO DE FUSION: Colocar la muestra en un vaso de precipitados de 100 ml., poner un termómetro y calentar. El punto de fusión se determina cuando el termómetro permanezca constante. En este momento se empezará a fundir entre 70 y 80 °C.

- 2) COLOR: Amarillo.
- 3) CANTIDAD DE AGNITE: 5%
- 4) CONSISTENCIA: Sólido duro.
- 5) ESTRUCTURA: Gruesos cristales fibrosos.
- 6) PUNTO ACIDO: Nulo.
- 7) No. DE SAPONIFICACION: Nulo.

VASELINA LIQUIDA.

- 1) COLOR: Blanco.
- 2) OLOR: No debe ser desagradable.
- 3) VISCOSIDAD: Medida con la copa ZANN # 1, deberá ser de 60 a 65 segundos.
- 4) GRAVEDAD ESPECIFICA: 0.901 a 25 °C.

PLURACOL. Polietilen Glicol. PM: 190-210.

- 1) TRANSPARENCIA Y COLOR: No debe tener partículas en suspensión y el color puede ser ligeramente pajoso.
- 2) NEUTRALIDAD: Diluido en partes iguales con agua destilada, no debe ser ácido, ni básico con indicadores respectivos.
- 3) GRAVEDAD ESPECIFICA: Se determina con el densímetro, esta debe ser 1.12 a 20/20 °C.

- 4) VISCOSIDAD: Medida con la copa ZANN # 1, deberá ser de 80 a 84 seg. a temperatura ambiente.

SORBITOL:

FORMULA: $C_6H_{14}O_6$

PUREZA: 70%

AZUCARES REDUCTORES: Max. 0.1%.

- 1) NEUTRALIDAD: Diluir en partes iguales con agua destilada, - no debe ser ácida ni básico con indicadores respectivos.
- 2) TRANSPARENCIA Y COLOR: No debe tener partículas suspendidas y debe ser incoloro.
- 3) SABOR: Dulce agradable.
- 4) OLOR: Esencialmente inodoro.
- 5) VISCOSIDAD: Medida con la copa ZANN # 4, deberá ser de 8 a 10 segundos a 25 °C.

RESORCINA.

- 1) APARIENCIA Y COLOR: Sólido, cristalino, rómbico de color -- blanco
- 2) PUNTO DE FUSION: 108 a 111 °C.
- 3) MATERIAL INSOLUBLE: 6.05%.

- 4) SOLUBILIDAD: Altamente soluble en alcohol y éter y 147 partes de resorcinol en 100 partes de agua a 12 °C.

LATEX.

- 1) ESTADO: Suspensión.
- 2) COLOR: Blanco.
- 3) VISCOSIDAD: En copa ZANN # 4, deberá ser de 95 segundos a - 25 °C.
- 4) % DE SÓLIDOS: 45 ± 2%.

METODO:

- a) Pesarse exactamente un crisol con exactitud de 0.001 gr. (M_0).
- b) Tomar una muestra de pegamento blanco de aproximadamente 2 g contenida en el crisol.
- c) Pesarse el crisol con el pegamento, con una exactitud de 0.001 g (M_1).
- d) Calentar la muestra a 80 °C hasta que seque completamente.
- e) Pesarse el residuo seco con exactitud de 0.001 g (M_2).
- f) El % de sólidos se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ DE SÓLIDOS} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

PEGAMENTO BLANCO.

- 1) APARIENCIA Y COLOR: Suspensión blanco.
- 2) VISCOSIDAD: Medida en copa ZANN # 4, deberá ser de 4 min. a 4 min. con 15 seg. a 25 °C.

3) PRUEBA DE PEGADO:

- a) Pegar dos cuadros de corcho de 10 X 10 cm.
- b) Esperar a que seque.
- c) Comparar con la norma.

4) % DE SOLIDOS.- DEBERA SER DE $45 \pm 2\%$.

- a) Pesar exactamente un crisol con exactitud de 0.001 g (M_0).
- b) Tomar una muestra de pegamento blanco de aprox. 2 g -- contenida en el crisol.
- c) Pesar el crisol con el pegamento con una exactitud de 0.001 g (M_1).
- d) Calentar la muestra a 100 °C hasta que seque completamente.
- e) Pesar el residuo seco con exactitud de 0.001 g (M_2).
- f) El % de sólidos se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ DE SOLIDOS} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

PEGAMENTO DE CONTACTO.

- 1) APARIENCIA Y COLOR: Suspensión, color muestra.
- 2) VISCOSIDAD: Medida en copa ZAHN # 4, deberá ser de 11 min. con 30 seg. a temperatura ambiente.
- 3) % DE SOLIDOS: Deberá ser de $35 \pm 2\%$.

METODO:

- a) Pesar exactamente un crisol con exactitud de 0.001 g (M_0).

- b) Tomar una muestra de pegamento de contacto de aproximadamente 2 g contenido en el crisol.
- c) Pesar el crisol con el pegamento con una exactitud de - 0.001 g. (M_1).
- d) Calentar la muestra de 100 °C. hasta que seque completamente.
- f) Pesar el residuo seco con exactitud de 0.001 g. (M_2).
- g) El % de sólidos se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ DE SOLIDOS} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

ACIDO CITRICO.

- 1) COLOR Y ESTADO: Blanco y sólido en ojeles.
- 2) SOLUBILIDAD: Completamente soluble en agua.
- 3) PUREZA: 95%.

CORCHO FINO.

- 1) Tomar una muestra de cada molienda de aproximadamente 10 kg.
- 2) Desmorrónar perfectamente el grano.
- 3) Determinar en un recipiente de 0.0283 m³, el peso específico del grano, este deberá estar entre 40-50 kg/m³.
- 4) Determinar la humedad con higrómetro, debe ser de 8 a 10%.
- 5) Determinar el tamaño de 100 g de muestra en las mallas - TYLER. Expresar los resultados en por ciento de tamaño.

CORCHO RECUPERADO CAJAS.

- 1) Tomar una muestra de 10 kg. por cada 10 pacas.
- 2) Peso específico: Deberá ser de 240 a 260 kg/m³.

- a) Cortar de 4 diferentes placas una hoja de cada una de -
10 x 5 x 1.5 cm.
- b) Medir exactamente las dimensiones de cada hoja.
- L= Largo en cm.
A= Ancho en cm.
E= Espesor en cm.
- c) Pesar en la balanza analítica el peso de cada hoja - - -
M= Masa en g
- d) El peso específico de la hoja se calcula por medio de -
la siguiente fórmula en kg/m^3 .

$$PE = \frac{M}{L \times A \times E} \times 10^4$$

- 3) HUMEDAD: Medirla con el higrómetro, debe estar entre 10 y -
12%.
- 4) APARIENCIA: Comparar con la norma.

CORCHO NEGRO.

- 1) Tomar una muestra de 10 kg. de cada 10 pacas.
- 2) Desmoronar perfectamente el grano.
- 3) Peso específico: Calcularlo con un recipiente de 0.0283 m^3 ,
debe ser de 60 a 80 kg/m^3 .
- 4) Humedad: Medir la humedad con higrómetro, debe ser de 3 a -
5%.
- 5) Tamaño:
- a) Tomar una muestra de 20 gramos y hacer las mediciones -
con calibrador.

- b) El resultado se expresa como el promedio de las mediciones.

TRCQUELADO DE PRIMERA.

- 1) Tomar una muestra de 10 kg. por cada 10 pacas.
- 2) Apariencia: Comparar con la norma.
- 3) Moler la muestra en la saranda de 15 mm.
- 4) Peso específico: En un recipiente de 0.0283 m^3 , calcular el peso específico del granulado, debe ser de 60 a 80 kg/m^3 .
- 5) Humedad: Medir la humedad con higrómetro, debe ser de 8 a 10%.

CORCHO DE TECATA.

- 1) Tomar una muestra de 10 kg. por cada 10 pacas.
- 2) Peso específico: Debe ser de 230 a 250 kg/m^3 .
 - a) Cortar de 4 diferentes placas una hoja de cada una de -
10 x 5 x 1.5 cm.
 - b) Medir exactamente las dimensiones de cada hoja.

L= Largo en cm.

A= Ancho en cm.

E= Espesor en mm.

- c) Pesar en la balanza analítica el peso de cada hoja.

M= Masa en gramos.

- d) El peso específico de la placa se calcula por medio de la siguiente fórmula en kg/m^3 .

$$PE = \frac{M}{L \times A \times E} \times 10^4$$

- 3) Humedad: Medirla con higrómetro, debe ser de 8 a 10%.

4) APARIENCIA: Comparar con la norma.

5.2. PRODUCTO TERMINADO.

En los siguientes incisos se detalla la secuencia para determinar las propiedades fisicoquímicas de los productos terminados, para esto se deberá adquirir los equipos necesarios con los que no contamos, estos son: Tensometro, Prensa y Cámara acondicionadora⁽¹⁾.

5.2.1.- METODO DE PRUEBA PARA CORCHO AGLOMERADO PARA JUNTAS.

1) COBERTURA Y CAMPO DE APLICACION.

La Norma Internacional especifica los métodos de prueba para ser usados en la determinación de las siguientes características del corcho aglomerado que se usa para empaques en la Industria Mecánica: Espesor; densidad aparente; resistencia a la tensión; compresibilidad y recuperación; cambios dimensionales; flexibilidad; comportamiento en agua hirviendo; en aceite y combustible.

2) REACTIVOS.

2.1) Aceite No. 1 ASTM.

2.2) Combustible de referencia (65% alquilato-Iso-Octano, 35% tolueno).

3) APARATOS.

EQUIPO ORDINARIO DE LABORATORIO Y:

3.1) Balanza con precisión de 0.01 g.

(1) Estos equipos estarán en la Compañía a más tardar en Mayo de 1986.

- 3.2) Cronómetro.
 - 3.3) Cámara acondicionadora.
 - 3.4) Desecador.
 - 3.5) Estufa controlada termostáticamente.
 - 3.6) Prensa de carga estática, con dos platos paralelos -- planos con dimensiones suficientemente grandes para contener las piezas de prueba y equipada con:
 - 3.6.1) Indentor cilíndrico de acero 28.2 mm de diámetro - (625 mm² de superficie), fijado en un cabezal móvil.
 - 3.6.2) Pesas para ajustar la carga aplicada por el cabezal móvil
 - 3.7) Calibrador (Vernier), con precisión de 0.1 mm.
 - 3.8) Máquina para prueba de tensión, precisión de 1N, con una pieza fija y una móvil, con 12 mm de separación. La pinza móvil debe moverse con carga a una velocidad de 300 - - - mm/min.
 - 3.9) Recipiente abierto para agua.
 - 3.10) Regla metálica.
 - 3.11) Navajas o cuchillas.
 - 3.12) Recipientes para aceite y combustible.
 - 3.13) Mandriles de varios diámetros.
- 4) PIEZA DE PRUEBA.
- 4.1.) PREPARACION.- Cortar las piezas de diferentes posiciones de la muestra, dos a lo largo y dos a lo ancho. Las dimensiones de las piezas de prueba son indicadas en la siguiente tabla:

TABLA 5.1.- DIMENSIONES DE LAS PIEZAS.

| PRUEBAS | DIMENSIONES DE LAS PIEZAS (mm) | NUMERO DE PIEZAS |
|-----------------------|--------------------------------|------------------|
| CAMBIO DIMENSIONALES. | 300 x 15 | 4 |
| FLEXIBILIDAD | 150 x 15 | 4 |

4.2) ACONDICIONAMIENTO. A menos que se especifique otra cosa, las pruebas deben ser corridas a la temperatura ambiente y las piezas acondicionadas en la cámara (3.3) durante 24 hrs. a 20 ± 2 °C y 65% de humedad relativa.

5) PRUEBAS.

5.1) ESPESOR.- Si el espesor de la pieza es menor de 10mm usar la prensa (3.6) para determinarlo. Colocar las piezas en el plato base de la prensa, aplicar el indente en el centro durante 15 segundos, bajo una carga de 7 kpa. y leer el espesor en el micrómetro (3.6.2).

Si el espesor de la pieza es mayor de 10mm, llevar a cabo la determinación con el Vernier (3.7).

El espesor de la muestra es el promedio de los resultados obtenidos de nueve piezas.

Expresar los resultados en milímetros redondeando a la cifra más cercana a 0.1mm.

5.2) DENSIDAD APARENTE.

5.2.1) PROCEDIMIENTO. Usar la regla (3.10) para determinar el largo y el ancho de cada pieza de prueba, y pesarlas en la balanza (3.1).

5.2.2) EXPRESION DE RESULTADOS. La densidad aparente de la muestra expresada en kg. por metro cúbico, es dada por la fórmula:

$$D = \frac{m}{l \times b \times d} \times 10^6$$

DONDE:

m= Masa de la pieza en gramos, redondeando a 0.1 g.

l= Longitud de la pieza en milímetros redondeando al entero más cercano.

b= Ancho de la pieza en milímetros, redondeando al entero más cercano.

d= Espesor de la pieza en milímetros redondeado a 0.1 mm.

La densidad aparente de la muestra debe ser el promedio de los valores obtenidos en cada pieza.

5.3) RESISTENCIA A LA TENSION.

5.3.1) PROCEDIMIENTO. Colocar cada pieza con las orillas largas verticalmente, en las pinzas de la máquina (3.8), poner la máquina en operación y medir la fuerza a la cual ocurre la ruptura. Cualquier pieza en la cual ocurra la ruptura dentro del nivel de las pinzas debe ser eliminada y reemplazada por una pieza nueva.

5.3.2) EXPRESION DE RESULTADOS. La resistencia a la -- tensión de las piezas de prueba expresadas en -- megapascales es dada por la siguiente fórmula:

$$T = \frac{f}{b \times d}$$

DONDE:

f= Fuerza en la cual ocurre la ruptura en - -- newtons redondeando al entero más cercano.

b= Ancho de la pieza en milímetros redondeando al entero más cercano.

d= Espesor de la pieza en milímetros redondeando a 0.1 mm.

La resistencia a la tensión de la muestra debe ser el promedio de los valores obtenidos de cada pieza.

5.4) COMPRESIBILIDAD Y RECUPERACION.

5.4.1) PREPARACION DE LAS PIEZAS.- Tomar tres grupos - de piezas acumuladas, en las cuales se haya obtenido un espesor entre 4 y 6.5 mm.

5.4.2) PROCEDIMIENTO.- Poner cada una de las piezas en el plato de la prensa (3.6), aplicar una carga de 7 kpa. durante 15 segundos e inmediatamente leer el espesor d_1 . Posteriormente aumentar la presión durante 10 seg. hasta 700 kpa. y mantenerla por un período de 60 seg., medir el espesor d_2 bajo la carga. Retirar la carga mayor y

dejar la pieza 60 seg. bajo la carga de 7 kpa. y leer el espesor d_3 bajo esta carga.

5.4.3) EXPRESION DE RESULTADOS.- La compresibilidad expresada en porcentaje se obtiene por la fórmula

$$la: \% = \frac{d_1 - d_2}{d_1} \times 100$$

La recuperación expresada en porcentaje se obtiene por la fórmula: $\%R = \frac{d_3 - d_2}{d_1 - d_2} \times 100$

DONDE:

d_1 = Espesor inicial en milímetros redondeando a 0.01 mm.

d_2 = Espesor bajo carga, en milímetros redondeado a 0.01 mm.

d_3 = Espesor final, en milímetros redondeando a 0.01 mm.

La compresibilidad y recuperación de las piezas de prueba, debe ser el promedio de los valores obtenidos de los tres grupos.

Expresar el resultado redondeando al entero más cercano.

5.5) CAMBIOS DIMENSIONALES.

5.5.1) PROCEDIMIENTOS.- Poner las piezas de prueba en la cámara acondicionada, controlando a una temperatura de 50 ± 2 °C y $95 \pm 2\%$ de humedad relativa. Después de 4 horas bajar la temperatura a

20 \pm 2 °C y 95 \pm 2% H.R. y mantener durante 14 horas. Remover las piezas y medir la longitud - L_0 usando la regla, colocar las piezas en la estufa, controlando a 103 \pm 2 °C durante 24 horas medir la longitud L_1 usando la regla.

5.5.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- El cambio dimensional expresado en porcentaje se obtiene por la fórmula

$$la: \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100$$

DONDE:

L_0 = Longitud inicial en milímetros redondeado al entero más cercano.

L_1 = Longitud final en milímetros redondeada al entero más cercano.

El cambio dimensional debe ser el promedio de los valores obtenidos de cada una de las piezas de prueba.

Expresar el resultado redondeando la cifra al entero más cercano.

5.6) FLEXIBILIDAD.

5.6.1) PROCEDIMIENTO.- Doblar las piezas de prueba a 180° alrededor de un mandril (3.13) de diámetro 6 veces el espesor de la muestra si este es mayor de 3mm o 7 veces si es menor de 3mm.

- 5.6.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- El resultado de la prueba se expresa por la presencia o ausencia de agrietamiento.
- 5.7) COMPORTAMIENTO EN AGUA HIRVIENDO.
- 5.7.1) PROCEDIMIENTO.- Colocar las piezas de prueba en agua hirviendo durante 3 horas, retirar las piezas del agua y hacer una inspección visual.
- 5.7.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- El resultado se expresa por la presencia o ausencia de desintegración en la pieza⁽¹⁾.
- 5.8) COMPORTAMIENTO EN ACEITE.
- 5.8.1) PROCEDIMIENTO.- Colocar las piezas en el aceite (2.1) a 100 ± 2 °C durante 24 horas, retirar las piezas del aceite y hacer un examen visual.
- 5.8.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- El resultado de la prueba se expresa por la presencia o ausencia de desintegración⁽²⁾.

- (1) La ausencia de agrietamiento implica necesariamente que no haya rompimiento a través de los granulos de corcho o separación de los mismos.
- (2) Una pieza de prueba se considera desintegrada si se quiebra, resquebraja y/o muestra una sustancial pérdida de partículas durante la prueba.

5.6.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- El resultado de la prueba se expresa por la presencia o ausencia de agrietamiento.

5.7) COMPORTAMIENTO EN AGUA HIRVIENDO.

5.7.1) PROCEDIMIENTO.- Colocar las piezas de prueba en agua hirviendo durante 3 horas, retirar las piezas del agua y hacer una inspección visual.

5.7.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- El resultado se expresa por la presencia o ausencia de desintegración en la pieza⁽¹⁾.

5.8) COMPORTAMIENTO EN ACEITE.

5.8.1) PROCEDIMIENTO.- Colocar las piezas en el aceite (2.1) a 100 ± 2 °C durante 24 horas, retirar las piezas del aceite y hacer un examen visual.

5.8.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- El resultado de la prueba se expresa por la presencia o ausencia de desintegración⁽²⁾.

(1) La ausencia de agrietamiento implica necesariamente que no haya rompimiento a través de los granulos de corcho o separación de los mismos.

(2) Una pieza de prueba se considera desintegrada si se quebra, resquebraja y/o muestra una sustancial pérdida de partículas durante la prueba.

5.9) COMPORTAMIENTO EN COMBUSTIBLE.

5.9.1) PROCEDIMIENTO.- Colocar las piezas en el combustible de referencia (2.2) a temperatura ambiente durante 24 horas, retirar las piezas del combustible y hacer un examen visual.

5.9.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- El resultado de la prueba se expresa por el estado de la pieza, si hay o no presencia de desintegración en las piezas de prueba.

6) REPORTE DE CONTROL.

Este reporte debe incluir la siguiente información:

- a) Los resultados obtenidos.
- b) Todos los detalles de procedimiento no especificados.
- c) Cualquier suceso que pudiera haber afectado los resultados.
- d) Todos los detalles necesarios para una completa identificación de la muestra.

TABLA 5.2.- USO DE PIEZA DE PRUEBA.

| PRUEBA | DIMENSIONES DE LAS PIEZAS (mm) | NUMERO DE PIEZAS. | OBSERVACIONES |
|----------|--------------------------------|-------------------|--|
| ESPESOR | 100 x 50 | 9 | |
| DENSIDAD | 100 x 50 | 5 | USAR LAS PIEZAS USADAS EN LA PRUEBA DE ESPE-SOR TOMADAS EN LINEA DIAGONAL. |

CONTINUACION DE LA TABLA 5.2.- USO DE PIEZA DE PRUEBA.

| PRUEBA | DIMENSIONES DE LAS PIEZAS (mm) | NUMERO DE PIEZAS | OBSERVACIONES |
|---------------------------------|--|---------------------------------|--|
| RESISTENCIA A LA TENSION | 100 x 50 | 5 | USAR LAS PIEZAS USADAS EN LA PRUEBA DE DENSIDAD. |
| COMPRESIBILIDAD Y RECUPERACION. | 50 x 50 O CILINDRICO CON UNA SECCION TRANSVERSAL DE 425 mm ² . | 3 GRUPOS DE N PIEZAS DE PRUEBA. | VER 5.4.1 |
| COMPORTAMIENTO EN FLUIDOS. | 50 x 50 O CILINDRICO CON UNA SECCION TRANSVERSAL DE 425 mm ² . | 3 PARA CADA FLUIDO | USE LAS PIEZAS USADAS EN LA PRUEBA CON COMPRESIBILIDAD Y RECUPERACION. |

5.2.2) LOSETAS PARA PISO DE CORCHO AGLOMERADO, METODOS DE PRUEBA.

1) AMPLITUD Y CAMPO DE APLICACION.- La Norma Internacional, especifica los métodos de prueba para determinar las siguientes características para las losetas para piso de corcho aglomerado: Dimensiones y escuadrado, densidad aparente, resistencia a la tensión, indentación inicial y residual, contenido de sales y comportamiento de ácido y clorhídrico fumante hirviendo.

2) REFERENCIA: ISO 3813.

3) APARATOS.

- 3.1) Balanza de 2 kg. capacidad con precisión \pm 0.5 g.
- 3.2) Balanza con precisión de \pm 0.1 mg.
- 3.3) Cuña de 0.35mm de espesor.
- 3.4) Crisol de porcelana, níquel o platino.
- 3.5) Reloj - Alarma.
- 3.6) Desecador.
- 3.7) Escuadra de acero de precisión (error máximo - 0.02mm por cada 30 cm), fijada en una loseta de mármol.
- 3.8) Cámara acondicionada, temperatura y humedad - controladas.
- 3.9) Estufa eléctrica que pueda controlarse termos táticamente a 103 ± 2 °C.
- 3.10) Mufla eléctrica que puede controlarse a 450 ± 20 °C.
- 3.11) Máquina para prueba de tensión con precisión de 1N con una pinza fija y una móvil con 12mm de separación inicial. la pinza móvil debe moverse a una velocidad de 300 mm/min.
- 3.12) Prensa de carga estática con platos planos paralelos lo suficientemente grandes para poder contener las piezas de prueba y equipada con los siguientes aditamentos.

- 3.12.1) Identor cilíndrico de acero con diámetro de 12.28mm (área de la sección transversal 1 cm^2), fijada en el cabezal móvil.
- 3.12.2) Carátula micrométrica con precisión de $\pm 0.05\text{mm}$ adaptada al cabezal móvil y que indique por lectura directa el espesor del material comprimido.
- 3.12.3) Pesas para aplicar carga al cabezal móvil.
- 3.13) Recipientes para agua.
- 3.14) Aditamento para la prueba de ácido - -
equipado con:
 - 3.14.1) Matraz de pera de dos bocas.
 - 3.14.2) Condensador a reflujo.
 - 3.14.3) Termómetro graduado en $^{\circ}\text{C}$.
 - 3.14.4) Aditamento para mantener temperatura (reflujo).
- 3.15) Regla metálica graduada en 0.5mm.
- 3.16) Sierra eléctrica.
- 3.17) Termómetro graduado en $^{\circ}\text{C}$.
- 4) REACTIVOS.
 - 4.1) Acido clorhídrico de (densidad igual - -
a 1.19 g / ml), de grado técnico.
- 5) MUESTREO Y ACONDICIONAMIENTO: Las pruebas deben ser corridas a la temperatura ambiente, y

las piezas deben ser acondicionadas en la cámara (3.8) durante 24 horas a 20 ± 2 °C y una humedad relativa de $65 \pm 5\%$ a menos de que se especifique otra cosa.

6) METODOS DE PRUEBA.

6.1) DIMENSIONES.

6.1.1) LARGO Y ANCHO.- Use la regla metálica (3.15) para el largo y ancho de cada loseta de la muestra. Para ambas medidas tomar el promedio de tres medidas hechas a lo largo de las orillas y a través del centro. Expresar los resultados en milímetros redondeando a la cifra mas cercana a 0.1mm.

6.1.2) ESPESOR.- Use la prensa (3.12) para determinar el espesor de cada loseta de la muestra con un lápiz, trace líneas que dividan en cuatro partes iguales cada loseta (rectangular), poner la loseta sobre el plato base de la prensa, aplique el indector en el centro de uno de los rectángulos por 15 seg. bajo una carga de 1.5 kpa y leer el espesor, repita la operación con los restantes rectangulos, deslizando la loseta sobre el plato, calcule el espesor medio de la loseta como el promedio de las cuatro medidas.

Expresar el resultado de las medidas obtenidas de doce losetas en milímetros redondeando a 0.1mm.

6.1.3) DESVIACIONES.- Para calcular dimensión, calcular la desviación como el promedio de las desviaciones determinadas en cada loseta, ninguna desviación puede exceder la tolerancia permisible especificada en ISO 3813.

En caso del espesor la única desviación permitida es la desviación obtenida de las mediciones hechas en cada uno de los rectángulos en los cuales se dividió la loseta.

6.2) ESCUADRADO DE LA LOSETA Y RECTITUD DE LAS ORILLAS.

Tomar cinco losetas al azar de la muestra. Poner sucesivamente cada lado de la loseta contra las orillas de la escuadra (3.7), tratando en cada vez incertar la cuña de 0.35mm (3.3) entre la escuadra y la loseta.

6.3) DENSIDAD APARENTE.

6.3.1) PROCEDIMIENTO.- Determinar las dimensiones de cada loseta de la muestra, siguiendo el procedimiento indicado en 6.1 y determine su masa en la balanza (3.1) la densidad --

aparente se obtiene dividiendo la masa de la loseta en gramos, redondeando al entero más cercano, entre el volumen en centímetros cúbicos, redondeando al entero más cercano.

6.3.2) EXPRESION DE RESULTADOS.- Calcular la densidad aparente de la muestra como el promedio de los valores obtenidos en la prueba, expresar el resultado en kilogramos por metro cúbico, redondeando al entero más cercano.

6.4) IDENTACION INICIAL Y RESIDUAL.

6.4.1) PREPARACION DE LAS PIEZAS DE PRUEBA.-

Use la sierra 3.16 para cortar una pieza de prueba de 5 cm. x 5 cm. y considerando el espesor de la loseta de la muestra.

6.4.2) PROCEDIMIENTO.- Poner la pieza de prueba en el plato base de la prensa y aplicar el Indentor en el centro bajo una carga de 1.5 kpa. durante 15 seg. e inmediatamente leer el espesor (d_1) incrementar la presión del indentor a 40 kpa. manteniéndola a este nivel durante 10 min. y leer el espesor de la pieza en el punto donde se aplica el indentor (d_2). remover la carga y permitir la recuperación de la pieza durante 1 hr. al final de este período, reaplicar el indentor bajo una

carza de 1.5 kpa. durante 15 seg. y leer el espesor (d_3) en el punto donde la loseta fué comprimida.

6.4.3) EXPRESION DE RESULTADOS.- La indentación inicial de cada pieza es obtenida como un porcentaje por la fórmula: $\frac{d_1-d_2}{d_1} \times 100$

La indentación residual de cada pieza es obtenida como un porcentaje por la fórmula:

$$\frac{d_1-d_3}{d_3} \times 100$$

Calcule la indentación inicial y residual como el promedio de los valores obtenidos, redondeando a 0.1%.

6.5) RESISTENCIA A LA TENSION.

6.5.1) PREPARACION DE LAS PIEZAS DE PRUEBA.-

Tomar tres losetas al azar de la muestra, use la sierra (3.16) para cortar de cada loseta una pieza de prueba de 5 cm. x 4 cm. y considerando el espesor de la loseta.

6.5.2) PROCEDIMIENTO.- Determine el ancho y el espesor de las piezas de prueba, siguiendo el procedimiento indicado en 6.1 fijar la pieza verticalmente en las pinzas de la máquina (3.11) poner la máquina en operación y anotar la fuerza a la cual ocurre la ruptura.

6.5.3) EXPRESION DE RESULTADOS.- La resistencia a la tensión de la pieza en megapascales es obtenida por la fórmula: $\frac{f}{b \times d}$

DONDE:

f= Fuerza a la cual ocurre la ruptura en - - newtons, redondeando al entero más cercano.

b= Ancho de la pieza en milímetros, redondeando al entero más cercano.

d= Espesor de la pieza, en milímetros redondeando al entero más cercano.

Anotar la resistencia a la tensión de cada -- pieza redondeando a 0.1 megapascales en el reporte de control.

6.6) CONTENIDO DE SALES.

6.6.1) PREPARACION DE LAS PIEZAS DE PRUEBA.- De una de las losetas de la muestra tomar una pieza de aproximadamente 10 g y romperla de tal manera que los fragmentos puedan ser contenidos en el crisol (3.4).

6.6.2) PROCEDIMIENTO.- Poner los fragmentos (6.6.1) en el crisol (3.4) secar el crisol y el contenido en la estufa eléctrica (3.9) controlando la temperatura a 103 ± 2 °C. Ensegui

da enfriar en el desecador (3.6) y pesar. Repetir la operación de secado, enfriado y pesado hasta obtener una masa constante. Poner el crisol y el contenido en la mufla (3.10) a una temperatura controlada de 450 ± 20 °C hasta que se queme el corcho aglomerado, ensguida enfriar en el desecador (3.6) y pesar. Repetir la operación hasta obtener una masa constante.

6.6.3) EXPRESION DE RESULTADOS.- El contenido de sales de la pieza es obtenido en porcentaje en masa por la fórmula:

$$\frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

DONDE:

M_0 = Masa en gramos del crisol redondeado a 0.001 g.

M_1 = Masa en gramos del crisol con el contenido ya seco, redondeando a 0.001 g.

M_2 = Masa en gramos del crisol con el residuo redondeando a 0.001 g.

Expresar el resultado redondeando a 0.1%.

6.7) COMPORTAMIENTO EN ACIDO CLORHIDRICO FUMANTE HIRVIENDO.

6.7.1) PREPARACION DE LAS PIEZAS.- Tomar tres losetas al azar de la muestra y usar la sierra

(3.16) para cortar de cada una, una pieza de prueba de 5 cm. x 4 cm. y considerando el espesor de la prueba.

6.7.2) PROCEDIMIENTO.- Calentar el ácido clorhídrico contenido en el matraz (3.14.1) y las piezas de prueba hasta que el ácido este hirviendo, mantenerlo en ebullición por una hora, remover las piezas y hacer un examen visual.

6.7.3) EXPRESION DE RESULTADOS.- Expresar el resultado de la prueba por la presencia o ausencia de desintegración en el corcho aglomerado.

7) REPORTE DE CONTROL.

El reporte debe incluir la siguiente información: (ver forma fig. 5.3.)

- a) Referencia de la Norma Internacional.
- b) Todos los detalles necesarios para la completa indentificación de la muestra.
- c) Referencia del método usado.
- d) Los resultados obtenidos y la forma en que están expresados.
- e) Todos los detalles de procedimiento no especificados en la Norma Internacional.

f) Cualquier suceso que pudiera haber afectado los resultados.

CONTROL DE CALIDAD
PRODUCTO TERMINADO

REF. No. _____

FECHA: _____

| | | | | |
|---|--|--|---|---------------|
| NP <input type="checkbox"/> CP <input type="checkbox"/> PT <input type="checkbox"/> | | | DESCRIPCION | |
| RUTINARIA <input type="checkbox"/> ESPECIAL <input type="checkbox"/> | | PLANTA | LOTE: | |
| No. MUESTRA: | | CANTIDAD INSPECCIONADA: | | |
| REPORTE REQUERIDO | DIMENSIONAL SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | LABORATORIO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | FUNCIONAMIENTO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> | EVALUADO POR: |
| ESPECIFICACION DE N O R M A | TOLERANCIA | RESULTA EN MUESTRA | VARIACION | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

| |
|---------------------------------------|
| OBSERVACIONES: |
|---------------------------------------|

| | | | | |
|--|-----------------|------------------|--------------|---------------------|
| DISPOSICION INSPECCION DIMENSIONAL PRUEBA DE LABORATORIO PRUEBA FUNCIONAL | APROBADO | RECHAZADO | FECHA | DISPOSICION: |
| | | | | |

FIG. 5.3. - REPORTE DE CONTROL PARA EL PRODUCTO TERMINADO.

CAPITULO VI

CONTROL DE PROCESO

En cada uno de los pasos del proceso existen propiedades a controlar, las cuales repercuten en la calidad del producto.

Durante el proceso de manufactura, es necesario que los operadores estén al tanto de estas propiedades, estas se apuntan en el Reporte de Control para Operarios y se compromete a estos determinarlas constantemente. En este punto ayudará en mucho los cursos sobre Control de Calidad, que se impartan a Supervisores y Obreros.

6.1.- DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

El diagrama de ISHIKAWA es una de las técnicas de análisis de causa-efecto para la solución de problemas.

Es un método simple, fácil de entender y efectivo. Simplifica el análisis y mejora la solución de los problemas. La causa para elaborarlo es el dar a conocer el proceso con todo y las variables que afectan, además que sirva como guía en la solución de problemas.

Los pasos para elaborarlo son los siguientes:

- 1).- Trazar una línea horizontal y en el extremo derecho anotar la causa o problema que se va analizar.
- 2).- Colocar las causas o eventos principales que afectan al problema que se analiza y unirlas a la línea horizontal.
- 3).- Cada evento principal tiene sus detalles y subdetalles -- estos se van uniendo a la línea que va de las causas o eventos principales a la línea horizontal inicial.
- 4).- Se procede a analizar propiedad por propiedad.

En la figura 6.1 se muestra el diagrama de ISHIKAWA, TAMBIEN LLAMADO ESQUELETO DE PESCADO, para el proceso de producción.

Quando existe algun problema de calidad se procede a analizarlo, variando propiedades y manteniendo otras hasta conseguir el objetivo de determinar exactamente la causa del problema.

6.2.- PROPIEDADES POR CONTROLAR.

A continuación se indica paso por paso del proceso de manufactura, las propiedades por controlar.

1).- MOLIENDA: Peso específico, humedad y tamaño.

1.1).- PESO ESPECIFICO: El peso específico del granulado es -- una medida directa de la contaminación de este; entre mayor sea el peso específico, más contaminado es el grano.

Así los límites son para tipo "C", debe ser de 40 a 50 kg/m^3 y para el tipo "R" debe ser de 80 a 100 kg/m^3 . La determinación se hace en campo con un recipiente de 0.02832 m^3 .

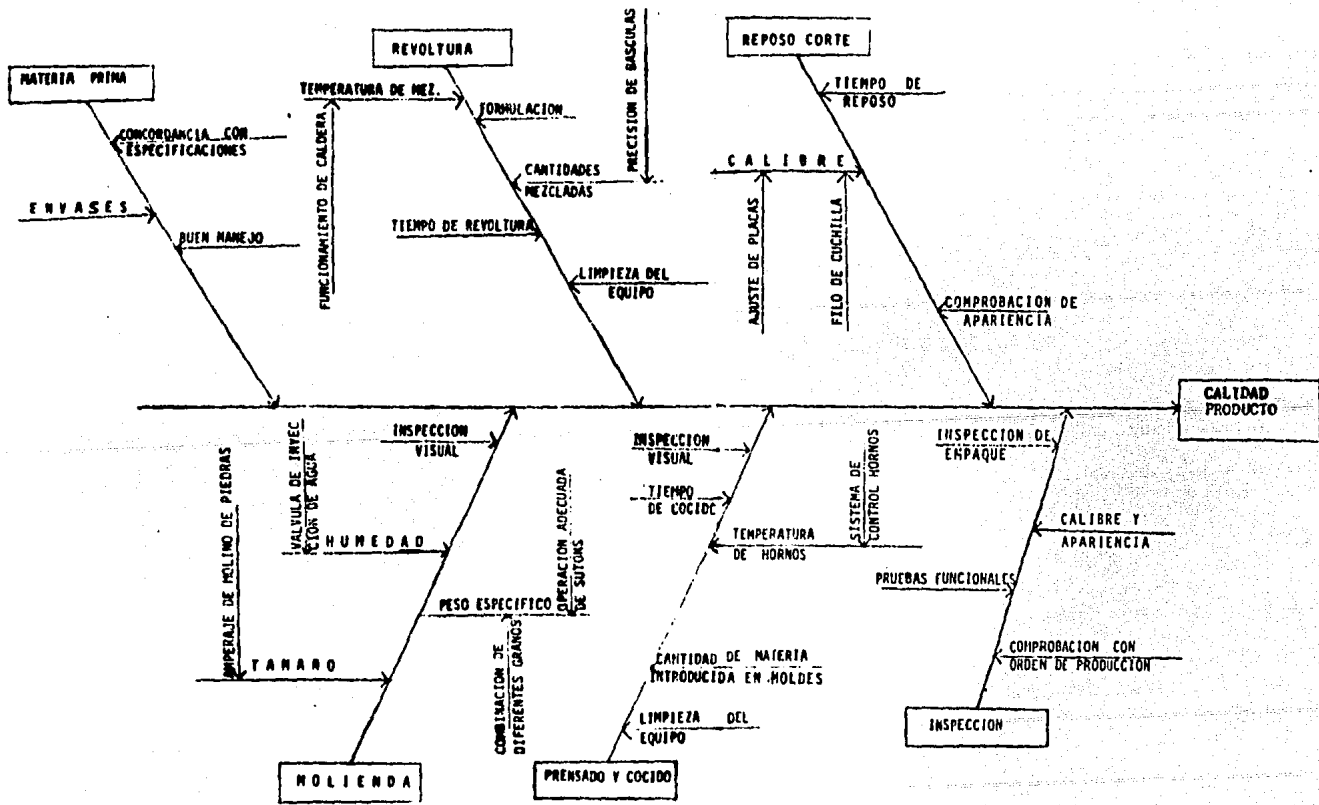


FIGURA 6.1. DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA EL PROCESO DE MANUFACTURA

1.2).- HUMEDAD: La humedad del granulado repercute en el cocido y en el reposo un grano humedo produce un aglomerado, poco flexible y con baja resistencia a la tensión, además el aglomerado requiere un mayor tiempo de reposo para que se establezca dimensionalmente. Los límites para el corcho puro es de 8 a 10 % y para el corcho reprocesado es de 8 a 12 %. La determinación se hace en campo con ayuda de un Higrómetro.

1.3).- DIAMETRO DEL GRANO: El diámetro del granulado es la base para la cantidad de aglomerante que se le combinan, además afecta en la flexibilidad del aglomerado que de él se obtenga. En la Compañía se producen 4 diferentes granos cuyos diámetros deberán ser: Para corcho No. 1⁽¹⁾ de 4 a 8mm, para corcho No. 2 de 3 a 4mm, para corcho No. 3 de 2 a 3mm y para corcho No. 5 de 1 a 2mm.

2).- REVOLTURAS: En este punto se observa la formulación y se comprueba en recipientes de 200 lt. el peso específico del grano, así también se lleva a cabo una inspección visual.

3).- PRENSADO: A parte de la inspección visual, se determinan las siguientes propiedades:

3.1).- Densidad aparente aproximada para blocks y bobinas: Consiste en mantener la densidad bajo control a la hora de prensado, para esto se pesa la cantidad neta de corcho con aglutinante, de acuerdo al volumen de los recipientes y a la densidad requerida, se determina el peso por molde.

(1) Estos nombres son los empleados en la planta.

3.2).- Densidad aparente de blocks y bobinas, después de cocer:

Esta es una comprobación de la densidad de nuestros productos, después de haber sido cocidos.

4).- COCIDO: Aquí los Operadores de Prensado y el Inspector de Calidad, comprueban el tiempo de cocido y la temperatura.

5).- REPOSO: Debe ser como mínimo catorce días, para cualquier tipo de corcho.

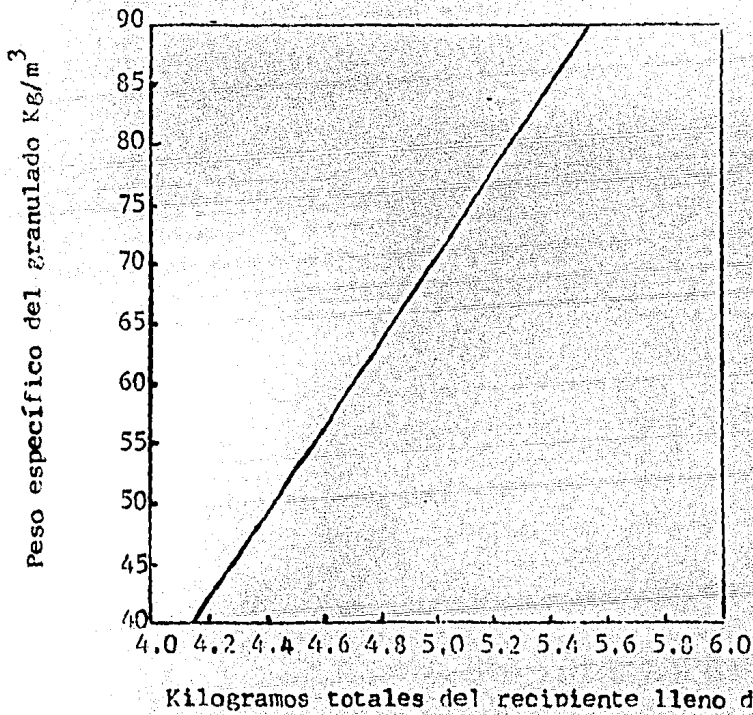
6).- CORTE: Los Operadores de acuerdo a las especificaciones - deberán calibrar las hojas de acuerdo al punto 8 de la sección 4.1.

7).- ARTESANIAS: Se cuidan especialmente las dimensiones y el perfecto pulido, acabado y empaquetado.

6.3.- DETERMINACION DE PROPIEDADES (PESO ESPECIFICO Y DENSIDAD APARENTE).

A continuación se muestran gráficas para la determinación de peso específico para el grano, en diferentes recipientes y para el cálculo de la densidad aparente para bloques y bobinas.

GRAFICA 6.1.- Peso específico del granulado en función al peso total de un recipiente lleno de grano cuyo volumen es de 0.02832 m^3 y el recipiente vacío pesa 3 kg.



La gráfica esta hecha de la siguiente fórmula:

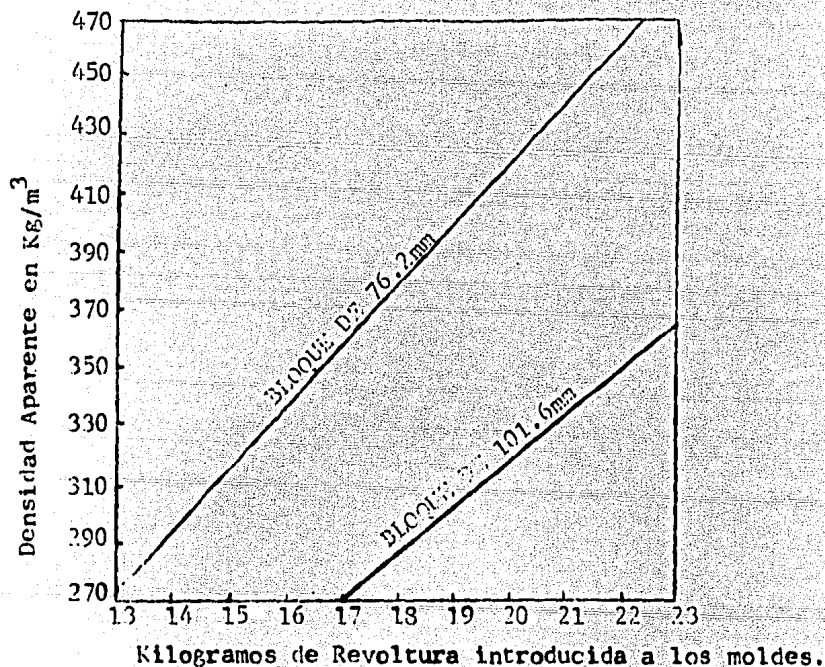
$$PE = \frac{Pt - 3}{0.02832}$$

DONDE:

PE= Peso específico (Kg/m³).

Pt= Peso total de recipiente lleno de grano

GRAFICA 6.2.- Densidad Aparente de los bloques de 76.2 y - - - 101.6mm en función de los kilogramos de Corcho-Pegamento, introducidos a los moldes a la hora del prensado y antes de cocer.



La gráfica está hecha de la siguiente fórmula:

$$DA = \frac{M \times 0.97}{V}$$

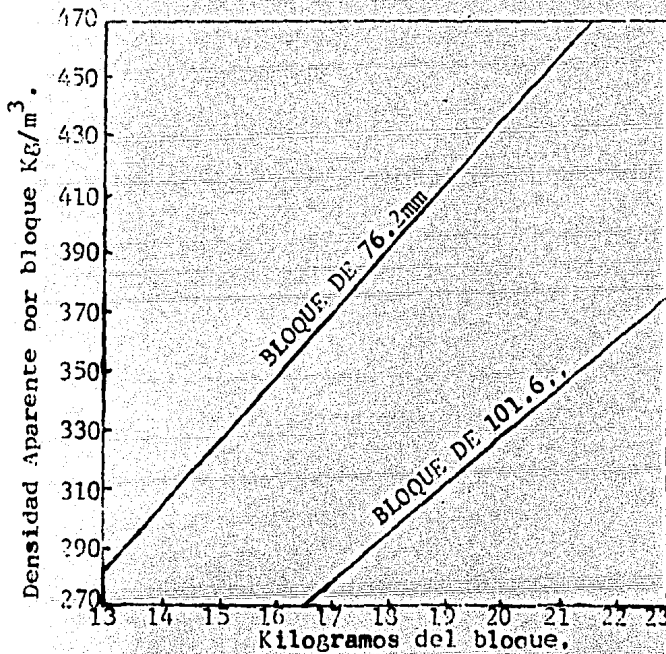
DONDE: DA= Densidad Aparente en (Kg/m³).

M= Masa de la Revoltura (Kg).

V= Volumen del bloque.- 0.046m³ para bloques de - - - 76.2mm y 0.061m³ para bloques de 101.6mm.

0.97= Factor que considera el agua que se evapora en el cocido.

GRAFICA 6.3.- Densidad Aparente para bloques de 76.2 y - 101.6mm en función del peso de los bloques una vez cocidos.



La gráfica esta hecha de la siguiente fórmula:

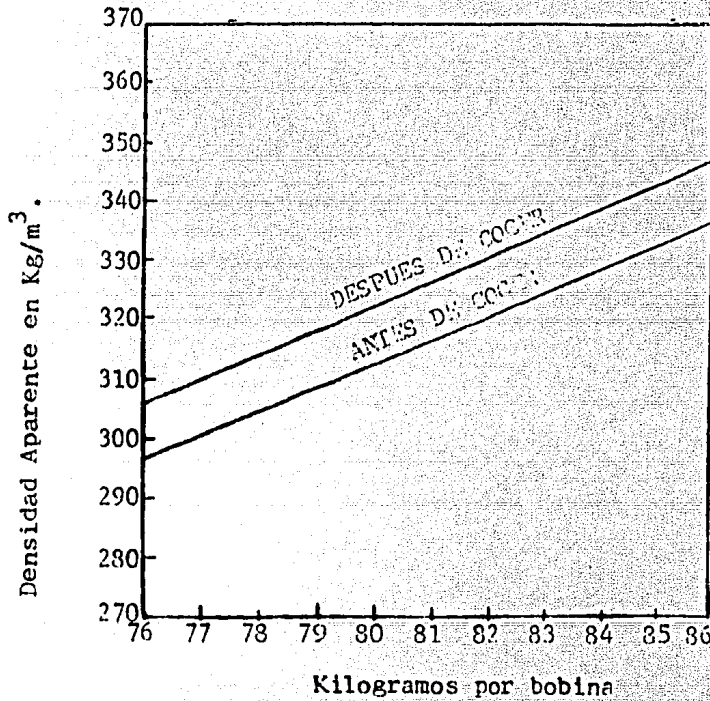
$$DA = \frac{M}{V}$$

DONDE: DA= Densidad aparente en KG/m^3 .

M= Masa del bloque Kg.

V= Volumen del bloque.- $0.046 m^3$ para el de 76.2mm
y $0.061 m^3$ para el de 101.6mm.

GRAFICA 6.4.- Densidad Aparente para bobinas en función del peso de estas, antes y después del cocido.



FORMULAS:

ANTES DE COCER

$$DA = \frac{M \times 0.97}{0.2483}$$

DESPUES DE COCER

$$DA = \frac{M}{0.2483}$$

DONDE: DA= Densidad Aparente en (Kg/m³).

M= Masa de la bobina (Kg).

0.2483= Volumen de la bobina en m³.

0.97= Factor que considera el agua que se evapora en el cocido.

CAPITULO VII

METODOS ESTADISTICOS

La calidad medida de las propiedades del proceso y del producto terminado está sujeta a un cierto grado de variación debido al azar, "Sistema estable de causas debidas al azar". La variación de este patrón fijo es inevitable. Las razones por las que esa variación rebasa los límites de dicho patrón deben descubrirse y corregirse.

La fuerza de las técnicas estadísticas desarrolladas en este capítulo reside en su capacidad para distinguir las causas atribuibles a la variación de calidad. Esto hace posible el diagnóstico y la corrección de muchos problemas de producción y a menudo produce mejoras sustanciales en la calidad del producto así como en la reducción de la cantidad de productos rechazados.

7.1.- PROPIEDADES DEL PRIMER ESTUDIO ESTADISTICO.

Los estudios estadísticos deben ser rigurosos y continuos. - -
estos deberán estar dedicados a las propiedades significativas -

de calidad. De esta forma para el primer estudio estadístico las propiedades tomadas en cuenta son:

El peso específico de los granulados C_5 y R_5 y la densidad aparente de los productos industriales C y R.

La determinación de estas propiedades se realizó conforme la producción lo requirió en diferentes fechas. Se eligieron subgrupos de cuatro elementos para cada propiedad y se consideraron los últimos veinticinco subgrupos.

7.2.- ANALISIS MATEMATICO DE LAS GRAFICAS DE CONTROL.

En primer lugar, hay que calcular la amplitud media, \bar{R} , que no es sino la suma de las amplitudes de los subgrupos dividido por el número de subgrupos (m).

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 \dots R_m}{m}$$

Luego con la ayuda de los factores D_3 y D_4 de la tabla A se obtienen los límites de control R.

$$\text{Límite de control superior para R} = UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$\text{Límite de control inferior para R} = LCL_R = D_3 \bar{R}$$

Asimismo tiene que calcularse $\bar{\bar{X}}$, media de los valores \bar{X} que es la suma de las \bar{X} dividido por el número de subgrupos. Para el cálculo de los límites de control \bar{X} debe emplearse el factor A_2 de la tabla A.

$$\text{Límite de control superior para } \bar{X} = UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{Límite de control inferior para } \bar{X} = LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

Los límites de prueba obtenidos de esta forma son aptos para analizar los datos que han sido empleados para su cálculo. Una vez hecho esto, puede ser que haya que modificarlos antes de aplicarlos a la producción futura.

Todos estos valores se basan en la distribución normal.

TABLA A.- Factores para determinar los límites de Control - - 3-SIGMA de los gráficos de \bar{X} y R a partir de \bar{R} .

| NUMERO DE OBSERVACIONES n | FACTOR PARA EL GRAFICO \bar{X} A_2 | FACTORES PARA EL GRAFICO R | |
|------------------------------|---|----------------------------|---------------------------|
| | | LIMITE CONTROL INF. D_3 | LIMITE CONTROL SUP. D_4 |
| 2 | 1.88 | 0 | 3.27 |
| 3 | 1.02 | 0 | 2.57 |
| 4 | 0.73 | 0 | 2.28 |
| 5 | 0.58 | 0 | 2.11 |
| 6 | 0.48 | 0 | 2.00 |
| 7 | 0.42 | 0.08 | 1.92 |
| 8 | 0.37 | 0.14 | 1.86 |
| 9 | 0.34 | 0.18 | 1.82 |
| 10 | 0.31 | 0.22 | 1.78 |
| 11 | 0.29 | 0.26 | 1.74 |
| 12 | 0.27 | 0.28 | 1.72 |
| 13 | 0.25 | 0.31 | 1.69 |
| 14 | 0.24 | 0.33 | 1.67 |
| 15 | 0.22 | 0.35 | 1.65 |
| 16 | 0.21 | 0.36 | 1.64 |
| 17 | 0.20 | 0.38 | 1.62 |
| 18 | 0.19 | 0.39 | 1.61 |
| 19 | 0.19 | 0.40 | 1.60 |
| 20 | 0.18 | 0.41 | 1.59 |

Límite de control superior para $\bar{X} = UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$.

Límite de control inferior para $\bar{X} = LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$.

7.3.- REGISTRO DE MEDICIONES Y GRAFICAS DE CONTROL.

A continuación se desarrolla el Estudio Estadístico para cada propiedad.

TABLA 7.1.- Registro de mediciones del peso específico del gra
nulado C₅.

| No. | F E C H A | PESO ESPECIFICO Kg/m^3 | | | | PROMEDIO \bar{X} | RANGO R |
|-----|-----------|--------------------------|----|----|----|-----------------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | 3 OCT. | 47 | 47 | 55 | 47 | 49.00 | 8 |
| 2 | 4 OCT. | 47 | 47 | 62 | 54 | 52.50 | 15 |
| 3 | 9 OCT. | 55 | 47 | 54 | 47 | 50.75 | 8 |
| 4 | 9 OCT. | 61 | 54 | 54 | 57 | 56.50 | 7 |
| 5 | 10 OCT. | 61 | 54 | 54 | 54 | 55.75 | 7 |
| 6 | 15 OCT. | 54 | 47 | 47 | 47 | 48.75 | 7 |
| 7 | 21 OCT. | 47 | 51 | 47 | 47 | 48.00 | 4 |
| 8 | 21 OCT. | 48 | 61 | 54 | 48 | 52.75 | 13 |
| 9 | 28 OCT. | 61 | 67 | 40 | 38 | 51.50 | 29 |
| 10 | 29 OCT. | 44 | 47 | 40 | 40 | 42.75 | 7 |
| 11 | 30 OCT. | 40 | 47 | 40 | 47 | 43.50 | 7 |
| 12 | 30 OCT. | 50 | 50 | 47 | 40 | 46.75 | 10 |
| 13 | 12 NOV. | 47 | 47 | 47 | 40 | 45.25 | 7 |
| 14 | 13 NOV. | 47 | 47 | 54 | 51 | 49.75 | 7 |
| 15 | 13 NOV. | 47 | 40 | 47 | 47 | 45.25 | 7 |
| 16 | 14 NOV. | 51 | 47 | 54 | 57 | 52.25 | 10 |
| 17 | 14 NOV. | 47 | 40 | 40 | 47 | 43.50 | 7 |
| 18 | 18 NOV. | 47 | 54 | 47 | 47 | 48.75 | 7 |
| 19 | 21 NOV. | 54 | 51 | 44 | 47 | 49.00 | 10 |
| 20 | 21 NOV. | 47 | 40 | 47 | 47 | 45.25 | 7 |

CONTINUACION DE LA TABLA 7.1.- Registro de mediciones del peso específico del granulado G₅.

| No. | F E C H A | PESO ESPECIFICO Kg/m ³ | | | | PROMEDIO \bar{X} | RANGO R |
|-----|-----------|-----------------------------------|----|----|----|-----------------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 21 | 27 NOV. | 47 | 54 | 47 | 47 | 48.75 | 7 |
| 22 | 27 NOV. | 47 | 44 | 47 | 47 | 46.25 | 3 |
| 23 | 28 NOV. | 61 | 54 | 47 | 47 | 51.50 | 14 |
| 24 | 28 NOV. | 47 | 51 | 47 | 47 | 48.00 | 4 |
| 25 | 11 DIC. | 44 | 47 | 47 | 47 | 46.25 | 3 |

De la tabla 7.1.

$$\bar{R} = 8.60 \text{ y } \bar{X} = 48.73$$

De la tabla A para el número de observaciones igual a cuatro.

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.28$$

$$A_2 = 0.73$$

Entonces para R.

$$UCL_R = D_4 \bar{R} = 2.28 (8.60) = 19.61$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R} = 0.00 (8.60) = 0.00$$

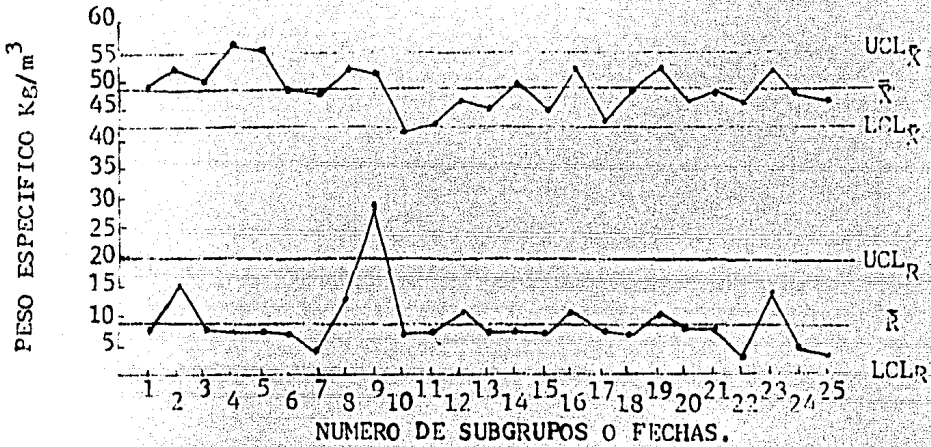
y para \bar{X} .

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} = 48.73 + 0.73 (8.60) = 55.01$$

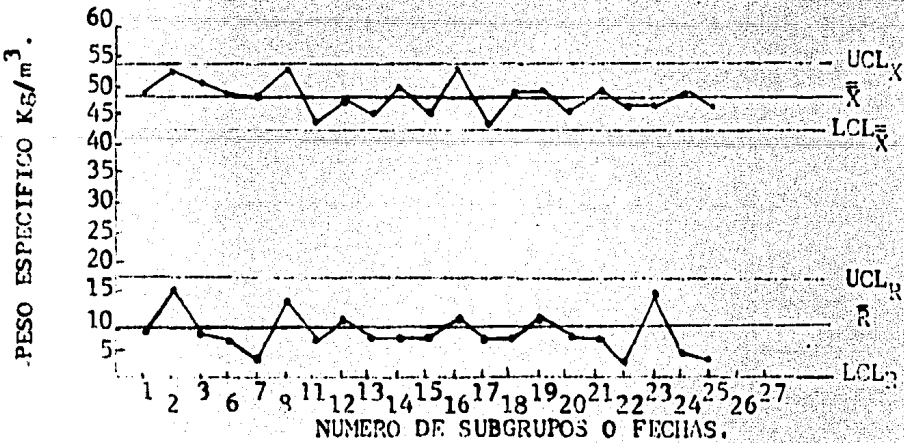
$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R} = 48.73 - 0.73 (8.60) = 42.45$$

Existen varias reglas para el uso de las gráficas y de la comprobación que el proceso esta o no bajo control, algunas de las -

GRAFICA 7.1.A.- GRAFICA DE CONTROL PARA EL PESO ESPECIFICO DEL C₅.



GRAFICA 7.1.B.- GRAFICA DE CONTROL PARA EL PESO ESPECIFICO DE C₅ CORREGIDA.



reglas para el no control son las siguientes:

- 1.- Uno o más puntos caen fuera de los límites de control.
- 2.- Tres o más puntos consecutivos caen en el mismo lado de la línea central y se encuentran localizados más cerca de el límite de control que de la línea central (\bar{X})
- 3.- Siete o más puntos consecutivos caen en el mismo lado de la línea central.
- 4.- Diez de once puntos consecutivos caen en el mismo lado de la línea central.
- 5.- Cuando siete puntos consecutivos tienen la misma dirección sea hacia arriba o hacia abajo.

Observando la gráfica 7.1.A. existen varios puntos que caen fuera de los límites, obviamente estas variaciones no son debidas al azar, por lo tanto para corregir esto se puede no considerar estos puntos y trabajar únicamente con los puntos que caen dentro de los límites. De esta forma tenemos los nuevos valores para los datos de la tabla 7.1.

$$\bar{R} = 7.86 \text{ y } \bar{X} = 48.18$$

entonces:

$$UCL_R = 2.28 (7.86) = 17.92$$

$$UCL_{\bar{X}} = 48.18 + 0.73 (7.86) = 53.92$$

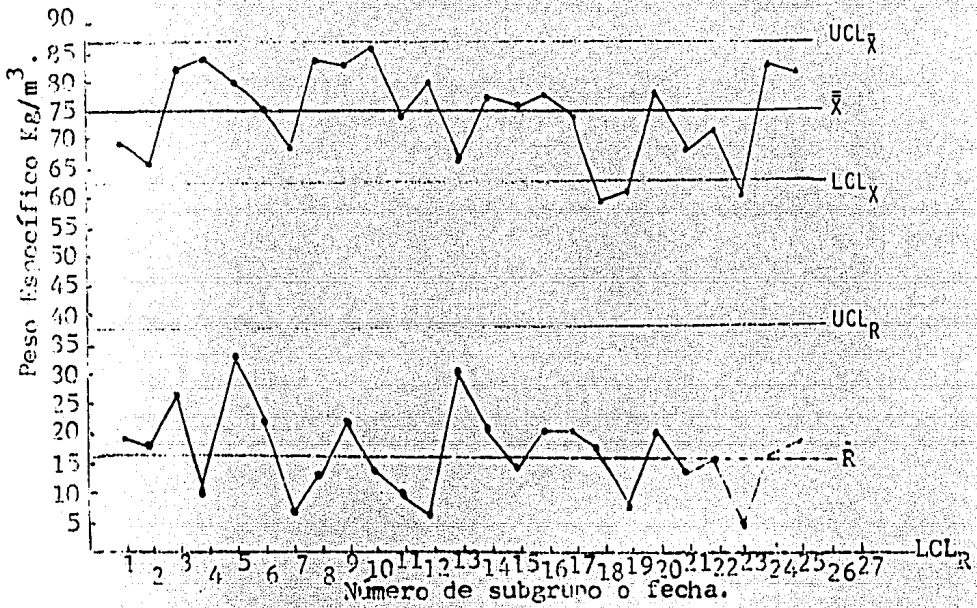
$$LCL_{\bar{X}} = 48.18 - 0.73 (7.86) = 42.44$$

La gráfica 7.1.B. muestra los límites y los valores que se deben usar en la producción futura.

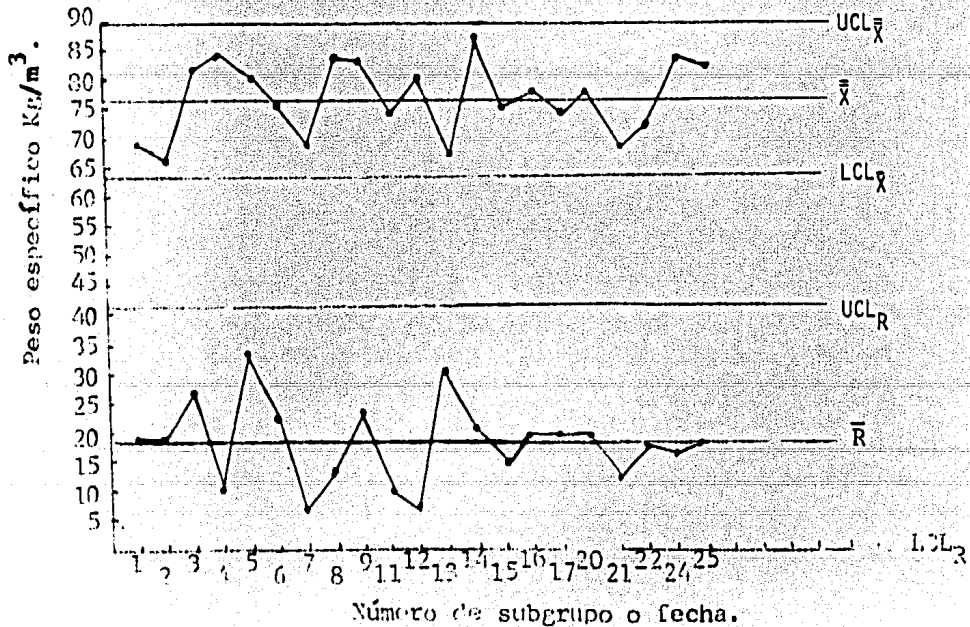
TABLA 7.2.- Peso específico del granulado R₅.

| No. | F E C H A | PESO ESPECIFICO Kg/m ³ | | | | PROMEDIO % | RANGO ? |
|-----|-----------|-----------------------------------|-----|----|----|---------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | 11 OCT. | 61 | 80 | 67 | 71 | 69.75 | 19 |
| 2 | 11 OCT. | 62 | 81 | 62 | 62 | 66.75 | 19 |
| 3 | 16 OCT. | 67 | 87 | 81 | 94 | 82.25 | 27 |
| 4 | 17 OCT. | 81 | 91 | 84 | 81 | 84.25 | 10 |
| 5 | 17 OCT. | 81 | 100 | 67 | 74 | 80.50 | 33 |
| 6 | 22 OCT. | 68 | 74 | 90 | 68 | 75.00 | 22 |
| 7 | 22 OCT. | 67 | 74 | 67 | 67 | 68.75 | 7 |
| 8 | 24 OCT. | 87 | 87 | 87 | 74 | 83.75 | 13 |
| 9 | 25 OCT. | 94 | 87 | 71 | 81 | 83.25 | 23 |
| 10 | 25 OCT. | 80 | 88 | 94 | 80 | 85.50 | 14 |
| 11 | 5 NOV. | 74 | 67 | 77 | 77 | 73.75 | 10 |
| 12 | 5 NOV. | 74 | 81 | 81 | 81 | 79.25 | 7 |
| 13 | 6 NOV. | 84 | 68 | 61 | 54 | 66.75 | 30 |
| 14 | 7 NOV. | 94 | 91 | 74 | 94 | 88.25 | 20 |
| 15 | 7 NOV. | 74 | 81 | 81 | 67 | 75.75 | 14 |
| 16 | 8 NOV. | 67 | 74 | 87 | 81 | 77.25 | 20 |
| 17 | 8 NOV. | 81 | 81 | 61 | 74 | 74.25 | 20 |
| 18 | 11 NOV. | 68 | 67 | 50 | 51 | 59.00 | 18 |
| 19 | 25 NOV. | 67 | 67 | 54 | 54 | 60.50 | 7 |
| 20 | 3 DIC. | 81 | 67 | 74 | 87 | 77.25 | 20 |
| 21 | 4 DIC. | 67 | 61 | 71 | 74 | 68.25 | 13 |
| 22 | 5 DIC. | 74 | 67 | 81 | 64 | 71.50 | 17 |
| 23 | 5 DIC. | 64 | 60 | 61 | 61 | 61.50 | 4 |
| 24 | 9 DIC. | 74 | 90 | 90 | 77 | 82.75 | 16 |
| 25 | 10 DIC. | 75 | 89 | 91 | 73 | 82.00 | 18 |

GRAFICA 7.2.A.- Gráfica de Control para el Peso Específico del Granulado R_5 .



GRAFICA 7.2.B.- Corrección.



De la tabla 7.2.

$$\bar{R} = 16.84 \text{ y } \bar{\bar{X}} = 75.11$$

Y de la tabla A.

$$D_3 = 0.00$$

$$D_4 = 2.28$$

$$A_2 = 0.73$$

Para los datos de la tabla 7.2.

$$UCL_R = 2.28 (16.84) = 38.40$$

$$UCL_{\bar{X}} = 75.11 + 0.73 (16.84) = 87.40$$

$$LCL_{\bar{X}} = 75.11 - 0.73 (16.84) = 62.82$$

Con estos datos se construye la gráfica 7.2.A.

Sin utilizar los subgrupos 10, 18, 19 y 23 se pueden calcular límites mas reales, así:

$$\bar{R} = 18.00 \text{ y } \bar{\bar{X}} = 76.72$$

entonces:

$$UCL_R = 2.28 (18.00) = 41.04$$

$$UCL_{\bar{X}} = 76.72 + 0.73 (18.00) = 89.86$$

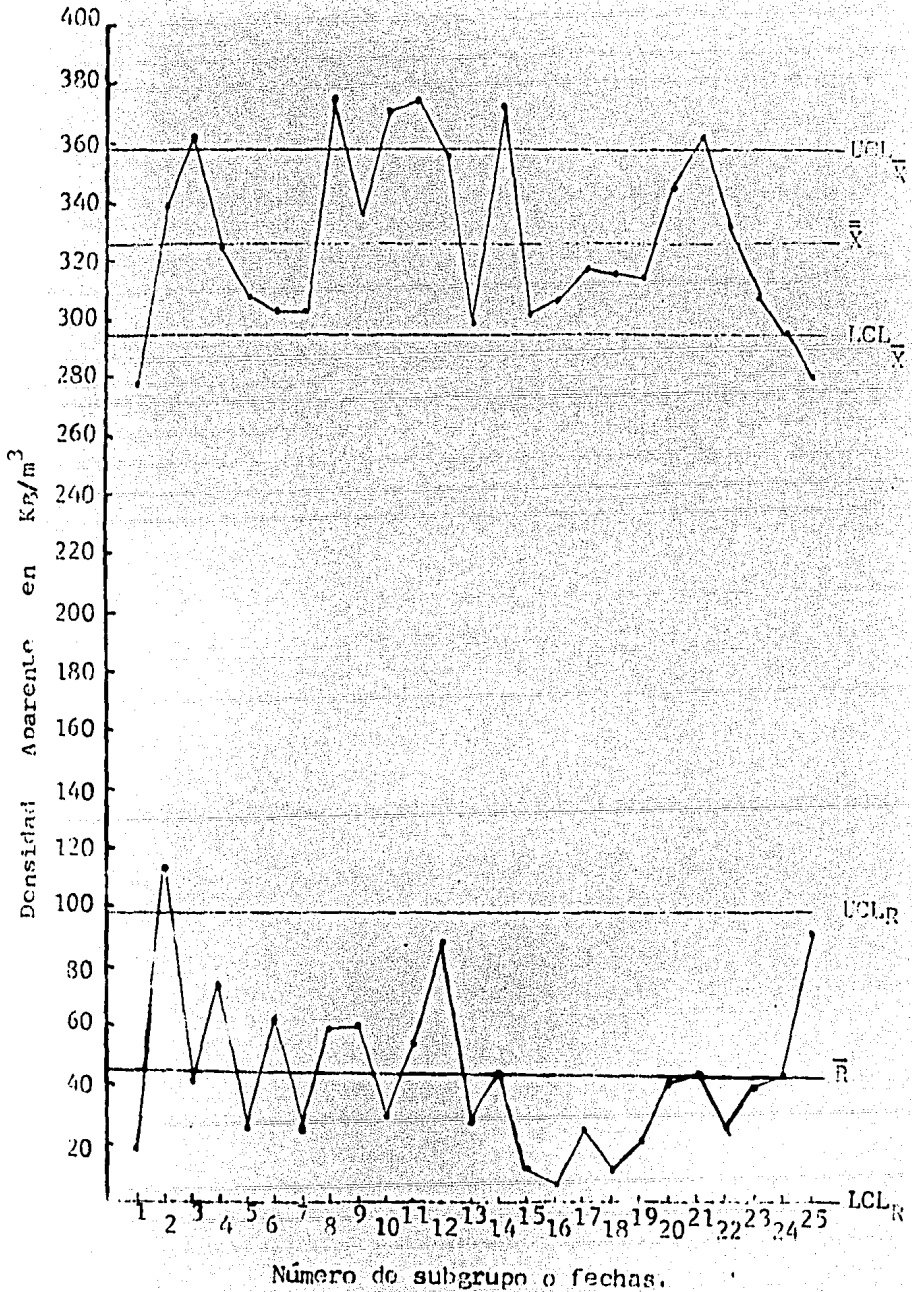
$$LCL_{\bar{X}} = 76.72 - 0.73 (18.00) = 63.58$$

Con estos valores se construye la gráfica 7.2.B.

TABLA 7.3.- Densidad Aparente del Corcho Industrial Tipo "C".

| No. de SUBGPO. | F E C H A | DENSIDAD APARENTE Kg/m^3 | | | | PROMEDIO \bar{X} | RANGO R |
|-------------------|-----------|--|-----|-----|-----|-----------------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | 11 SEP. | 285 | 287 | 269 | 269 | 278 | 18 |
| 2 | 23 SEP. | 257 | 371 | 354 | 369 | 338 | 114 |
| 3 | 23 SEP. | 379 | 361 | 366 | 338 | 361 | 41 |
| 4 | 25 SEP. | 353 | 279 | 348 | 314 | 324 | 74 |
| 5 | 26 SEP. | 303 | 297 | 304 | 322 | 307 | 25 |
| 6 | 27 SEP. | 298 | 290 | 277 | 338 | 301 | 61 |
| 7 | 27 SEP. | 306 | 303 | 386 | 311 | 302 | 25 |
| 8 | 2 OCT. | 371 | 364 | 351 | 410 | 374 | 59 |
| 9 | 2 OCT. | 303 | 311 | 358 | 363 | 334 | 60 |
| 10 | 3 OCT. | 367 | 366 | 359 | 388 | 370 | 29 |
| 11 | 4 OCT. | 335 | 387 | 384 | 389 | 374 | 54 |
| 12 | 8 OCT. | 329 | 306 | 394 | 390 | 355 | 88 |
| 13 | 9 OCT. | 298 | 310 | 282 | 302 | 308 | 78 |
| 14 | 9 OCT. | 392 | 369 | 377 | 348 | 372 | 44 |
| 15 | 10 OCT. | 295 | 298 | 305 | 306 | 301 | 11 |
| 16 | 17 OCT. | 303 | 305 | 308 | 309 | 306 | 6 |
| 17 | 28 OCT. | 329 | 319 | 305 | 311 | 316 | 24 |
| 18 | 29 OCT. | 318 | 316 | 308 | 319 | 315 | 11 |
| 19 | 30 OCT. | 326 | 316 | 306 | 305 | 313 | 21 |
| 20 | 7 NOV. | 361 | 352 | 321 | 342 | 344 | 40 |
| 21 | 8 NOV. | 356 | 345 | 388 | 353 | 361 | 43 |
| 22 | 13 NOV. | 343 | 335 | 329 | 318 | 331 | 25 |
| 23 | 22 NOV. | 283 | 322 | 314 | 306 | 306 | 39 |
| 24 | 29 NOV. | 303 | 310 | 297 | 266 | 294 | 44 |
| 25 | 3 DIC. | 298 | 277 | 317 | 226 | 280 | 91 |

GRAFICA 7.3.- Gráfica de Control Estadístico para la Densidad Aparente del Corcho Industrial Tipo "C".



De la tabla 7.3.

$$\bar{R} = 43$$

$$\bar{\bar{X}} = 326$$

Y de la tabla A

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.28$$

$$A_2 = 0.73$$

entonces:

$$UCL_R = 2.28 (43) = 98 \text{ Kg/m}^3$$

$$UCL_{\bar{X}} = 326 + 0.73 (43) = 357 \text{ Kg/m}^3$$

$$LCL_{\bar{X}} = 326 - 0.73 (43) = 295 \text{ Kg/m}^3$$

Con los datos anteriores se construye la gráfica 7.3.

En la gráfica 7.3 se observa que los puntos 1, 2, 3, 8, 10, -- 11, 14, 21, 24 y 25 caen fuera de los límites de control, si se quisiera hacer un ajuste no sería tan representativo puesto que únicamente se utilizarían 15 subgrupos.

Es necesario entonces hacer otras veinticinco mediciones puesto que una gráfica de control hecha con pocas mediciones es muy factible que no sirva para la producción futura.

TABLA 7.4.- Densidad Aparente de Corcho Industrial Tipo "B".

| No. de SUBCPO. | F E C H A | DENSIDAD APARENTE Kg/m ³ | | | | PROMEDIO X | RANGO R |
|-------------------|-----------|-------------------------------------|-----|-----|-----|---------------|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 1 | 10 JUL. | 377 | 366 | 375 | 384 | 376 | 18 |
| 2 | 12 JUL. | 421 | 384 | 323 | 404 | 383 | 98 |
| 3 | 15 JUL. | 353 | 399 | 398 | 369 | 380 | 46 |
| 4 | 6 AGS. | 314 | 401 | 405 | 414 | 384 | 100 |
| 5 | 6 AGS. | 420 | 399 | 426 | 390 | 409 | 36 |
| 6 | 7 AGS. | 380 | 379 | 396 | 394 | 387 | 17 |
| 7 | 7 AGS. | 357 | 352 | 357 | 356 | 356 | 5 |
| 8 | 14 AGS. | 352 | 349 | 376 | 346 | 356 | 30 |
| 9 | 14 AGS. | 355 | 342 | 425 | 433 | 389 | 91 |
| 10 | 25 SEP. | 347 | 352 | 432 | 403 | 384 | 85 |
| 11 | 26 SEP. | 461 | 374 | 370 | 397 | 401 | 91 |
| 12 | 8 OCT. | 338 | 328 | 350 | 341 | 339 | 22 |
| 13 | 15 OCT. | 402 | 389 | 378 | 384 | 388 | 24 |
| 14 | 15 OCT. | 376 | 376 | 371 | 349 | 368 | 27 |
| 15 | 16 OCT. | 339 | 363 | 379 | 338 | 355 | 41 |
| 16 | 16 OCT. | 400 | 394 | 381 | 386 | 390 | 19 |
| 17 | 21 OCT. | 451 | 429 | 435 | 440 | 439 | 22 |
| 18 | 21 OCT. | 442 | 411 | 426 | 413 | 423 | 31 |
| 19 | 25 OCT. | 490 | 478 | 434 | 507 | 477 | 73 |
| 20 | 25 OCT. | 402 | 384 | 395 | 406 | 397 | 22 |
| 21 | 25 OCT. | 376 | 405 | 396 | 382 | 390 | 29 |
| 22 | 21 NOV. | 387 | 368 | 381 | 366 | 376 | 21 |
| 23 | 22 NOV. | 422 | 405 | 435 | 408 | 417 | 30 |
| 24 | 22 NOV. | 373 | 368 | 389 | 376 | 377 | 21 |
| 25 | 22 NOV. | 402 | 414 | 392 | 394 | 401 | 22 |

De la tabla 7.4.

$$\bar{X} = 390$$

$$\bar{R} = 41$$

Y de la tabla A

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.28$$

$$A_2 = 0.73$$

Por lo tanto:

$$UCL_R = 2.28 (41) = 93 \text{ Kg/m}^3.$$

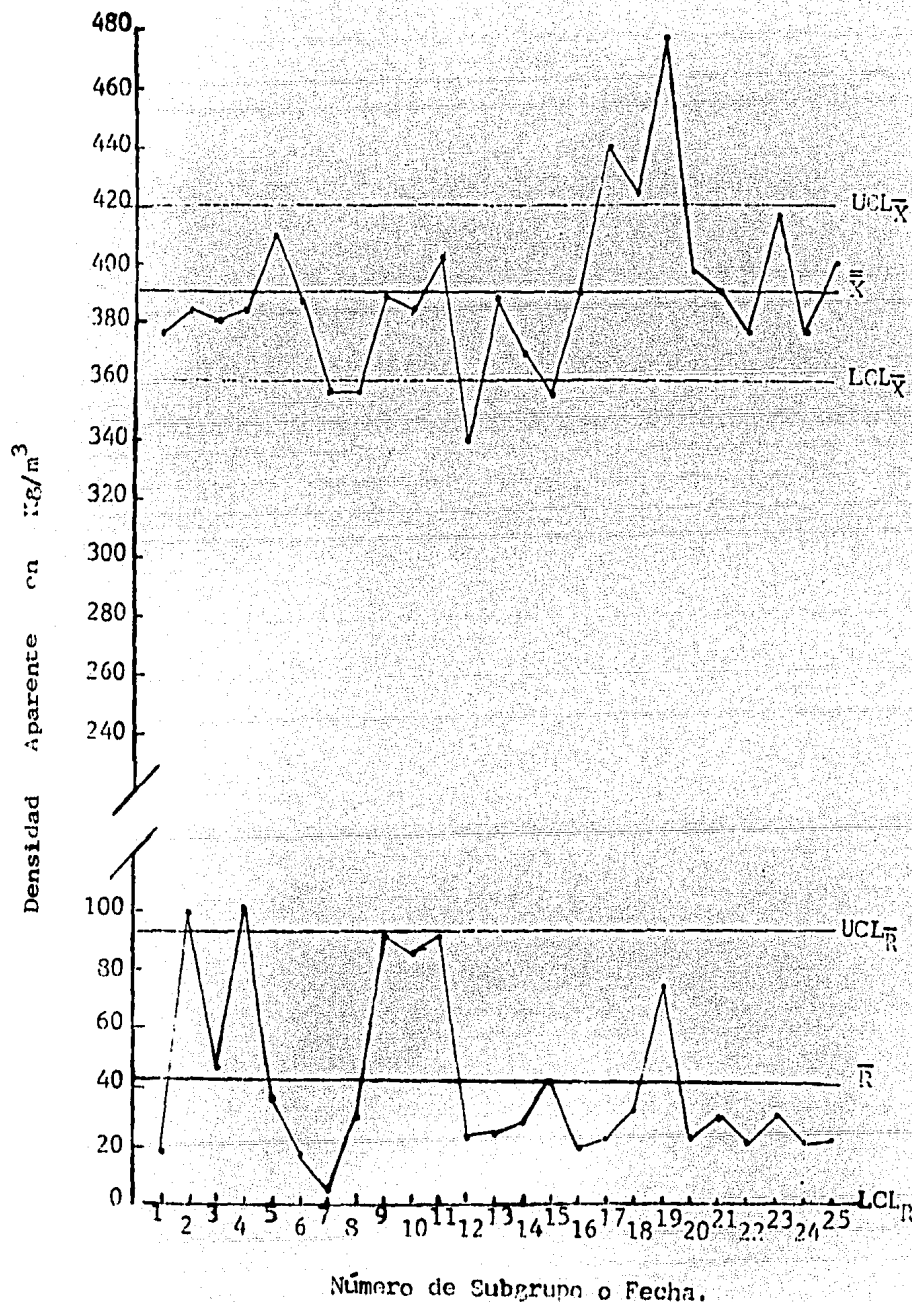
$$UCL_{\bar{X}} = 390 + 0.73 (41) = 420 \text{ Kg/m}^3.$$

$$LCL_{\bar{X}} = 390 - 0.73 (41) = 360$$

Con los datos anteriores se construyo la Gráfica 7.4.

Observando la gráfica 7.4, los puntos 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, - 12, 15, 17, 18 y 19 indican falta de Control Estadístico, por lo tanto esta gráfica no puede utilizarse en la producción futura.

GRAFICA 7.4.- Gráfica de Control de Densidad Aparente del Corcho Industrial tipo R.



Observando la gráfica 7.4. nos damos cuenta que el proceso estuvo fuera de control estadístico. Para construir las gráficas de control es necesario hacer nuevas determinaciones y volver a construir una nueva gráfica que esté bajo control.

Los datos tomados para la elaboración de las tablas 7.3 y 7.4, fueron hechos de acuerdo a las fechas de producción y fueron en un período de tiempo largo. Para corregir este problema se puede coordinar el trabajo con producción para hacer nuevas determinaciones en un período más corto.

Una vez comprobando que el proceso está bajo control, podemos construir histogramas de frecuencia y hacer su tratamiento matemático para que de esta forma se calcule la capacidad del proceso (C_p) que no es más que:

$$C_p = \bar{X} \pm 3s.$$

Donde:

C_p = Capacidad de proceso.

\bar{X} = Promedio de mediciones individuales.

S = Desviación estándar (tipo).

Además es necesario no interrumpir los estudios estadísticos para que se compruebe la concordancia con las especificaciones o las modificaciones a estas.

Existen muchos factores que pueden haber afectado a los resultados de la densidad aparente, mostrados anteriormente, estas pueden ser por falta de control en Molienda y Revoltura o Prensado.

Comprobar que el proceso esta bajo control o no, vigilar que los operadores trabajen bajo las especificaciones, revisar la materia prima, etc. Todo esto forma parte del Sistema de Control que nos ocupa considerando logros o no logros, cada una de las áreas de trabajo es importante y es fundamental que se lleve a cabo.

A continuación se hacen algunos comentarios de la forma de actuar con respecto a los resultados de la densidad aparente.

Algunos puntos entre las gráficas de peso específico y la densidad aparente, tanto como para el tipo C y tipo R, fueron en las mismas fechas como es obvio suponer que el día 4 de Octubre, por ejemplo: la densidad del tipo C fué de 25.6 lb/ft^3 , ese mismo día el peso específico para el granulado debe haber sido alto, para ese día el promedio fué de 52.5 Kg/m^3 , este valor queda mas cerca no del límite superior que de el promedio, así la tendencia hacia una mayor densidad del producto terminado.

Para vigilar que el proceso esté bajo control y analizar que puede afectar la calidad en forma mas detallada, se recomienda ver diagrama de Ishikawa descrito en la sección 6.1.

7.4.- METODO DE MUESTREO.

"Un inconveniente de la inspección al 100%, cuando es practicable, es que el inspector simplemente corrige las faltas de los demás, separando lo bueno de lo malo y el hombre de producción lo toma como cosa natural sí sólo se le devuelven elementos sueltos para su reparación. Pero si le devuelven un lote entero, como ocu

re cuando se hace muestreo y se le exige tome todas las medidas correctivas, el flujo normal de producción se interrumpe. Si hay muchos lotes rechazados, tiene que afanarse en hallar la causa y eliminarla para evitar nuevos rechazos. Esta es una fuerza indirecta del muestreo: Obliga a la corrección del proceso donde radica que la falta"

-H.F. Dodge.-

El método inicial con que se empezará a trabajar con muestreo es el NCA (Nivel de Calidad Aceptable), este método se ideó primeramente en relación con el desarrollo del muestreo de aceptación estadístico por el Ordnance Department del ejército de Estados Unidos de Norteamérica. Las tablas y los procedimientos se desarrollaron en 1942 por un grupo bajo la dirección de ilustres ingenieros de los laboratorios de la Bell Telephone. Con algunos cambios y ampliaciones llevadas a cabo por el mismo grupo pasaron a ser las tablas del ejército. Durante los años de 1960 a 1962 se encargó a un grupo de trabajo conocido como ABC, compuesto por agencias militares de los Estados Unidos de América, Gran Bretaña y Canadá, el desarrollo de una norma común para el muestreo de aceptación por Atributos. El comité trabajó con la ayuda y colaboración de organizaciones americanas y europeas para el Control de Calidad.

Este método también se encuentra descrito en las Normas Oficiales Mexicanas.

Para el buen uso de las tablas de muestreo es conveniente esta

blecer algunas definiciones que a continuación se indican.

CARACTERISTICAS DE CALIDAD.- Son aquellas propiedades de una unidad de producto que pueden compararse con respecto a requisitos establecidos en el producto terminado. Estas características están detalladas en las especificaciones y en la forma de trabajo para cortadores.

DEFECTO Y DEFECTUOSAS.- Defecto es cualquier discrepancia o in conformidad de la unidad de producto con respecto a sus especificaciones establecidas. Defectuosa es aquella unidad de producto que contiene uno o mas defectos.

DEFECTO CRITICO.- Es aquel en el cual el criterio y la experiencia indican que la unidad de Producto que lo contiene, tiene grandes probabilidades de producir condiciones peligrosas o inseguras para las personas que lo usan.

DEFECTO MAYOR.- Es aquel que sin ser crítico, tiene grandes probabilidades de provocar una falla o reducir en forma drástica la utilidad de la unidad de producto para el fin al que se destina.

DEFECTO MENOR.- Es aquel que representa una desviación con respecto a sus especificaciones establecidas, pero que no tiene una influencia decisiva en el uso efectivo o en la operación de la unidad de producto.

PORCENTAJE DE DEFECTUOSAS.- El porcentaje de defectuosas es el cociente de número de unidades de producto defectuosas entre el número total de unidades de producto inspeccionadas por 100.

$$\% \text{ DEFECTUOSAS} = \frac{\text{CANTIDAD DE DEFECTUOSAS}}{\text{CANTIDAD INSPECCIONADA}} \times 100$$

DEFECTOS POR CIENTO UNIDADES.- Es el cociente de número de defectos encontrados en las unidades de producto entre el número de -- unidades de producto inspeccionado, todo multiplicado por 100.

$$\text{DEFECTOS POR CIENTO UNIDADES} = \frac{\text{CANTIDAD DE DEFECTOS}}{\text{CANTIDAD INSPECCIONADA}} \times 100$$

INSPECCION DE MUESTREO.- Es aquella en la cual una o más muestras representativas (tomadas al azar del total del lote o partida) se inspeccionan con respecto a una o más de sus especificaciones. La inspección por muestreo es usualmente el medio más práctico y económico para determinar la conformidad o no de un producto con respecto a sus especificaciones. Una de las ventajas que tiene la inspección por muestreo es la flexibilidad que ésta tiene, con respecto al tamaño de la muestra, dependiendo de la calidad real del producto. La cantidad que se va a inspeccionar se puede reducir para un producto de muy alta calidad o aumentar para aquel cuya calidad está decreciendo. La inspección por muestreo resulta menos costosa debido a que no es necesario inspeccionar todas las unidades de producto, como en el caso de inspección 100%.

MUESTREO SENCILLO.- Es el plan de muestreo en el cual la decisión de aceptación o no, se basa en los resultados obtenidos en la inspección de una sola muestra tomada del lote de partida.

MUESTREO DOBLE.- En un plan de muestreo de este tipo los resultados de la inspección de la primera muestra nos conducen a tres

posibles decisiones: aceptación o rechazo, o tomar una segunda -- muestra.

MUESTREO MULTIPLE.- Es un plan de muestreo en el que la decisión de aceptar o no un lote se puede tomar después de inspeccionar una o varias muestras.

INSPECCION NORMAL.- Es aquella que se usa cuando no existe una certeza que la calidad de un producto, es muy buena o muy mala comparada con el NCA especificado. Se debe usar la inspección normal al comienzo de una inspección y continuar en ese mismo nivel mientras se demuestre que el producto se mantiene dentro de la calidad aceptada o acordada.

Se debe cambiar a inspección rigurosa usando el procedimiento establecido en la norma, cuando se llega a la certeza de que la calidad del producto es más baja que el nivel de calidad especificado. Se puede cambiar a inspección reducida, usando el procedimiento establecido en la norma, cuando se llega a la certeza de que la calidad del producto es mejor que el nivel de calidad especificado.

INSPECCION RIGUROSA.- Cuando en un procedimiento de inspección por muestreo se usa la inspección rigurosa, se debe usar el mismo nivel de calidad que en la inspección normal, pero requiere un -- criterio de aceptación más riguroso. Esto en general se logra reduciendo el número de aceptación. Cuando se llega a la certeza -- que la calidad ha aumentado al nivel establecido, se debe usar -- nuevamente la inspección normal.

INSPECCION REDUCIDA.- Cuando en un procedimiento de inspección por muestreo, se usa la inspección reducida, se debe usar el mismo nivel de calidad que en la inspección normal, pero requiere un tamaño de muestra reducido. Los requisitos para cambiar de inspección normal a reducida son mas complejos que para cambiar de inspección normal a rigurosa. Es indispensable tener una historia de calidad para decidir el cambio de normal a reducida. El cambio de normal a rigurosa es usualmente obligatorio, mientras que el cambio de normal a reducido no lo es. Se permite su uso pero solo bajo ciertas condiciones. Cuando se llega a la certeza que el producto ha bajado en su nivel de calidad, el cambio de inspección reducida a normal es obligatorio.

ALGUNAS DECISIONES TOMADAS EN EL ESTABLECIMIENTO ORIGINAL DEL DEL NCA COMO NORMA DE CALIDAD.

Las personas que desarrollaron los procedimientos originales de la Ordnance Army tomaron muchas decisiones que han permanecido practicamente sin cambios en muchos de los sistemas posteriores basados en el concepto NCA. Algunas de estas decisiones fueron las siguientes:

- 1.- Para establecer el criterio de aceptación para cualquier característica de calidad particular de un producto, es necesario primero decidir que porcentaje defectuoso se considera aceptable como promedio del proceso. Este nivel de calidad aceptable "es el que se referencia normalmente como NCA. - Para nuestros productos será originalmente menor a - 4% - .

- 2.- No habiendo antecedentes de calidad no satisfactoria u - - otras razones para recelar de la calidad del producto, hay que seleccionar el criterio de aceptación con el objetivo de proteger al productor contra el rechazo de los lotes -- ofrecidos de un proceso que está en el valor NCA o mejor.
- 3.- Tal criterio de aceptación generalmente da al consumidor - una protección no satisfactoria contra la aceptación de lo - tos que son moderadamente peores (a veces considerablemen - te peores) que el NCA. Por esta razón hay que emplear cri - terios de aceptación ideados para proteger al consumidor - siempre que el historial de la calidad no sea bueno o cuan - do haya otras razones de peso para sospechar de la calidad. Este concepto de inspección rigurosa como alternativa a la inspección normal está en el corazón de todos los sistemas de muestreo de aceptación basados en el NCA. Es una parte esencial de cualquier procedimiento de aceptación/rechazo donde los criterios de aceptación se hayan elegido para -- proteger al fabricante en condiciones "normales".
- 4.- Los criterios de aceptación para defectos serios han de -- ser más severos que para los triviales. En otras palabras, los valores NCA relativamente bajos deben emplearse para - aquellos tipos de defectos que podrían acarrear serias con - secuencias y los valores NCA relativamente altos para aque - llos defectos que son de poca importancia. La confección - de una clasificación de defectos es una característica - - esencial de los sistemas basados en el NCA.

- 5.- Las economías para el consumidor pueden obtenerse permitiendo la inspección reducida cuando el historial de calidad es suficientemente bueno. Esto permite a los inspectores concentrar la atención en aquellos productos que parece que la necesitan más.
- 6.- Al Establecer la relación entre el tamaño del lote y el tamaño de la muestra, hay que sopesar la mayor dificultad de obtener muestras al azar de lotes grandes y las más serias consecuencias de una decisión errónea sobre la aceptación o rechazo de un lote grande. Por esta razón la relación entre los tamaños del lote y de la muestra está más basada en conceptos empíricos que en consideraciones resultantes del cálculo de probabilidades.

ALGUNOS ASPECTOS DE LAS TABLAS MAGISTRALES REPRODUCIDAS DE LA NORMA ABC.

Las tablas L a Q dan los tamaños de las muestras y números de aceptación y de rechazo. Para entrar en cualquiera de estas tablas es necesario saber el NCA y la letra de código del tamaño de la muestra. Para determinar que tabla debe usarse, hay que saber si se va a seguir un muestreo simple, doble o múltiple y si la inspección va a ser normal, rigurosa o reducida.

Los valores NCA en la norma se pueden interpretar como porcentajes defectuosos o como número de defectos por cien unidades según que los criterios de aceptación estén basados en el número de piezas defectuosas observadas en una muestra, o en el número de

defectos. Sin embargo, los valores NCA por encima de 10.0 se interpretan como aplicados a número de defectos por cien unidades.

Todos los valores NCA son múltiplos de los números 1, 1.5, 2.5, 4.0 y 6.5. Estos números están aproximadamente en progresión geométrica y corresponden a los sistemas de "números preferidos" de uso común para fines industriales.

DETERMINACION DE LA LETRA CODIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA.

La tabla K, reproducida de la norma ABC, da la relación entre el tamaño del lote y la letra código que determina el tamaño de la muestra. Los "niveles de inspección general al lado derecho de la tabla son los que se usan en la mayoría de los casos. La norma dice: "a menos que se especifique de otro modo, se empleara el Nivel II de inspección. No obstante, se puede especificar el Nivel I de inspección cuando hace falta menos discriminación, o el Nivel III cuando hace falta más".

Los cuatro niveles especiales S-1 a S-4 del lado izquierdo de la tabla son para el caso particular en que se necesitan tamaños de muestra relativamente pequeños y deben o pueden tolerarse los riesgos de muestreos grandes.

TABLA K.- LETRAS CODIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA MIL-STD-105D.
(Norma ABC).

| TAMAÑO DEL LOTE | NIVELES DE INSPECCION ESPECIALES | | | | NIVELES DE INSPECCION 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 |
| 501-1,200 | C | C | E | F | G | J | K |
| 1 201-3 200 | C | D | E | G | H | K | L |
| 3 201-10 000 | C | D | F | G | J | L | M |
| 10 001-35 000 | C | D | F | H | K | M | N |
| 35 001-150 000 | D | E | G | J | L | N | P |
| 150 001-500 000 | D | E | G | J | M | P | Q |
| 500 001 y superior | D | E | H | K | N | Q | R |

TABLA L.- TABLA MAGISTRAL PARA INSPECCION NORMAL (MUESTREO SIM-
PLE) MIL-STD-105D (NORMA ABC).

| LETRA CODIGO DEL TAMARO DE LA MUESTRA | TAMARO DE LA MUESTRA | NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE (INSPECCION NORMAL) | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|
| | | 1.0 | | 1.5 | | 2.5 | | 4.0 | | 6.5 | | 10 | |
| | | 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 | | | | | | | | | | | | |
| P | 800 | | | | | | | | | | | | |
| Q | 1,250 | | | | | | | | | | | | |
| R | 2,000 | | | | | | | | | | | | |

↓ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO INFERIOR A LA FLECHA. SI EL TAMARO DE LA MUESTRA ES IGUAL O SUPERIOR AL LOTE, HACER INSPECCION AL 100%.

↑ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO SUPERIOR A LA FLECHA.

Ac = NUMERO DE ACEPTACION.

Re = NUMERO DE RECHAZO.

TABLA M.- TABLA MAGISTRAL PARA INSPECCION RIGUROSA (MUESTREO - SIMPLE) MIL-STD-105D (NORMA ABC)

| LETRA CODIGO DEL TAMARO DE LA MUESTRA | TAMARO DE LA MUESTRA | NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE (INSPECCION INTENSA) | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------|---|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|
| | | 1.0 | | 1.5 | | 2.5 | | 4.0 | | 6.5 | | 10 | |
| | | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re |
| A | 2 | | | | | | | | | | | | |
| B | 3 | | | | | | | | | | | | |
| C | 5 | | | | | | | | | | | | |
| D | 8 | | | | | | | | | | | | |
| E | 13 | | | | | | | | | | | | |
| F | 20 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 |
| G | 32 | | | | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| H | 50 | | | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 |
| J | 80 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 12 | 13 |
| K | 125 | 2 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 12 | 13 | 18 | 19 |
| L | 200 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 12 | 13 | 18 | 19 | | |
| M | 315 | 5 | 6 | 8 | 9 | 12 | 13 | 18 | 19 | | | | |
| N | 500 | 8 | 9 | 12 | 13 | 18 | 19 | | | | | | |
| P | 800 | 12 | 13 | 18 | 19 | | | | | | | | |
| Q | 1,250 | 18 | 19 | | | | | | | | | | |
| R | 2,000 | | | | | | | | | | | | |
| S | 3,150 | | | | | | | | | | | | |

↓ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO INFERIOR A LA FLECHA, SI EL TAMARO DE LA MUESTRA ES IGUAL O SUPERIOR AL DEL LOTE, HACER INSPECCION AL 100%.
 ↑ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO SUPERIOR A LA FLECHA.
 Ac = NUMERO DE ACEPTACIONES
 Re = NUMERO DE RECHAZO.

TABLA N.- TABLA MAGISTRAL PARA INSPECCION REDUCIDA (MUESTREO - SIMPLE) MIL-STD-105D (NORMA ABC).

| LETRA CODIGO TAMARO MUESTRA | TAMARO MUESTRA | NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE (INSPECCION REDUCIDA) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------------|--|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|---|----|----|
| | | 1.0 | | 1.5 | | 2.5 | | 4.0 | | 6.5 | | 10 | | | | | | |
| | | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | | | | | |
| A | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | 2 | | | | | | | 0 | 1 | | | | | | | | | |
| C | 2 | | | | | 0 | 1 | | ↑ | | | 0 | 1 | | | | | |
| D | 3 | | ↓ | | 0 | 1 | | ↑ | | | | 0 | 2 | | 1 | 3 | | |
| E | 5 | 0 | 1 | | ↑ | | ↓ | | 0 | 2 | | 1 | 3 | | 1 | 4 | | |
| F | 8 | | ↑ | | ↓ | | 0 | 2 | | 1 | 3 | | 1 | 4 | | 2 | 5 | |
| G | 13 | | ↓ | | 0 | 2 | | 1 | 3 | | 1 | 4 | | 2 | 5 | | 3 | 6 |
| H | 20 | 0 | 2 | | 1 | 3 | | 1 | 4 | | 2 | 5 | | 3 | 6 | | 5 | 8 |
| J | 32 | 1 | 3 | | 1 | 4 | | 2 | 5 | | 3 | 6 | | 5 | 8 | | 7 | 10 |
| K | 50 | 1 | 4 | | 2 | 5 | | 3 | 6 | | 5 | 8 | | 7 | 10 | | 10 | 13 |
| L | 80 | 2 | 5 | | 3 | 6 | | 5 | 8 | | 7 | 10 | | 10 | 13 | | | ↑ |
| M | 125 | 3 | 6 | | 5 | 8 | | 7 | 10 | | 10 | 13 | | | | | | ↑ |
| N | 200 | 5 | 8 | | 7 | 10 | | 10 | 13 | | | | | | | | | ↑ |
| P | 315 | 7 | 10 | | 10 | 13 | | | | | | | | | | | | ↑ |
| Q | 500 | 10 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | ↑ |
| R | 800 | | ↑ | | | | | | | | | | | | | | | ↑ |

↓ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INFERIOR A LA FLECHA SI EL TAMARO DE LA MUESTRA ES IGUAL O SUPERIOR AL DEL LOTE, HACER INSPECCION AL 100%.

↑ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO SUPERIOR A LA FLECHA.

Ac = NUMERO DE ACEPTACION.

Re = NUMERO DE RECHAZO.

↑ SI SE HA REBASADO EL NUMERO DE ACEPTACION PERO SIN LLEGAR AL DE RECHAZO, ACEPTAR EL LOTE PERO REINSTAURAR LA INSPECCION NORMAL.

TABLA O.- TABLA MAGISTRAL PARA INSPECCION NORMAL (MUESTREO DOBLE) MIL-STD-105D (NORMA ABC).

| LETRA CODIGO DEL TAMAR O DE LA MUES- TRA | MUES- TRA. | TAMARO DE LA MUES- TRA. | TAMARO DE LA MUES- TRA ACUMU- LADA | NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE (INSPECCION NORMAL) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|----------------------------------|---|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| | | | | 1:0 | | 1.5 | | 2.5 | | 4.0 | | 6.5 | | 10 | | | | |
| | | | | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | PRIM SEGUN | 2 2 | 2 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | PRIM SEGUN | 3 3 | 3 6 | | | | | | | | | | | | | | 0 2 1 2 | |
| D | PRIM SEGUN | 5 5 | 5 10 | | | | | | | | | | | | | 0 2 3 4 | | |
| E | PRIM SEGUN | 8 8 | 8 16 | | | | | | | | | | | | | 0 3 1 4 | | |
| F | PRIM SEGUN | 13 13 | 13 26 | | | | | | | | | | | | | 0 2 3 4 | | |
| G | PRIM SEGUN | 20 20 | 20 40 | | | | | | | | | | | | | 0 3 1 2 | | |
| H | PRIM SEGUN | 32 32 | 32 64 | 0 2 1 2 | 0 3 3 4 | 0 4 4 5 | 1 4 4 5 | 2 5 5 6 | 3 7 7 8 | 4 9 8 9 | 5 12 12 13 | 6 13 13 13 | 7 19 13 19 | 8 9 9 12 | 9 12 12 13 | 10 19 13 19 | 11 13 13 19 | |
| J | PRIM SEGUN | 50 50 | 50 100 | 0 3 3 4 | 1 4 4 5 | 2 5 5 6 | 3 7 7 8 | 4 9 8 9 | 5 12 12 13 | 6 13 13 13 | 7 19 13 19 | 8 9 9 12 | 9 12 12 13 | 10 19 13 19 | 11 13 13 19 | 12 19 13 19 | 13 19 19 27 | |
| K | PRIM SEGUN | 80 80 | 80 160 | 1 4 4 5 | 2 5 5 6 | 3 7 7 8 | 4 9 8 9 | 5 12 12 13 | 6 13 13 13 | 7 19 13 19 | 8 9 9 12 | 9 12 12 13 | 10 19 13 19 | 11 13 13 19 | 12 19 13 19 | 13 19 19 27 | 14 27 19 27 | |
| L | PRIM SEGUN | 125 125 | 125 250 | 2 5 6 7 | 3 7 7 8 | 4 9 8 9 | 5 12 12 13 | 6 13 13 13 | 7 19 13 19 | 8 9 9 12 | 9 12 12 13 | 10 19 13 19 | 11 13 13 19 | 12 19 13 19 | 13 19 19 27 | 14 27 19 27 | 15 27 19 27 | |
| M | PRIM SEGUN | 200 200 | 200 400 | 3 7 8 9 | 5 9 12 13 | 7 11 18 19 | 11 16 18 19 | 12 27 26 27 | 13 27 26 27 | 14 27 26 27 | 15 27 26 27 | 16 27 26 27 | 17 27 26 27 | 18 27 26 27 | 19 27 26 27 | 20 27 26 27 | 21 27 26 27 | |
| N | PRIM SEGUN | 315 315 | 315 630 | 5 9 12 13 | 7 11 18 19 | 11 16 18 19 | 12 27 26 27 | 13 27 26 27 | 14 27 26 27 | 15 27 26 27 | 16 27 26 27 | 17 27 26 27 | 18 27 26 27 | 19 27 26 27 | 20 27 26 27 | 21 27 26 27 | 22 27 26 27 | |
| P | PRIM SEGUN | 500 500 | 500 1,000 | 7 11 18 19 | 11 16 26 27 | 12 27 26 27 | 13 27 26 27 | 14 27 26 27 | 15 27 26 27 | 16 27 26 27 | 17 27 26 27 | 18 27 26 27 | 19 27 26 27 | 20 27 26 27 | 21 27 26 27 | 22 27 26 27 | 23 27 26 27 | |
| Q | PRIM SEGUN | 800 800 | 800 1,600 | 11 18 26 27 | 12 27 26 27 | 13 27 26 27 | 14 27 26 27 | 15 27 26 27 | 16 27 26 27 | 17 27 26 27 | 18 27 26 27 | 19 27 26 27 | 20 27 26 27 | 21 27 26 27 | 22 27 26 27 | 23 27 26 27 | 24 27 26 27 | |
| R | PRIM SEGUN | 1,250 1,250 | 1,250 2,500 | 12 27 26 27 | 13 27 26 27 | 14 27 26 27 | 15 27 26 27 | 16 27 26 27 | 17 27 26 27 | 18 27 26 27 | 19 27 26 27 | 20 27 26 27 | 21 27 26 27 | 22 27 26 27 | 23 27 26 27 | 24 27 26 27 | 25 27 26 27 | |

- ↓ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO INFERIOR A LA FLECHA. SI EL TAMARO DE LA MUESTRA ES IGUAL O SUPERIOR AL DEL LOTE, HACER INSPECCION AL 100%.
- ↑ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO SUPERIOR A LA FLECHA.
- Ac= NUMERO DE ACEPTACION.
- Re= NUMERO DE RECHAZO.
- ↑ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO SIMPLE CORRESPONDIENTE (O BIEN, CUANDO SE PUEDA, EL PLAN DE MUESTREO DOBLE INFERIOR).

TABLA P.- TABLA MAGISTRAL PARA INSPECCION RIGUROSA (MUESTREO DOBLE) MIL-STD-105D (NORMA ABC).

| LETRA CODIGO DE TAMAR DE LA MUES- TRA | MUES- TRA. | TAMARO DE LA MUES- TRA ACUMU- LADA | TAMARO DE LA MUES- TRA | NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE (INSPECCION INTENSA) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|---|---------------------------------|---|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|
| | | | | 1.0 | | 1.5 | | 2.5 | | 4.0 | | 6.5 | | 10 | | | |
| | | | | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | PRIM SEGUN | 2 2 | 2 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| C | PRIM SEGUN | 3 3 | 3 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| D | PRIM SEGUN | 5 5 | 5 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| E | PRIM SEGUN | 8 8 | 8 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| F | PRIM SEGUN | 13 13 | 13 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| G | PRIM SEGUN | 20 20 | 20 40 | | | | | | | | | | | | | | |
| H | PRIM SEGUN | 32 32 | 32 64 | | | | | | | | | | | | | | |
| J | PRIM SEGUN | 50 50 | 50 100 | 0 1 | 2 2 | 0 3 | 3 4 | 1 4 | 4 5 | 2 6 | 3 7 | 1 11 | 4 12 | 2 15 | 5 16 | 3 23 | 4 24 |
| K | PRIM SEGUN | 80 80 | 80 160 | 0 3 | 3 4 | 1 4 | 4 5 | 2 6 | 5 7 | 3 11 | 7 12 | 4 15 | 5 16 | 3 23 | 7 24 | 6 23 | 10 24 |
| L | PRIM SEGUN | 125 125 | 125 250 | 1 4 | 4 5 | 2 6 | 5 7 | 3 11 | 7 12 | 4 15 | 6 16 | 5 23 | 7 24 | 4 23 | 10 24 | 9 23 | 14 24 |
| M | PRIM SEGUN | 200 200 | 200 400 | 2 6 | 5 7 | 3 11 | 7 12 | 4 15 | 10 16 | 6 23 | 9 24 | 7 23 | 14 24 | 5 23 | 14 24 | 11 23 | 16 24 |
| N | PRIM SEGUN | 315 315 | 315 630 | 3 11 | 7 12 | 4 15 | 10 16 | 6 23 | 14 24 | 7 23 | 14 24 | 8 23 | 14 24 | 6 23 | 14 24 | 11 23 | 16 24 |
| P | PRIM SEGUN | 500 500 | 500 1,000 | 6 15 | 10 16 | 7 23 | 14 24 | 8 23 | 14 24 | 9 23 | 14 24 | 10 23 | 14 24 | 8 23 | 14 24 | 11 23 | 16 24 |
| Q | PRIM SEGUN | 800 800 | 800 1,600 | 9 23 | 14 24 | 7 23 | 14 24 | 8 23 | 14 24 | 9 23 | 14 24 | 10 23 | 14 24 | 9 23 | 14 24 | 11 23 | 16 24 |
| R | PRIM SEGUN | 1,250 1,250 | 1,250 2,500 | | | | | | | | | | | | | | |
| S | PRIM SEGUN | 2,000 2,000 | 2,000 4,000 | | | | | | | | | | | | | | |

↓ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO INFERIOR A LA FLECHA. SI EL TAMARO DE LA MUESTRA ES IGUAL O SUPERIOR AL DEL LOTE, HACER INSPECCION AL 100%.

↑ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO SUPERIOR A LA FLECHA.

Ac = NUMERO DE ACEPTACION.

Re = NUMERO DE RECHAZO

↑ EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO SIMPLE CORRESPONDIENTE (O BIEN, CUANDO SE PUEDA, - EL PLAN DE MUESTREO DOBLE INFERIOR).

TABLA Q.- TABLA MAGISTRAL PARA INSPECCION REDUCIDA (MUESTREO DOBLE) MIL-STD-105D

| LETRA CODIGO DEL TAMARO DE LA MUES-TRA | MUES-TRA | TAMARO DE LA MUES-TRA | TAMARO DE LA MUES-TRA ACUMU-LADA | NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE (INSPECCION REDUCIDA) | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-----------------------|----------------------------------|--|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|
| | | | | 1.0 | | 1.5 | | 2.5 | | 4.0 | | 6.5 | | 10 | | | |
| | | | | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | Ac | Re | | |
| A | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | PRIM SEGUN | 2 2 | 2 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| E | PRIM SEGUN | 3 3 | 3 6 | | | | | | | | | | | | | | |
| F | PRIM SEGUN | 5 5 | 5 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| G | PRIM SEGUN | 8 8 | 8 16 | | | | | | | | | | | | | | |
| H | PRIM SEGUN | 13 13 | 13 26 | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 5 | 2 | 7 | 6 | 9 |
| J | PRIM SEGUN | 20 20 | 20 40 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 5 | 2 | 7 | 3 | 8 | 6 | 12 |
| K | PRIM SEGUN | 32 32 | 32 64 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 5 | 2 | 7 | 3 | 8 | 5 | 10 | 6 | 12 |
| L | PRIM SEGUN | 50 50 | 50 100 | 0 | 4 | 1 | 5 | 2 | 7 | 3 | 8 | 5 | 10 | 6 | 12 | 12 | 16 |
| M | PRIM SEGUN | 80 80 | 80 160 | 1 | 5 | 2 | 7 | 3 | 8 | 5 | 10 | 6 | 12 | 12 | 16 | | |
| N | PRIM SEGUN | 125 125 | 125 250 | 2 | 7 | 3 | 8 | 5 | 10 | | | | | | | | |
| P | PRIM SEGUN | 200 200 | 200 400 | 3 | 8 | 5 | 10 | | | | | | | | | | |
| Q | PRIM SEGUN | 315 315 | 315 630 | 5 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| R | PRIM SEGUN | 500 1,000 | 500 1,500 | | | | | | | | | | | | | | |

- ↓ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO INFERIOR A LA FLECHA. SI EL TAMARO DE LA MUESTRA ES IGUAL O SUPERIOR AL DEL LOTE, HACER INSPECCION AL 100%.
- ↑ = EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO INMEDIATO SUPERIOR A LA FLECHA.
- Ac = NUMERO DE ACEPTACION
- Re = NUMERO DE RECHAZO
- ↕ SI DESPUES DE LA SEGUNDA MUESTRA SE SUPERA EL NUMERO DE ACEPTACION PERO SIN -- LLEGAR AL DE RECHAZO, SE ACEPTA EL LOTE PERO SE REINSTAURA LA INSPECCION NORMAL.
- ↕ EMPLEAR EL PLAN DE MUESTREO SIMPLE CORRESPONDIENTE (O BIEN, CUANDO SE PUEDA, - EL PLAN DE MUESTREO DOBLE INFERIOR).

C A P I T U L O VIII

C O S T O S D E L A C A L I D A D

En la Introducción, se hizo notar que a las gerencias se les presenta un doble reto, (1) que introduzcan perfeccionamiento en la calidad de sus productos y en sus prácticas y (2) que efectúen reducciones de consideración en el total de los costos de la calidad.

Los programas de control total de la calidad han podido resolver los dos problemas de mejor calidad y menor costo. La razón de que sea posible lograr mejor calidad resulta bien clara si se atiende a que la prevención de errores se ejercita paso a paso -- por medio de programas técnicamente establecidos. Sin embargo, el logro en la reducción de los costos de la calidad no es tan obvio, lo cual exige se trate en detalle, especialmente porque se basa en una reducción de gastos, a la larga, en las actividades del control de la calidad, en comparación con los gastos tradicionales de la inspección y de pruebas.

En los costos de calidad, tres son los principales, estos se describen a continuación.

1.- LOS COSTOS DE PREVENCIÓN. Tienen como finalidad el evitar que ocurran defectos. Los elementos que los imponen son Ingenieros de Control de Calidad y empleados adiestrados en asuntos de calidad.

2.- LOS COSTOS DE EVALUACIÓN. Incluyen los gastos necesarios para conservar en la Compañía los niveles de calidad, por medio de una evaluación formal de la calidad de los productos, estos gastos comprenden los de los elementos de inspección, pruebas, sanciones y auditoría de calidad.

3.- COSTOS POR FALLAS. Causados por materiales y productos defectuosos, que no satisfacen las especificaciones de calidad de la Compañía. Incluyen elementos inútiles, elementos por reprocesar, desperdicios y quejas que provienen del mercado.

8.1.- PLANTEAMIENTO.

A continuación se presentan las definiciones a los puntos relativos al costo de la calidad.

I.- COSTO DE PREVENCIÓN.

A. PLANEACIÓN DE LA CALIDAD (TRABAJO INGENIERIL DEL CONTROL DE LA CALIDAD).

La planeación de la calidad comprende los gastos correspondientes al tiempo que el personal de la función del control de calidad invierte en la planificación del sistema de calidad y en transformar los diseños de productos y los

requisitos exigidos por los consumidores, en controles específicos de fabricación, sobre la calidad de materiales, procesos y productos, por medio de métodos de procedimientos y de instrucciones.

B. CONTROL DE PROCESO. (TRABAJO DE INGENIEROS).

El Control de Proceso, comprende los costos originados por el tiempo que el personal de control de calidad emplea en estudiar y analizar los procesos de fabricación, con el fin de establecer medios de control y mejoramiento de la capacidad de los procesos existentes, así como proporcionar ayuda técnica al personal de fabricación en la aplicación efectiva de los planes de la calidad y en la iniciación y desarrollo del control en las operaciones de la producción.

C. INSTRUCCION SOBRE LA CALIDAD.

Los costos relativos al adiestramiento en los programas del control de calidad en todas las operaciones de la Compañía y que tiene como finalidad que el personal se percate del uso del control de calidad y de sus técnicas. No incluye los costos debidos al adiestramiento de operadores de la producción, con relación al volumen de producción.

II. COSTOS DE EVALUACION.

A. INSPECCION Y PRUEBAS DE MATERIALES COMPARADOS.

Estas operaciones representan costos aplicables al tiempo dedicado a las pruebas y a la inspección para valorar la calidad de los materiales adquiridos, por el personal de la oficina supervisora.

B. LABORATORIO DE PRUEBAS DE ACEPTACION.

Costos de las pruebas de aceptación de materiales comparados, a cargo del laboratorio.

C. INSPECCION.

Costos de inspección relativos al tiempo empleado en la inspección por el personal respectivo, evaluando la calidad del producto en los talleres, por supervisores y personal de oficina. No incluye los costos causados por pruebas que se hallan comprendidos en II-A, equipo de pruebas, instrumentos, herramientas y materiales.

D. PRUEBAS.

Representa los costos del personal de pruebas, en la evaluación de la actuación del producto en pruebas técnicas dentro de la fábrica. No incluye el costo de pruebas de material adquirido, según II-A.

III.- COSTOS DEBIDOS A FALLAS INTERNAS.**A. DESPERDICIOS.**

Con el fin de obtener los costos de la calidad en la operación se tienen que considerar los costos por desperdicios en los que se incurre mientras se logra alcanzar los niveles de calidad requeridos. No se incluyen los desperdicios debidos a otras causas como la de dejar de usarse por envejecimiento o por modificaciones en diseño, etc. Los desperdicios pueden también ser el resultado de fallas en el propio trabajo de la fábrica.

B. REPROCESO.

Los trabajos suplementarios representan los pagos extra a los operadores mientras se alcanza la calidad requerida. - No incluye pagos que se efectúen por reprocesos a cambio de diseño para satisfacer al consumidor. El reproceso puede subdividirse entre fallas en la fabricación, propiamente o en fallas debidas al vendedor.

IV.- COSTO POR FALLAS EXTERNAS.

A. QUEJAS.

Este capítulo comprende todos los gastos originados por el arreglo de diferencias con el consumidor.

3.2.- RELACION DE COSTOS EN EL MES DE FEBRERO DE 1986.

Mes con mes se reportará el total de costos de calidad.

De acuerdo al subcapítulo 8.1 los costos fueron:

| I. COSTO DE PREVENCIÓN. | MILES DE PESOS |
|---|----------------|
| A. PLANFACION DE LA CALIDAD | 130 |
| B. CONTROL DE PROCESO | --- |
| C. INTRODUCCION DE CALIDAD | --- |
| | |
| II. COSTOS POR EVALUACION. | |
| A. INSPECCION Y PRUEBAS DE MATERIALES COMPRADOS | 60 |
| B. LABORATORIO PRUEBAS DE MATERIA PRIMA | 20 |
| C. INSPECCION | 60 |
| D. PRUEBAS | 200 |

| | | |
|------|-----------------------------------|----------------|
| III. | COSTOS DEBIDOS A FALLAS INTERNAS. | MILES DE PESOS |
| A. | DISPENSICIOS | 130 |
| B. | REPROCESO | --- |
| IV. | COSTOS POR FALLAS INTERNAS. | |
| A. | QUEJAS. | <u>120</u> |
| | TOTAL... | <u>770</u> |

De esta forma es un buen planteamiento de costos de calidad -- puesto que solo el 15.6% de los costos fueron de fallas externas y 84.4% de los costos se dedico a la prevención, evaluación. Una mala administración de control de calidad fuera un porcentaje de fallas externas elevado y un porcentaje reducido de gastos de prevención y evaluación.

CONCLUSIONES

Este trabajo pretende establecer el Sistema de Control de Calidad dentro de esta Compañía. Cada una de las partes que integran al sistema, se debe considerar como una área importante a desarrollar y a estudiar. Esto es que lo establecido hasta la fecha está abierto al análisis y al perfeccionamiento.

En cada una de las áreas existe gran cantidad de trabajo por desarrollar, el cual necesita tiempo para llevarse a cabo. También para robustecer el sistema, se necesita la calidad del trabajo del equipo de control y la experiencia del mismo.

A partir de que se empezó a establecer el sistema se fueron obteniendo resultados, a continuación se detallan.

La introducción y antecedentes sirvió como un folleto para conocimiento general de lo que es el corcho y sus cualidades para los miembros de la planta, especialmente para vendedores, además actualmente se está elaborando un catálogo de la fábrica el cual tiene -

como base las características mencionadas en la Introducción.

Cuando a los obreros se les proporcionó esta información se notó una buena motivación para mejorar la calidad de su trabajo.

Los vendedores ahora tienen un folleto general donde se pueden ilustrar en cualquier momento y motivar así sus ventas.

También la introducción de este trabajo es la base para el curso de Introducción a la empresa.

Las especificaciones de los productos terminados han sido de mucha utilidad para la asesoría de clientes tanto para corcho industrial como decorativo.

Con respecto a la organización del equipo de Control de Calidad los integrantes saben cuales son sus funciones y están apoyados -- con el presente escrito. Aquí también se dió la oportunidad a los empleados de ascender al puesto de Inspector de la Calidad, el - - cual en este momento ya está cubierto, sirviendo así como una motivación más. También se dió la oportunidad a un profesionalista técnico para ser encargado de Laboratorio desarrollando su profesión. - Los resultados se empezaron a ver cuando se hizo la inspección de producto terminado, el cual presentaba su etiqueta verde o roja, - la verde para almacén y la roja para lotes rechazados, aquí el inspector tuvo que explicar los motivos de rechazo y los operadores - empezaron a tener más cuidado.

El sistema de trabajo y comunicación de la calidad básicamente son los reportes de calidad hechos por las personas que hacen el - producto. Con estos reportes los trabajadores miden las propieda--

des y las anotan. Los resultados de estos reportes se notaron rápidamente porque a partir de que fueron elaborados todos los empleados eran -por decirlo así- miembros del Equipo de Control de Calidad, es decir, "En cada operador tenemos un Inspector de Calidad".

Para la elaboración de la comunicación de calidad hubo que organizar juntas de operarios, los cuales participaron con sus sugerencias -sesiones de lluvia de ideas- es decir, los empleados participan en la solución de problemas.

Con respecto a los cursos de Control de Calidad, hasta la fecha se ha impartido el primero denominado "Introducción al Control de Calidad" en el cual se mencionaron: las características del corcho; las especificaciones de los productos terminados; control del proceso; y el Diagrama de Ishikawa aplicado al trabajo de cada persona. De manera que este curso también contribuyó a que las personas descubrieran los factores que afectan la calidad de su trabajo.

Con respecto a los métodos de prueba de los productos terminados actualmente se miden las siguientes características: Densidad aparente; espesor; resistencia en agua hirviendo; resistencia en aceite; resistencia en combustible. Con las características que se miden hasta la fecha, se puede ir siguiendo la calidad de nuestros productos.

Cabe mencionar que los criterios de aceptación y rechazo de laboratorio se basan en las especificaciones descritas en el capítulo II.

Por lo que respecta al Control del proceso, se tienen ahora - bien localizadas las propiedades que afectan la calidad con sus - causas y efectos el uso de las gráficas de determinación de pro- - piedades en la sección 6.3, simplifica mucho la determinación: - del peso específico del granulado; de la densidad aparente de - - blocks y bobinas, para el inspector, son de mucha ayuda ya que con estas evita los calculos y se concreta al peso ya sea del grano o de revoltura y con la ayuda de la gráfica se determina la propie- - dad.

Por lo que respecta a los Métodos Estadísticos las gráficas pa - ra el peso específico de los granulados más importantes β_5 y β_5 - se corrigieron y las gráficas respectivas se están utilizando en la producción. En estas dos gráficas antes de ser corregidas exis - tían puntos fuera de control estadístico la causa por la cual es - tuvieron fuera de control fué la mala operación de los "Sutons", pero actualmente se tiene un especial cuidado en estas máquinas - es decir se controla el proceso en molienda.

Con respecto a las gráficas de Densidad Aparente para tipo C y tipo R en estas hubo muchos puntos fuera de Control por lo cual - no fué posible corregirlas con menos datos.

Las causas principales de la variación fueron por un lado la - variación en el peso específico del Granulado y por otro la falta de control de material introducido a los moldes en el prensado. - La solución a este problema fué la uniformidad del peso específi - co de granulado -solucionado en molienda- y la comprobación al - - 100% del peso exacto introducido en los moldes en el área de Fren

sado. De esta forma todos los bloques y bobinas llevan un peso - constante.

Actualmente se están elaborando veinticinco mediciones para -- construir las gráficas representativas.

El método de Muestreo utilizado es muy útil para el Equipo de Control ya que disminuye el tiempo dedicado a la inspección. Se - ha observado la dedicación de los Operarios de evitar rechazos de lotes enteros y esto a producido una mejora en la calidad.

El NCA especificado en el inicio de la inspección por muestreo es de 4% y en la actualidad se esta estudiando en bajarlo al 2.5% sobre todo en Corcho Industrial.

La situación en el mes de febrero de 1986 después de haber em- pezado el Control de Calidad, comparándola con la con la que se - tenía anteriormente, es la siguiente:

| | <u>ANTES</u> | <u>DESPUES</u> |
|---------------------------|----------------|----------------|
| Rechazos externos mensual | 4% | 0.34% |
| Rechazos internos mensual | No se efectuan | 0.51% |
| Imagen de la Compañia | Aceptable | Buena |
| Competitividad | Muy vulnerable | Buena |
| Confiabilidad de producto | Poca | Buena |

En la lista anterior se observa la disminución en cuanto a re- chazos externos y la mejoría en Imagen, competitividad y confiabi- lidad.

Además el costo total de Control de Calidad representa 2.2% de las ventas efectuadas en el mes de febrero de 1986, por lo tanto

es mas bajo en 1.3 puntos porcentuales que el que se tenía antes debido a rechazos externos.

Hoy más que nunca es importante multiplicar nuestro trabajo, a todos los niveles, en la aplicación práctica de nuestros conocimientos. Solo así con mucho esfuerzo saldrán adelante Sistemas de Control, Sistemas de Producción, etc. Y con estos, las Compañías que los desarrollen todo para beneficio de nosotros mismos y del país.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Deming, Edwards W.; "The Statistical Control of Quality" QUALITY, febrero de 1980.
- 2.- Feigenbaum, AV.; "Control Total de la Calidad" México, Ed. CECSA, 1977.
- 3.- Grant, Eugene L.; "Statistical Quality Control; 3^a edición New York, Mc. Graw-Hill, 1964.
- 4.- Miura, Shin; "Características Especiales del Control de Calidad en el Japón"; México, JETRO 1984.
- 5.- Salida, Nobuyuki; Desarrollo de las actividades para la garantía del producto; México, JETRO 1984.
- 6.- This Week; "Quality Circles Begin in Denver; Vol. II, No. 20, mayo 1981.
- 7.- Thompson, Philip C.; "Circuitos de Calidad; Como hacer - que funcionen"; México, Ed. Norma, 1980.

NORMAS.

- ISO/DIS 4708 Composition Cork gasket material Test -- Methods.
- ISO/DIS 4714 Composition Cork-Specifications.
- ISO/DIS 7322 Composition Cork-Test Methods.
- ISO/DIS 633 Cork-Vocabulary.
- NOM-DGMR-18/1 1975 Muestreo para Inspección por atributos.
- Folletos acerca del Corcho, producidos por Corticeira Amorín, LDA. OPORTO PORTUGAL.