



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**



**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL
PROCESO DE FABRICACION DE TUBERIA DE
ASBESTO - CEMENTO PARA DISTRIBUCION DE
AGUA A PRESION, MEDIANTE LA APLICACION DEL
CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO BASADO
EN LA INSPECCION FINAL.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
P R E S E N T A N I
ROMAN GOMEZ GERARDO OCTAVIO
SERRANO CENTENO VICTOR MANUEL
SILVA CORDOVA RICARDO**

ASESOR: ING. JUAN RAFAEL GARIVAY BERMUDEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORPES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA: Propuesta para el mejoramiento del proceso de fabricación de tubos de concreto-cemento para distribución de agua a presión, mediante la aplicación del control estadístico del proceso, cuando en la inspección final.

que presenta el pasante: Gerardo Octavio Román Gómez con número de cuenta: 8852402-3 para obtener el TÍTULO de: Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con: Victor Manuel Serrano Centeno y Ricardo Silva Córdoba

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a _____ de _____ de 199__

PRESIDENTE	Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez	
VOCAL	Ing. José Luis Buenrostro Rodríguez	
SECRETARIO	Ing. Emilio Juárez Martínez	
PRIMER SUPLENTE	Ing. Antonio Trejo Lugo	
SEGUNDO SUPLENTE	Ing. María del Pilar Zepeda Moreno	

UAE/DEP/VAP/02

FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
P. R. E. B. E. N. T. E.

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA: Propuesta para el mejoramiento del proceso de fabricación de tubería de rebooster para distribución de agua a presión, mediante la aplicación del control estadístico del proceso desde la inspección final.

que presenta el pasante: Ricardo Silva Górnova, con número de cuenta: PE03121-1 para obtener el TÍTULO de: Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con: Gerardo Octavio Romo Gómez y Víctor Manuel Serrano Centeno

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a _____ de _____ de 199__

PRESIDENTE Ing. Juan Rafael Garibay Barrón *[Signature]*
VOCAL Ing. José Luis Buenrostro Rodríguez *[Signature]*
SECRETARIO Ing. Emilio Juárez Martínez *[Signature]*
PRIMER SUPLENTE Ing. Antonio Trejo Lugo *[Signature]*
SEGUNDO SUPLENTE Ing. María del Pilar Sepeda Moreno *[Signature]*

UAE/SEP/VAR/02

FALLA DE ORIGEN



REPUBLICA NACIONAL
AYUNTAMIENTO
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CU. UTILTLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CU. UTILTLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIKE KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

DE
DIENE

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA: Pregunta para el mejoramiento del proceso de fabricación de tubería de asbestos-cemento para distribución de agua a presión, mediante la aplicación del control estadístico del proceso basado en la inspección final.

que presenta el pasante: Victor Manuel Serrano Centeno

con número de cuenta: 8614792-3 para obtener el TITULO de:

Ingeniero Mecánico Electricista ; en colaboración con :
Gerardo Octavio Romo Gómez y Ricardo Silva Córdova

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a _____ de _____ de 19__

PRESIDENTE Ing. Juan Rafael Garibay Hernández *J. Garibay*
VOCAL Ing. José Luis Buenrostro Rodríguez *J. Buenrostro*
SECRETARIO Ing. Emilio Juárez Martínez *E. Juárez*
PRIMER SUPLENTE Ing. Antonio Trejo Lugo *A. Trejo*
SEGUNDO SUPLENTE Ing. María del Pilar Zapata Lorenza *M. Zapata*

1/DEP/VAF/02

FALLA DE ORIGEN

INDICE

TEMA	Pág.
1. Introducción.	1
2. Generalidades.	8
2.1 Política de calidad de la empresa.	8
2.2 Historia de la empresa.	9
2.2.1 Perfil de la División Metropolitana.	9
2.3 Localización.	11
2.4 Organigrama.	12
2.5 Layout.	14
2.6 Productos fabricados por la empresa.	15
3. Proceso productivo.	18
3.1 Características de las materias primas.	18
3.1.1 Tecnología del Asbesto-Cemento.	18
3.1.1.1 Asbesto.	18
3.1.1.2 Cemento.	17
3.1.1.3 Asbesto - Cemento.	18
3.1.1.4 Pruebas a fibras de asbesto.	24
3.1.1.5 Pruebas a cemento y sílice.	28
3.2 Descripción del proceso de fabricación de tubos.	31
3.2.1 Definiciones.	31
3.2.2 Normas aplicables.	33
3.2.3 Especificaciones del producto.	47
3.2.4 Procedimiento Operativo del Proceso de Fabricación.	48
3.2.5 Flujoograma del proceso.	55
3.2.6 Dibujo del Tubo.	61
3.2.7 Instructivo de la prueba hidrostática.	62
3.2.8 Instructivo de la inspección final.	67
3.2.9 Características de la maquinaria y equipo.	72

4. Detección de la no conformidad del producto.	78
4.1 Gráfica (Producción total contra clase de tubo).	78
4.2 Gráfica (Producción por lote).	80
4.3 Diagrama de Pareto.(Fallos contra frecuencia)	81
4.4 Diagrama de Ishikawa.	83
4.4.1 Análisis.	84
4.4.2 Diagramas de Dispersión.	89
4.5 Gráficas de control \bar{X} -R, Histogramas y Estudio de la Habilidad del Proceso. (Análisis)	102
5. Propuesta de solución al problema específico.	121
5.1 Determinación de los límites de especificación.	121
6. Conclusiones.	124
7. Apendice A.	128
8. Bibliografía.	130

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento Especial:

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán la cual nos abrió sus puertas para proporcionarnos un sin fin de experiencias y conocimientos.

Al Ing. Ramón Silva Martínez por su valiosa asesoría y el apoyo proporcionado

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Por el apoyo y cariño que me han dado.

A mi hermano Federico:

Que siempre ha sido un ejemplo a seguir.

A mis amigos y compañeros.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Leonor Centeno Islas

Felipe Serrano Tapía

Quiénes con su cariño y esfuerzo me dieron la mejor de las herencias, mi educación y profesión. Gracias.

A MIS HERMANOS

Felipe de Jesus Serrano Centeno

MaríaElena Serrano Centeno

Gerardo Serrano Centeno

Mi cariño para ustedes.

A MIS AMIGOS

Quiénes me acompañaron a lo largo de mi instancia en la Facultad, en quienes encuentre una amistad sincera y un gran apoyo. En especial a Angel, Jaime, Gustavo y un reconocimiento muy especial a mis grandes compañeros de tesis: Ricardo y Gerardo.

Con todo cariño y respeto para todos ellos.

Victor Manuel Serrano Centeno.

OBJETIVOS:

- 1.- Aprender como se implementa el C.E.P. en un proceso de fabricación.
- 2.- Eficientizar el proceso.
- 3.- Aumentar la productividad de la empresa.
- 4.- Cumplir con las normas mexicanas aplicables al producto.
- 5.- Cumplir con los requerimientos y expectativas del cliente.
- 6.- Optimizar el uso de la materia prima.
- 7.- Disminuir el número de productos no conformes.
- 8.- Prolongar la vida útil del equipo.

JUSTIFICACION:

Sabiendo que la calidad se ha convertido en el elemento rector que norma toda estrategia tendiente a satisfacer las necesidades del usuario; las empresas mexicanas se han dado a la tarea de establecer programas para lograr que sus productos se elaboren con la calidad apegada a las normas nacionales y/o internacionales vigentes y acordadas.

Entiéndase por calidad, el resultado final de las características del producto, ya sea, diseño, ingeniería, fabricación, mantenimiento, etc., que mejor satisfagan las necesidades y expectativas del cliente o usuario final.

Así pues, MEXALIT INDUSTRIAL como empresa consciente de esta transformación, ha dejado atrás el control de calidad tradicional, implementando un sistema de aseguramiento de la calidad y comienza a aplicar el Control Estadístico del Proceso (C.E.P.) en su planta de tubos.

De aquí la inquietud de desarrollar una tesis acerca del C.E.P. de la planta de tubos, que sirva como apoyo al personal de dicha empresa; y como ejemplo a todas aquellas personas interesadas en la calidad.

1.- INTRODUCCION

Los sistemas de calidad se han desarrollado en México con base a las experiencias derivadas en los países industrializados, originando un proceso de cambio en el concepto de calidad en la industria de bienes y servicios. Esto ocasionó que los sistemas de calidad involucraran acciones de planeación, ejecución y control en forma sistemática, en las etapas de diseño, recepción de insumos, procesos de manufactura, inspección, pruebas y servicio posterior a la venta.

Posteriormente al inicio de estas acciones y considerando la dinámica industrial a nivel mundial, se efectuó un análisis de resultados observándose que los parámetros básicos de los sistemas de calidad indicaban cierto grado de dispersión, ya que los esfuerzos por grandes que fueran, se presentaban aislados obligando con esto a converger en bases y criterios comunes que permitieran optimizar la utilización de los recursos.

Debido a lo anterior se creó el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Sistemas de Calidad (CCONNSISCAL) cuya misión es elaborar la normativa nacional de Sistemas de Calidad para aglutinar los esfuerzos que en este sentido viene desarrollando la industria nacional.

En forma paralela se fundó la Asociación Mexicana de Calidad A.C. cuyo propósito básico es desarrollar, compartir, difundir, apoyar, reconocer, asesorar y coordinar el establecimiento de sistemas de calidad sin fines de lucro a través de la capacitación, normalización y regulación de los aspectos relacionados con la calidad con el fin de lograr el reconocimiento de las empresas mexicanas en los mercados nacional e internacional.

Es este marco de normativa de calidad, que la presente tesis pretende cumplir para disminuir riesgos, costos y aumentar los beneficios tanto para la empresa Mexalit Industrial como para sus clientes.

Como sabemos el sistema de calidad generalmente se aplica e interactúa en todas las actividades relativas a la calidad de un producto o servicio existiendo una influencia mutua entre ellas. Este involucra todas las fases desde la identificación inicial hasta la satisfacción final de los requisitos y expectativas de los usuarios.

Los proveedores son el elemento responsable de la calidad de los productos, es decir, de las características que en mayor o menor medida satisfagan las expectativas del usuario.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) como cliente mayoritario de Mexalit Industrial ha desarrollado un sistema de normalización y certificación del sector agua.

A través de una evaluación para determinar la capacidad del proveedor para cumplir con ciertos requisitos, se realizan entrevistas y evaluaciones al personal directivo y operativo de la empresa para conocer sus políticas y el compromiso gerencial de calidad, así como su sistema de calidad. Posteriormente se efectúa un análisis con base en las entrevistas y evaluaciones y se emite una calificación de acuerdo a la siguiente calificación:

Confiable A: El proveedor cumple o excede de los requisitos estipulados en el Manual de Políticas de Aseguramiento de la Calidad de Proveedores del Sector Agua (MACP). El producto puede adquirirse con la confianza de que su calidad se mantiene constante y no requiere verificación.

Confiable B: El proveedor cumple, al menos, con el 70% de los requisitos estipulados en el MACP y es sujeto de mejoramiento, por lo que se le pide elabore un programa al respecto cuyo objetivo es llegar a ser clasificado como proveedor confiable

A. El producto se adquiere siendo necesario verificar su calidad.

Confiable condicionado: El proveedor cumple con el mínimo estipulado, o sea el 40% de los requisitos del MACP, por lo que debe presentar un programa de mejoramiento de la calidad, con objeto de acceder al nivel de proveedor confiable o en caso contrario, perder la oportunidad de continuar formando parte del listado de proveedores confiables del sector agua. Es indispensable que el lote adquirido se verifique en forma más rigurosa.

No confiable: El proveedor no reúne los requisitos mínimos para ser considerado como proveedor del sector agua. Para ingresar en él debe realizar una serie de actividades encaminadas a mejorar un sistema de calidad, una vez realizadas podrá solicitar nuevamente ser evaluado. No es conveniente establecer relaciones comerciales con este proveedor.

Mexalit Industrial División Norte se encuentra clasificado como proveedor confiable B.

Para el establecimiento del sistema de calidad de los proveedores del sector agua, estos pueden recurrir a la normativa serie ISO 9000 o a las equivalentes nacionales NOM CC de la 1 a la 8 sobre sistemas de calidad.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en forma conjunta con la CNA, establecen que su principal objetivo es lograr que todos los productos para el sector agua se

elaboren con la calidad apegada a las normas nacionales y las internacionales vigentes y acordadas.

La NOM describe los elementos básicos por medio de los cuales un sistema de calidad puede ser desarrollado o implantado.

NOM-CC-1 (ISO 8402)

Sistemas de Calidad-Vocabulario

NOM-CC-2 (ISO 9000)

Sistemas de Calidad-Gestión de Calidad. Guía para la selección y el uso de normas de aseguramiento de calidad.

NOM-CC-3 (ISO 9001)

Sistemas de Calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable al proyecto/diseño, la fabricación, la instalación y el servicio.

NOM-CC-4 (ISO 9002)

Sistemas de Calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a la fabricación e instalación.

NOM-CC-5 (ISO 9003)

Sistemas de Calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad aplicable a la inspección y pruebas finales.

NOM-CC-6 (ISO 9004)

Sistemas de Calidad-Gestión de la calidad y elementos de un sistema de calidad. Directrices generales.

NOM-CC-7 (ISO 9005)

Sistemas de Calidad-Auditorías de calidad.

NOM-CC-8 (ISO 9006)

Sistemas de Calidad-Calificación y certificación de auditores.

Para lograr mejorar la calidad y la productividad se hace uso de los métodos de estadística. Los procesos estadísticos giran alrededor de la calidad, es decir, nos ayudan a mejorar nuestros procesos y mantenerlos estables para pronosticar su comportamiento. A este proceso estadístico se le llama Control Estadístico del Proceso (CEP) que es básicamente una forma de acumular conocimientos y experiencia, de una manera coherente y consistente en relación al comportamiento de un proceso, para estar en condiciones de modificar los factores de entrada que permitan obtener un resultado conforme a las expectativas.

La filosofía fundamental del CEP; asociada con la producción económica de bienes, se basa en la prevención de defectos en lugar de su detección. Las decisiones para modificar o ajustar un proceso deben basarse en los datos que se deriven del análisis estadístico.

El CEP debe usarse para alcanzar la mejora continua de los procesos más que el simple cumplimiento con las especificaciones. Para que el CEP tenga éxito requiere de la participación y del compromiso de todos los niveles de la empresa.

El CEP se basa en siete herramientas básicas para cumplir con sus objetivos, estas son:

1.-FLUJOGRAMA.-El flujograma representa gráficamente todas y cada una de las etapas de un proceso. Dichas etapas se dibujan en forma secuencial, en sí es un mapa del proceso, se utiliza para determinar que está pasando en el proceso.

2.-DIAGRAMA DE PARETO.-No todos los problemas a los que nos enfrentamos tienen la misma importancia. Algunos son más importantes que otros, la prueba la tenemos cuando decimos que no es posible resolver todos nuestros problemas al mismo tiempo; debemos asignar prioridades y resolver primero los más importantes.

El diagrama de Pareto nos ayuda a encontrar la causa que debemos de resolver primero en términos de su contribución al problema. El diagrama de Pareto es un diagrama de barras que representa la frecuencia con que ocurre determinado defecto; cada barra representa un tipo diferente de defecto. El eje horizontal indica el defecto comenzando con el principal en la izquierda hasta el menor en importancia a la derecha. El eje vertical representa el grado de defecto en términos de porcentaje.

3.-DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO O DIAGRAMA DE ISHIKAWA.- Es un diagrama que nos permite visualizar los diversos factores que afectan un proceso en base a la experiencia, conocimientos, habilidades e inteligencia de cada uno de nosotros. El diagrama causa y efecto provee el máximo número de causas sobre un efecto dado, es utilizado para identificar todas las posibles causas de un problema, analiza estas en detalle y demuestra la inter-relación entre ellas.

4.-HISTOGRAMA.- Es un diagrama de barras que nos muestra la frecuencia con que se repiten determinadas medidas. Nos demuestra la distribución de las medidas, indica cuán grande es la dispersión y nos demuestra la relación que existe entre las medidas y las especificaciones.

5.-DIAGRAMA DE DISPERSIÓN.- Es una gráfica que representa la relación entre dos tipos de datos. Herramienta útil para determinar la correlación entre dos variables. Demuestra si existe o no una relación entre las variables, además representa el efecto que se genera en una variable al hacer cambios en la otra.

6.-GRAFICA DE CONTROL (ATRIBUTOS).-Es una representación continua que nos ayuda a determinar la media de artículos defectuosos y el comportamiento del proceso. Muestra la media de artículos defectuosos de muestras constantes, muestra la variabilidad del proceso, retroalimenta el proceso mediante el descubrimiento de punto fuera de control, identifica y corrige causas de los artículos defectuosos mediante su análisis.

7.-GRAFICA DE CONTROL (VARIABLES).- Es una representación continua del proceso y su variación. Muestra la variabilidad del proceso, muestra el nivel promedio a que está operando el proceso, detecta las causas especiales que están actuando en el proceso, indica si el proceso es estable.

Además de las características ya mencionadas, el CEP nos ayuda a responder algunas preguntas como: Qué tan óptimo es un proceso?, Qué tan confiable es un proveedor?, Cuanto material defectuoso se produce?. Todas estas preguntas necesitan respuestas rápidas que son independientes de las opiniones personales. Proporcionan información objetiva, que permiten tomar decisiones más precisas.

La implementación del CEP requiere de una revisión de los métodos e instrumentos de inspección para asegurar que los datos de las inspecciones sean precisos y confiables.

2.- GENERALIDADES

2.1 POLÍTICA DE CALIDAD.

La Calidad constituye un principio estratégico y fundamental dentro de la Compañía MEXALIT INDUSTRIAL, S. A. de C. V., ya que logra una optimización en competitividad, productividad y eficacia. Con la consecución de estas metas, la empresa asegura a sus clientes internos y externos la satisfacción integral de sus necesidades y expectativas, a través de sus productos y servicios.

La política de calidad de la empresa está basada en los siguientes fundamentos:

- a) Hacer las cosas bien a la primera.
- b) Obtener la participación de todos los Recursos Humanos de la Organización, ya que éstos constituyen su elemento vital.
- c) Establecer como elementos imprescindibles la comunicación, información y capacitación a todo el personal que compone la Organización.
- d) Desarrollar el trabajo en equipo.
- e) Implantar objetivos de Mejora Continua y efectuar su seguimiento periódico.
- f) Asignar los recursos necesarios y suficientes para el cumplimiento de los objetivos de Mejora Continua.
- g) Establecer nuestra estrategia de Servicio al Cliente, orientada a la detección e integración de sus necesidades en los productos y servicios.
- h) Establecer con nuestros Proveedores, relaciones de compromiso y desarrollo conjunto.
- i) Reconocer los logros que promuevan la mejora de calidad y competitividad de la Organización.
- j) Prosperar como Empresa, proporcionando una rentabilidad a sus Accionistas.

2.2 HISTORIA DE LA EMPRESA.

Mexalit se creó en 1953 con la instalación de una planta en Santa Clara, Estado de México, donde se fabrican productos de asbesto-cemento: tuberías, láminas y tinacos.

Para 1980, Mexalit ya contaba con 3 plantas más, en la Ciudad de Guadalajara, Chihuahua y Teapa.

En el año de 1992, se consolida la expansión de la Empresa, creando el Grupo MEXALIT INDUSTRIAL, S. A. de C. V.

Además de las plantas de asbesto-cemento ya mencionadas, se incluyen las plantas de Barrientos, Edo. de México; Villahermosa y Toluquilla, Guadalajara. Al Grupo, se integran las plantas de Polyducto, fabricante de tubería y accesorios de P.V.C.; DEvisa, productor de empaques para parabrisas de automóviles y MEISA, fabricante de empaques industriales.

2.2.1 PERFIL DE LA DIVISIÓN METROPOLITANA.

En Noviembre de 1943 por iniciativa de los Sres. Lanzagorta y Edwin Crosby, bajo el financiamiento del Banco Nacional de México, dieron comienzo las actividades industriales de lo que se denomina "ASBESTOS DE MÉXICO" en una área aproximada de 200,000 m , en lo que es hoy Barrientos, Tlalnepantla, Estado de México.

Inicialmente se producían únicamente aislamientos térmicos de fibra de asbesto, y fue hasta el año de 1945 cuando se comenzó a manufacturar láminas y tinacos de asbesto-cemento. En el año de 1948 se incorpora también la fabricación de tubería de asbesto-cemento para agua potable, expandiéndose esta línea en 1951 con la fabricación de tubería

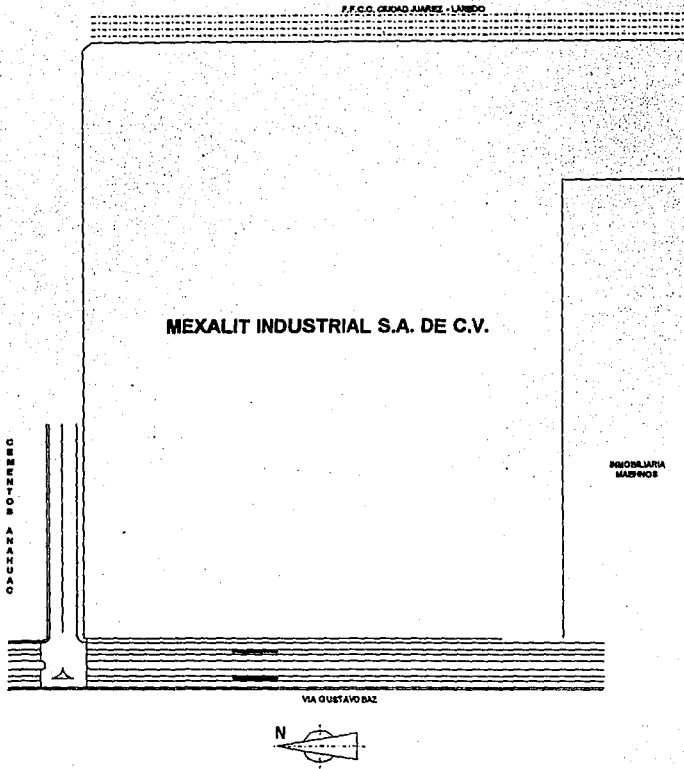
para bajadas de aguas pluviales. Durante ese tiempo, derivado de la demanda de productos de asbesto-cemento que satisficieran las necesidades de la construcción de techados, almacenamiento de agua, e infraestructura hidráulica de agua potable en el País, Asbestos de México se mantuvo en continuo crecimiento hasta el año de 1978 cuando se instaló la última línea para la fabricación de tubería de grandes diámetros con capacidad para fabricar tubos de hasta 2000 mm. de diámetro.

En 1986 Asbestos de México fue adquirida por un grupo de accionistas independientes, los cuales deciden cambiar en 1988 el nombre de Asbestos de México por el de VERSALITE DE MEXICO, cambiando también la marca registrada ASBESTOLIT por la de productos VERSALITE.

Posteriormente a partir de Enero de 1992 Versalite de México cambia nuevamente su denominación social para llamarse MEXALIT INDUSTRIAL, S. A. de C. V., debido a la adquisición hecha por la empresa Mexalit en el año de 1989, la cual pertenece al grupo SAINT GOBAIN (División Materiales para la Construcción) con sede en Francia. En éste último cambio la organización Mexalit decide conservar la marca VERSALITE para la comercialización de sus productos. A fines de 1992 el grupo Mexalit en el afán de buscar una elevación de la productividad y mejoramiento continuo de la Calidad, decide reorientar la producción de esta División, dejando exclusivamente la fabricación de tubería para agua potable y alcantarillado en diámetros de 75 a 300 mm. y de 600 a 1219 mm., siendo estos los productos que actualmente manufactura esta Planta.

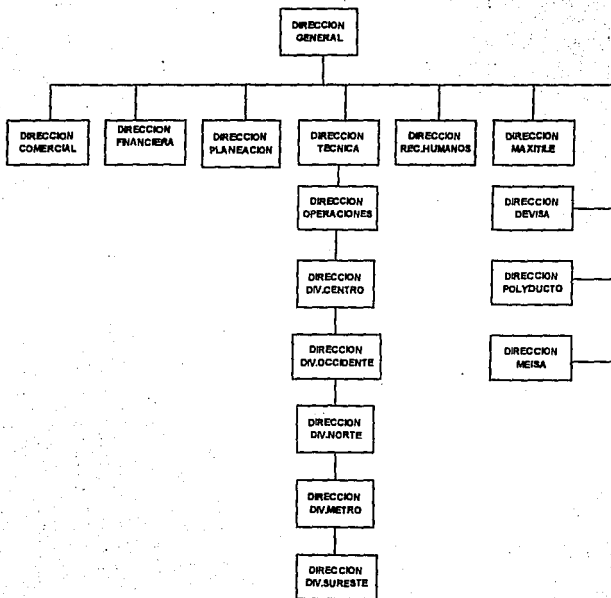
Esta División cuenta actualmente con 160 personas dedicadas a la fabricación de tuberías en sus diferentes diámetros, contando con una capacidad instalada del orden de 45,000 toneladas anuales. La comercialización de los productos fabricados en esta División se lleva a cabo por medio del área comercial ventas a Gobierno y la red de distribuidores del Grupo Mexalit.

2.3 LOCALIZACIÓN.

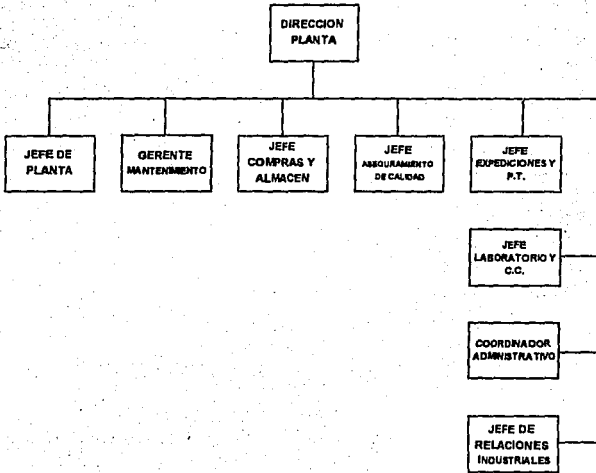


2.4 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.

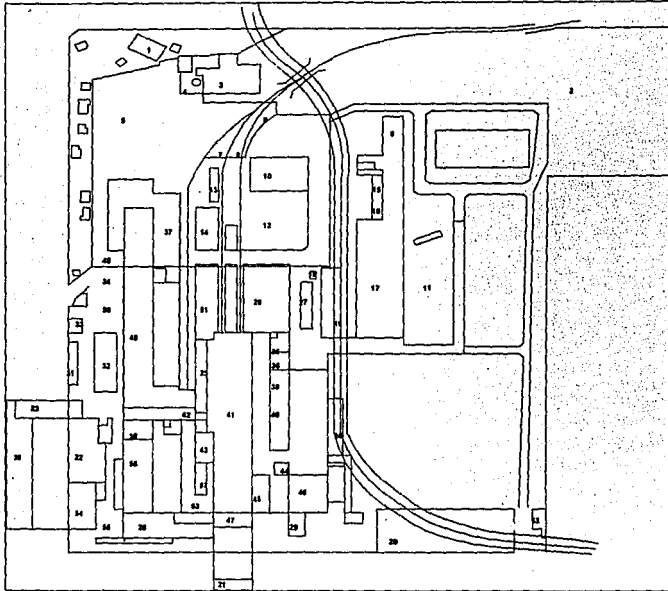
GRUPO



DIVISION



2.5 LAY-OUT.



1.-ESCUELA TALLER

2.-ALMACEN DE TINACOS

3.-MOLINO DE SILICA

4.-SUBESTACION ELECTRICA

5.-ALMACEN DE LAMINAS

6.-SUBESTACION ELECTRICA

7.-ESPUELA NO. 1

8.-ESPUELA NO. 2

9.-ESPUELA NO. 3

10.-PLANTA DE MOLDEO

11.-ALMACEN DE TUBOS

12.-ALMACEN DE COPLES

13.-ALMACEN DE TUBERIA PLASTICO

14.-ALMACEN REVENTA DE MATERIAL

15.-SALA DE CALDERAS NO. 3

16.-AUTOCLAVES

17.-PLANTA DE TUBOS NO. 3

18.-POZO

19.-EMISOR NO. 2

20.- ESTACIONAMIENTO

21.-CLINICA (PLANTA ALTA)

22.-ALMACEN GENERAL

23.-OFICINAS

24.-PRECURADO DE TUBOS

25.-ANDEN

26.-TUBOS

27.-PRUEBA DE COPLES

28.-PLANTA DE MOLDEO

29.-TALLER DE TRANSPORTES

30.-OFICINAS GENERALES (PLANTA ALTA)

31.-SERVICIOS

32.-AUTOCLAVES

33.-COMEDOR

34.-EMBARQUES

35.-TALLER MECANICO

36.-PIEZAS ESPECIALES

37.-LAMINAS TERMINACION

38.-PLANTA DE MOLDEO

39.-PLANTA DE TUBOS

40.-MAEZA 1

41.-PLANTA DE TUBOS NO. 1 Y 2

42.-TALLER MECANICO

43.-SILOS DE CEMENTO Y SILICA

44.-SALA DE CALDERAS NO. 2

45.-AUTOCLAVES

46.-AUTOCLAVES

47.-TALLER MECANICO

48.-RIO BARRIENTOS

49.-ALMACEN DE ASBESTOS

50.-PLANTA DE LAMINAS NO. 4 Y 5

51.-ALMACEN DE LAMINAS

52.-ESTACIONAMIENTO TIENDA

53.-SALA DE CALDERAS NO. 1

54.-AUDITORIO Y COMEDORES

55.- ESTACIONAMIENTO

56.-PLANTA DE LAMINAS

57.-LABORATORIO

2.6 PRODUCTOS FABRICADOS POR LA EMPRESA (MEXALIT).

Mexalit produce y comercializa materiales para construcción, de acuerdo a los materiales de producción, estos se clasifican en asbesto-cemento y fibro-cemento.

En asbesto-cemento existen tres grandes líneas:

- Tubería para conducción y distribución de agua potable y alcantarillado.
- Láminas onduladas para techado de casas-habitación, naves industriales y agropecuarias.
- Tinacos para agua potable.

Todos estos productos se comercializan con la marca MEXALIT.

En fibro-cemento, se ofrecen sistemas de recubrimiento para techos y paredes, sobresaliendo la marca MAXITEJA.

3.-PROCESO PRODUCTIVO.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

3.1.1 TECNOLOGÍA DEL ASBESTO - CEMENTO.

3.1.1.1 ASBESTO.

Asbesto es una denominación general, que se aplica a las estructuras cristalinas fibrosas de una serie de silicato de origen mineral, que presentan características únicas.

Se clasifican los asbestos en dos grandes familias:

- de rocas Serpentinicas: Asbesto blanco o CRISOTILO.
- asbesto Anfíbol.

A su vez, el asbesto anfíbol presenta diferentes variedades:

Amosita, CRICIDOLITA (asbesto azul), Antofilita, Tremolita y Actinolita.

Las variedades más importantes de fibras de asbesto que utiliza la industria del Asbesto-Cemento, son el Crisotilo (blanco) y la Crocidolita (azul). De la segunda variedad, sin embargo se utiliza un cinco por ciento del total de asbesto consumido en el mundo.

La característica fundamental que permite el uso del asbesto como refuerzo del cemento, es su alta resistencia mecánica; que llega a ser mayor que la del acero:

	Resis. a tensión (MN/m ²)	Modulo de Young (GN/m ²)
Crisotilo	200-1800	164
Crocidolita	3500	196
Cemento	3-7	10-25
Acero Inoxidable	2100	160

3.1.1.2 CEMENTO.

Actualmente se define el cemento como "un aglomerante hidráulico molido finamente, formado por compuestos de óxido de calcio con dióxido de silicio (silicatos de calcio) y óxidos de aluminio y fierro que se combinaron por fusión o sinterización a altas temperaturas; al mezclarse con agua, el cemento endurece al aire o bajo el agua, posee volumen constante y alcanza una resistencia a la compresión de por lo menos 243 Kg./cm² a los 28 días de fraguado".

Las materias primas para la fabricación del cemento son actualmente, caliza, aluminio y sílice (que se encuentran como arcilla, pizarra y marga). Dependiendo del método utilizado para el correcto mezclado de los ingredientes (crudos) que a su vez depende de la materia prima disponible, existen dos procesos básicos para la obtención del cemento: en húmedo o en seco. En nuestro país, el cemento Portland está normalizado en la NOM-C-1-1980, que lo clasifica en cinco tipos comerciales:

Tipo I Cemento Portland común.

Tipo II Cemento Portland modificado.

Tipo III Cemento de rápida resistencia (mecánica) alta.

Tipo IV Cemento de bajo calor de hidratación.

Tipo V Cemento de alta resistencia a sulfatos.

La NOM-C-2-1982 especifica el Cemento Portland Puzolana, como aquel que resulta de la molienda de clinker, yeso y puzolana (material silíceo o silíceo-aluminoso), que reaccionará con la cal liberada durante la hidratación de los silicatos.

3.1.1.3 ASBESTO - CEMENTO.

a) PROPIEDADES DEL ASBESTO-CEMENTO.

El uso de las fibras naturales o sintéticas, como refuerzo del cemento, ha extendido y mejorado las características de estabilidad, resistencia y durabilidad del cemento y los productos que se fabrican con él. El comportamiento del material compuesto depende de las propiedades físicas de las fibras y la matriz, así como de la resistencia de la unión entre ambos.

El cemento Portland es, por sí mismo, quebradizo y con propiedades mecánicas pobres; reforzado con arena y agregados, varillas o alambres de refuerzo o fibra de asbesto, se convierte en un material de construcción esencial. El asbesto además de impartir resistencia al producto, contribuye durante el proceso de manufactura reteniendo las partículas finas de cemento que de otra forma se perderían a través de las mallas de los cilindros.

Las propiedades más importantes de los productos de asbesto - cemento son las mecánicas, como la resistencia a flexión, al impacto, al aplastamiento y a tensión; estas propiedades dependen del refuerzo de la fibra, que a su vez dependen del desfibrado, longitud, diámetro, flexibilidad y contenido de polvo en la fibra. Los parámetros importantes para verificar en la fibra de asbesto, antes de su mezclado con el cemento, son: distribución de fibra, contenido de polvos finos, superficie específica, filtrabilidad, densidad en seco y en húmedo, y el valor de refuerzo.

Los diferentes tipos de asbesto poseen esas características en diferente orden de importancia, por lo que es vital la evaluación preliminar de cada grado de fibra, su correcto procesamiento y una adecuada formulación. La densidad de los productos de asbesto - cemento tiene también una considerable influencia en la resistencia y el rendimiento del

material; la resistencia se incrementa con altas densidades, pero el rendimiento es proporcionalmente menor. Esta es la razón de tener densidades mayores en tubería de presión que en láminas, debido a los esfuerzos a que trabajará la tubería. Una densidad adecuada se obtiene controlando la proporción y grado de procesamiento de la fibra, así como las condiciones de operación de la máquina formadora.

Debido a las condiciones de operación de las máquinas formadoras, la fibra de asbesto se orienta preferentemente paralela a la dirección del movimiento de la máquina, lo que proporciona al producto mayor resistencia a la flexión en sentido longitudinal a la formación que en sentido transversal.

En la fabricación de tubería de presión la orientación de fibra juega un papel vital: en tubería de distribución hasta de 200 mm de diámetro, la resistencia a flexión del tubo depende de las fibras orientadas en sentido transversal a la formación (longitudinales al tubo); mientras que la resistencia del tubo a la presión hidrostática depende de las fibras orientadas en sentido longitudinal a la formación (transversales al tubo). Para las formulaciones de tubería de presión se utilizan asbestos azules, que al presentar fibra de mayor longitud y resistencia que el crisotilo incrementan la resistencia del producto a presión interna.

Las características de refuerzo de una fibra dentro de la matriz de cemento-silica depende de su resistencia intrínseca a la tracción y de la resistencia de adhesión con la matriz. Al someter a carga el asbesto - cemento, las fibras que están poco adheridas a la matriz, se romperán. El punto crítico es cuando se igualan ambas resistencias, y esto depende, en parte, de la relación longitud/diámetro de las fibras:

-Fibras largas y gruesas: Sobresalen al tener mayor resistencia a rotura que a la adhesión.

-Fibras largas y delgadas: Se romperá por tener mayor adhesión que resistencia a rotura.

-Fibras delgadas y cortas por arriba de la longitud crítica: Se rompen por que la adhesión es ligeramente superior a la resistencia de rotura.

-Fibras cortas, delgadas y gruesas por debajo de la longitud crítica: Sobresalen por tener adhesión mínima.

La longitud crítica oscila entre 1 y 2 mm, y la relación longitud diámetro para un buen refuerzo está entre 150 a 250.

Lo anterior explica la importancia de conocer la distribución de longitudes de fibras para una materia prima antes y después del procesamiento en la fábrica. Una medida rápida que se correlaciona con dicha distribución es la superficie o área superficial de un grado o mezcla de diferentes grados de fibra de asbesto, que también proporciona un índice del grado de individualización de cada fibra del manojo o conglomerado original, derivado del mecanismo por el que se formó el asbesto en épocas geológicas, que se manifiesta como vetas de fibras paralelas en el mineral de asbesto.

b) CLASIFICACION DEL ASBESTO.

Los productores de asbesto clasifican sus productos en diversos grados, garantizando una determinada distribución de longitudes de fibras. Existe una clasificación estándar establecida por la Q.A.M.A. (Quebec Asbestos Mining Association) Asociación de Mineros de Asbesto de la Provincia de Quebec, Canadá, que utiliza una codificación con un número seguido de una letra; en la que el número identifica el grupo grueso, correspondiendo el "3" a las fibras más gruesas y el "7" a las más delgadas. La letra clasifica con mayor precisión la longitud de fibra dentro de cada grupo, representando la "A" el grado más largo y la "Z" el más corto.

Johns-Manville identifica la textura o grados especiales del crisolito añadiendo números; por ejemplo "30" significa "muy cruda" y letras; por ejemplo "S" se usa para fibra tratada con silicato de sodio que mejora la velocidad de drenado, y "SP" se usa para drenado super rápido.

Los asbestos utilizados normalmente en MEXALIT son los grados 4T y 5R, en cuanto a crisolitos y para los azules los grados S (largo), 2S (medio-largo), H (medio-corto) y HS (corto).

La clasificación canadiense se reconoce y utiliza en general, en todo el mundo para los crisolitos. Cada marca tiene, no obstante, sus propias claves de identificación. La Q.A.M.A. ha estandarizado los métodos para muestreo, clasificación y evaluación de asbesto blanco, que se usa por los productores de asbesto y asbesto-cemento mundialmente, e incluso (con algunas modificaciones) para cemento anfíbol.

c) APERTURA DE FIBRA.

Independientemente del proceso a que se somete la fibra de asbesto en la mina (moliendas y clasificaciones sucesivas, secado y embolsado), se requiere procesar a esta importante materia prima en la fábrica, antes de mezclarla con el cemento y la sílice.

El procesamiento, conocido como apertura de fibra, o desfibrado tiene por objeto el abrir los haces fibrosos y separar las fibras más de otras, y preservando su longitud y reduciendo simultáneamente su diámetro aparente. Al individualizar las fibras se incrementa el área de contacto de la masa de asbesto, lo que se mide mediante el área superficial o superficie específica (S.E.); se incrementa el volumen específico (se "esponja" la fibra), y se pueden desarrollar sus habilidades fisicomecánicas como refuerzo de la matriz de cemento-sílice hasta un valor óptimo.

Sin embargo, una fibra sobreprocesada comenzará a romperse y destruirse, perdiendo su aportación de resistencia al asbesto-cemento por la generación de finos de la fibra, aun cuando el valor de la superficie continúe incrementándose.

Cada tipo de fibra presenta diferente comportamiento durante el desfibrado, por lo que sería ideal procesar cada una por separado, desarrollarle sus propiedades fisicomecánicas a un óptimo, y después mezclar las cantidades requeridas para cada producto; esto no es fácil de efectuar prácticamente, y normalmente se procesan las fibras (previamente mezcladas) en condiciones iguales.

Debido a su flexibilidad, el crisotilo es el asbesto que se destruye menos con un sobreprocesamiento, seguido por el anfíbol. Los anfíboles alcanzan su valor máximo de refuerzo con menor apertura de fibra que el crisotilo. El valor óptimo depende, además, del tipo de molino utilizado para el desfibrado; los máximos para un solo tipo de fibra son:

Material	Superficie específica cm ² /g
Amosita	9000-10000
Crocidolita	11000-12000
Crisotilo (duro)	16000-18000
Crisotilo (suave)	18000-20000

Los sistemas para abrir la fibra se clasifican en secos y húmedos. El sistema seco utiliza molino de impacto entre los cuales están los molinos de martillos y los molinos de barras. El sistema húmedo utiliza molinos de piedra, seguido por una dispersión en agua en un pulpeador, que en el caso de MEXALIT se conoce como hidrapulper. Mediante el tratamiento húmedo se pretende además de minimizar la polución de fibras en el ambiente de trabajo, destruir menos la fibra durante su procesamiento. Sin embargo, no se recomienda procesar los anfíboles solos en molinos de piedra. Otros sistemas para desfibrado de asbesto son los refinadores de discos.

d) FORMULACIONES.

Cada producto de asbesto-cemento debe tener, de acuerdo con el uso para el que se diseña, una formulación acorde. La matriz de cemento sílice está influenciada fuertemente por la calidad y el grado de molienda del cemento y la sílice. Los valores máximos de resistencia a la matriz se obtienen en proporciones de cemento:sílice que oscilan entre 70:30 a 60:40; el valor óptimo parece estar en 66:34, y el balance final debe hacerse en función de los costos de cada uno de estos "polvos". MEXALIT utiliza, actualmente, proporciones de cemento:sílice de 60:40 para láminas y moldeados, y 65:35 para tubos.

Las formulaciones de mezclas toman en consideración el valor técnico o "puntaje" de las fibras disponibles. Estos valores deben verificarse en laboratorio para cada lote de fibras, y usualmente se toman las siguientes:

CRISOILO	PUNTOS DE VALOR
4T	70
5R	53
CROSIDOLITA	PUNTOS DE VALOR
S	80
2S	76
HS	72

e) MAQUINAS FORMADORAS (MAZZA).

El proceso Mazza es utilizado para la fabricación de tubería de presión. Las películas desaguadas se transfieren del fieltro a un mandril rotatorio de acero o asbesto-cemento maquinados y las capas sucesivas se compactan e integran entre sí bajo la presión de una prensa de rodillos ahulados. En este proceso se busca orientar las fibras preferentemente en sentido circunferencial (longitudinal a la formación) para incrementar la resistencia a explosión del tubo.

3.1.1.4 PRUEBAS A FIBRAS DE ASBESTO.

En el laboratorio se efectúan cinco pruebas básicas a las fibras de asbesto.

Superficie específica, volumen húmedo, Bauer McNectl, Quebec Standard y determinación de unidades de resistencia.

SUPERFICIE ESPECIFICA.- Esta prueba determina el grado de apertura o grado de fibrización de fibras de asbesto, por medio de permeabilidad al aire. Este método está basado en la determinación de la resistencia de un flujo de aire a través de una muestra de un peso determinado, comprimida a un volumen determinado. Esta determinación se hace midiendo el tiempo requerido para que un volumen de aire pase a través de la muestra, este tiempo se toma como la medida de la permeabilidad de aire del espécimen.

En la prueba se utiliza un aparato Dyckerhoff, que es un medidor del tiempo en que se extrae una cantidad determinada de aire a través de una cama de muestra.

Esta prueba se practica en muestras de asbesto de recepción, y muestras tomadas después de procesados en seco.

Este método está limitado para fibras secas con un máximo de 1% de humedad, dentro del rango de 10 a 600 seg. en el Dyckerhoff.

VOLUMEN HUMEDO.- Este método se emplea para la evaluación de las fibras de asbesto de los grupos de 4 a 7 en términos del volumen que ocupan las fibras cuando se dispersan en agua. Esta prueba da una indicación del grado de esponjamiento y apertura de las fibras de asbesto.

La prueba consiste en dispersar una muestra con agua en cilindros de vidrio graduado, (de dos litros de capacidad) por medio de un movimiento mecánico con giros de 360°. La suspensión se pone en reposo y se toman lecturas de volumen de la fibra a diferentes tiempos, los tiempos son: 5, 10, 20, 30, 60 y 120 minutos.

Esta prueba se realiza a fibra de recepción y a fibra procesada.

BAUER McNETT.- Con este método se determina la distribución de la longitud de la fibra y los finos contenidos en ésta, por medio de una clasificación en húmedo empleando el clasificador de fibra Bauer McNett.

El clasificador, Bauer McNett, consta de 4 ó 5 tinas acomodadas para tener un flujo en cascada, cada tina tiene una malla las cuales son de diferente apertura, colocadas en el sentido de flujo de mayor a menor apertura.

Esta prueba consiste en hacer pasar una suspensión de asbesto por medio de un flujo de agua constante, a través de las mallas de las tinas del Bauer McNett, para que se clasifique durante un tiempo determinado. Después de éste, se cierra el flujo de agua y se succiona el contenido de cada tina, por medio de una bomba de vacío a través de un papel filtro del cual se conoce su peso, para que en éste se deposite la fibra que se había retenido en la malla. Los papeles con fibra se secan y se pesan para determinar la proporción de asbesto retenida por cada malla.

En el laboratorio de MEXALIT se cuenta con un clasificador Bauer McNett, de cuatro tinas con mallas 4, 14, 35, 200 (hilos por pulgada).

Esta prueba se realiza a fibras de recepción y procesadas.

PRUEBAS ESTANDAR QUEBEC.- Esta prueba permite determinar la distribución de longitud por clasificación en seco.

Este método sólo se aplica a fibras de asbesto crisolito.

Para la realización de esta prueba se utiliza una máquina tamizadora Quebec Standard, que está constituida por mallas de 1/2 pulgada, malla 4, malla 10 y una caja receptora para fibra menor de malla 10, las cuales están contenidas con una caja metálica acoplada a un sistema mecánico que proporciona movimiento vibratorio, para hacer la separación de las diferentes longitudes de la fibra a través de las mallas.

El procedimiento consiste en colocar una muestra de una libra (16 onzas), en la malla de 1/2 pulgada cerrando la caja, para darle un determinado tiempo de tamizado, después de esto se pesa lo retenido en cada malla, para calcular la cantidad en onzas, en cada una de éstas.

Esta prueba únicamente se hace a fibras de recepción para conocer a qué grupo de la clasificación QAMA de asbesto pertenece.

DETERMINACION DE UNIDADES DE RESISTENCIA (FSU).- Este método da el procedimiento para la evaluación de la resistencia aportada por las propiedades de las fibras de asbesto, utilizada como refuerzo en los productos de asbesto-cemento.

El propósito de este método, es la determinación del número de unidades de resistencia que serán asignados para una muestra probada.

La cantidad de fibra requerida en la formulación de asbesto - cemento varía inversamente con el número de unidades de resistencia que posee ésta.

Una fibra de asbesto, da una resistencia estándar a una densidad estándar, cuando al usar 10% de fibra suministra 100 unidades de resistencia. Después de trabajado el porcentaje de fibra requerida en la mezcla y lograr la resistencia estándar y la densidad estándar, es posible calcular las unidades de resistencia de la muestra de asbesto.

Este método cubre desde la fabricación de especímenes de asbesto cemento hasta probarlos a flexión. El cálculo teórico de las unidades de resistencia del asbesto está basado sobre la resistencia a la flexión, densidad y la composición de los especímenes de prueba.

El proceso de fabricación de espécimen incluye las siguientes etapas:

1.- PREPARACION DE LA FIBRA. A la fibra se le da un tratamiento de molienda, fibrización y mezclado para preparar los especímenes.

2.- FORMACION DE TABLILLAS. Después de preparada la fibra, se mezcla con cemento y sílice estándar seco, y después con agua saturada con óxido y sulfato de calcio (para simular el agua de proceso) con esta mezcla se forman las tablillas en un dado formador a 34000 lb. en una prensa semiautomática, las tablillas formadas deben tener las siguientes dimensiones: 8x3x0.236 pulgadas.

3.- CURADO.- Las tablillas se dejan reposar durante 24 hrs. manteniéndolas húmedas, después de este tiempo se meten a curar en autoclave a 7 kg. de presión durante 20 hrs.

Una vez curadas las tablillas, se saturan para determinar su masa saturada, resistencia a la flexión. Se secan y se determina su masa seca. Con estos datos se determina densidad, módulo de ruptura y módulo de ruptura corregido por densidad para obtener el porcentaje de fibra requerida para la resistencia estándar y la relación de fibra requerida y unidades de resistencia.

$$\% F \text{ requerida} = \frac{275 \times Qf \times 100}{MRA \times (1.0 - Qf) + 275 \times Qf}$$

Qf = fibra utilizada en fracción

MRA = módulo de ruptura corregido por densidad Kg/cm

$$\text{idades de fuerza (FSU)} = \frac{1000}{\% \text{ Fibra requerida}}$$

3.1.1.5 PRUEBAS A CEMENTOS Y SILICE.

Debido a que el cemento y la sílice se usan en polvo, hay pruebas comunes para éstos como son SAG, superficie específica y análisis químico. Así como también se hacen pruebas exclusivas para cemento: Determinación del tiempo inicial de fraguado y determinación de la temperatura de hidratación.

METODO SAG.- El propósito fundamental de esta prueba es conocer la plasticidad (pandeo) de una tablilla de asbesto-cemento, cuando se apoya en dos puntos y se le aplica una carga constante al centro a éstos; así como conocer la resistencia a flexión después de que ha sido fraguada la tablilla.

Para la elaboración de las tablillas se utilizan materiales estándar (cemento, sílice, asbesto), y cuando se desea evaluar una muestra, en la elaboración de las tablillas se substituye ésta por el estándar, por ejemplo:

Si se requiere evaluar una muestra de cemento, las tablillas se harán con sílice y asbesto estándar y la muestra de cemento.

Procedimiento.- Se mezclan en seco: cemento, sílice y asbesto, en la siguiente proporción:

Asbesto 30%

Cemento 42%

Sílice 28%

Después se mezclan con agua para formar la tablilla en una caja conectada a vacío para extraer el agua, se saca la tablilla de la caja y se presiona, se determina el pandeo (SAGA) y se dejan reposar durante 24 hrs. después de este tiempo se meten a curar en autoclave 16 hrs. a 7 Kg. de presión, después de curadas se sacan para determinarles resistencia a la flexión.

SUPERFICIE ESPECIFICA.- Por medio de la superficie específica se puede conocer la finura de los polvos, basados en la permeabilidad del aire.

En esta prueba también se utiliza el Dyckerhoff, para medir el tiempo en que se extrae una cantidad de aire a través de la muestra, igual que en la determinación de superficie específica de las fibras de asbesto; sólo cambiando las cantidades de muestra, dependiendo del tipo de material.

DETERMINACION DEL TIEMPO INICIAL DE FRAGUADO.- Esta prueba sirve para conocer el tiempo que tarda la mezcla cemento agua en comenzar a endurecer.

La prueba se efectúa haciendo una pasta con 500 g. de cemento y 150 ml. de agua, la cual se deposita en un molde para determinar con el aparato Vicat, el tiempo que tarda la aguja en penetrar en la pasta 10mm.

El conocimiento del tiempo inicial de fraguado es de gran utilidad para diferenciar en nuestro caso el cemento que será utilizado en láminas, y el cemento que se usará en tubos.

DETERMINACION DE LA TEMPERATURA DE HIDRATACION.- Este método consiste en determinar la variación de temperatura durante 24 hrs., en una muestra pequeña de pasta (cemento-agua) dentro de una botella de vacío. La temperatura es medida por medio de un termocople cobre-constantan embebido en la pasta y registrado en un graficador.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.

3.2.1 Definiciones.

ACABADOS: Área de la planta de tubos que comprende desde la operación del curado del producto hasta el transporte de los paquetes de tubos o coples ya terminados a áreas de almacenamiento. Área de la planta de tubos donde se le da al producto su acabado final.

AUTOCLAVE: Gran recipiente metálico sujeto a presión interna de vapor donde el producto es curado.

CALANDREO: Separación del tubo de asbesto-cemento del mandril sobre el cual fue formado.

CADENCIA DE FABRICACIÓN: Medida de la eficacia operativa de una máquina formadora.

CONO PRIMARIO: Llamado también Cono de Recuperación, es aquel depósito de agua de proceso donde por precipitación son regresados a la máquina formadora los sólidos de fibra, cemento y sílice no retenidos inicialmente.

CONO SECUNDARIO: Depósito de agua de proceso conectado en serie con el cono primario que por precipitación regresa a la máquina formadora, los sólidos no digeridos por el primario y al resto del sistema el agua limpia en recirculación.

CONTRAPESO: Pieza metálica de diferentes pesos utilizada para aplicar la carga especificada en la norma oficial durante la prueba sistemática a la flexión de la tubería de asbesto-cemento.

CURADO: Proceso que promueve la hidratación del cemento y que cuando se efectúa a alta presión en autoclave y con adición de sílice, incrementa su resistencia tanto mecánica como en algunos ataques químicos.

FIELTRO: Especie de banda plana sin fin de grandes dimensiones y de material sintético que en una máquina formadora interviene a la vez como elemento motriz del conjunto y como medio al cual se adhiere una lámina delgada de pasta con la que se fabrican placas o tubos.

FRAGUADO: Endurecimiento del cemento en un mortero, concreto o en un producto de fibro-cemento.

HOJA DE MEZCLA: Documento en el cual se especifican las cantidades y tipos de asbesto, cemento, sílice y recorte para la fabricación de un producto de asbesto-cemento.

MANDRIL: Tubo de fierro sobre el cual se enrolla bajo presión, una lámina muy delgada de pasta de asbesto-cemento para la formación de un tubo.

MAQUINA FORMADORA: Máquina muy parecida a la utilizada por la industria papelera pero mucho menos compleja, que se usa en la fabricación de tubos o placas de asbesto-cemento.

MESON: Contenedor metálico que se utiliza para el acomodo de la tubería de asbesto-cemento o de sus desechos para su posterior curado.

MOLIENDA DE FIBRAS: Tratamiento mecánico de las fibras de asbesto, mediante el cual los haces de fibra son abiertos hasta obtener el diámetro requerido de los mismos.

PASTA: Suspensión espesa de agua, asbesto y sílice que constituye la materia prima en las máquinas formadoras para la fabricación de tubos o placas.

POLVOS: Término usual para la sílice y el cemento.

TIEMPO DE RESIDENCIA EN HORNO: Lapso de tiempo efectivo en que la tubería de asbesto-cemento permanece dentro del horno para su fraguado inicial.

TUBO CORTO: Todo aquel tramo de tubo cuya longitud es menor a la nominal.

TUBO DE ASBESTO-CEMENTO TIPO 2: Son aquellos cuyo contenido máximo de hidróxido de calcio libre es 1%.

TUBO PARA COPLER: Tubo de asbesto-cemento de dimensiones especiales que se cortará en varias piezas de una longitud determinada, para fabricar los coples que unirán los tubos de una línea de conducción.

SUPERFICIE ESPECIFICA: Teóricamente es el área en cm que ocuparía un gramo de asbesto, sílice o cemento al ser esparcido en una capa muy delgada sobre una superficie plana.

3.2.2 NORMAS APLICABLES

Norma Oficial Mexicana NOM-C-12-2/2 - 1982

"Asbesto-cemento-tubos par a líneas de distribución a presión para abastecimiento de agua potable - Especificaciones".

1) Objetivo y campo de aplicación.

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones que deben cumplir los tubos de asbesto-cemento para líneas de distribución a presión de agua potable, en donde es necesario contar con mayores coeficientes de seguridad debido a las casi impredecibles condiciones de flujo por la existencia de numerosas tomas, ramales, cruces, cambios de dirección, cierres de válvulas, intenso tráfico sobre el lecho de la tubería y otras variables que impiden el análisis hidráulico incluyendo hasta sobrepresiones.

2) Referencias.

Esta norma se complementa con las vigentes de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NOM-C-44 Asbesto-cemento-Tubos.- Determinación de la resistencia al aplastamiento.

NOM-C-53 Asbesto-cemento-Tubos.- Determinación de la resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna.

NOM-C-320 Cemento-Asbesto cemento-Concretos.- Determinación de la alcalinidad (cal libre).

NOM-C-319 Asbesto cemento.- Determinación de la resistencia a los sulfatos.

NOM-T-21 Anillos de hule usados como sello en las tuberías de Asbesto-Cemento.

NOM-C-41 Asbesto cemento-Tubos.- Determinación de la estanquidad (Método de prueba para la determinación de la estanquidad de los tubos de asbesto-cemento).

NOM-C-43 Asbesto-cemento.- Método de prueba de la determinación de la resistencia a la flexión.

3) Definiciones.

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Tubos de Asbesto-cemento para líneas de distribución a presión de agua potable.

Son los conductos de cilíndricos de sección anular circular, elaborados a partir de una mezcla íntima y homogénea de fibras de asbesto, cementante hidráulico inorgánico y agua con o sin adición de sílice.

3.1.1 Se excluye todo material que pueda causar un deterioro ulterior en la calidad del producto.

3.2 Carga máxima de servicio:

Es la suma de las cargas externas tanto estáticas como dinámicas a la cual va a estar sometida la tubería en condiciones normales de trabajo.

3.3 Junta:

Es el conjunto de dos o más piezas que constituyen un sistema de unión para los tubos.

3.4 Presión de prueba hidrostática (prueba sistemática):

Es la presión hidrostática a que se someten los tubos y coples con el objeto de probar su estanquidad.

3.5 Presión de prueba hidrostática (prueba selectiva):

Es la presión a que se someten las muestras para determinar la resistencia a la tensión anular circular (tracción).

3.6 Diámetro nominal:

Es el diámetro interno hipotético interno.

3.7 Diámetro efectivo:

Es el diámetro interno real del tubo, sobre cuyo valor se aplican las tolerancias establecidas en esta norma.

3.8 Longitud nominal:

Es la longitud sobre cuyo valor se aplican las tolerancias establecidas en esta norma.

3.9 Longitud efectiva útil:

Es la longitud real del tubo considerada entre los extremos del mismo.

3.10 Espesor real del tubo:

Es el espesor que físicamente tiene el tubo (barril).

3.11 Espesor real del enchufe:

Es el espesor que físicamente tiene en la sección recta maquinada donde se aloja el anillo de hule que sella la junta.

3.12 Ovalidad:

Es cualquier irregularidad que presenta la sección anular del tubo.

4) Clasificación.

4.1 Para los efectos de esta norma los tubos de asbesto-cemento para líneas de distribución a presión se clasifican de acuerdo a su contenido de hidróxido de calcio libre, en dos tipos con un solo grado de calidad como sigue:

Tipo 1: Tubos de contenido de hidróxido de calcio libre, mayor al 1 %.

Tipo 2: Tubos con contenido de hidróxido de calcio libre hasta 1 %.

4.2 Además de lo anterior, los tubos objeto de esta norma se clasifican de acuerdo a su presión máxima interna de trabajo, en cuatro clases básicas:

A-5, A-7, A-10, A-14 con diámetros internos de 50 a 450 mm., y además una serie de distribución especial con diámetros internos de 500 a 900 mm.

5) Especificaciones.

5.1 Los diámetros nominales (internos) para las cuatro clases básicas indicadas en 4.2 serán:

50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400 y 450 mm. Y para la serie de distribución inicial serán de: 500, 600, 750 y 900 mm.

5.2 Dimensiones y tolerancias.

Las dimensiones reales deben de estar especificadas en los catálogos de los fabricantes y se les aplicarán las tolerancias, indicadas en la siguiente tabla:

TABLA 1
TUBOS PARA LINEAS DE DISTRIBUCION A PRESION PARA ABASTECIMIENTOS DE AGUA POTABLE.

DIMENSIONES		TOLERANCIAS		
Diámetro nominal (mm.)	Diámetro interno (mm.)	Diámetro externo en la sección de enchufe (mm.)	Espesor de pared (mm.)	Largo nominal del tubo (mm.)
50-150	±5%	+1.3 -0.8	+4 -2	±30
200-450	±5%	+1.3 -0.8	+5 -2.5	±30

5.3 Resistencia a la presión hidrostática interna (prueba sistemática en fábrica).

Todos los tubos y todos los coples se prueban sistemáticamente en fábrica a la presión hidrostática interna especificada en la tabla 2 de acuerdo al método establecido en la NOM-C-41.

5.4 Resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna (reventamiento).

Los tubos objeto de esta norma deben tener la resistencia a la ruptura por presión hidrostática interna, que para cada clase se especifica en la tabla 2; o sea presión superior en 4 ó 5 veces la presión de trabajo, cuando es probada a una muestra de 500 mm. de longitud mínima de la parte no torneada del tubo, de acuerdo al método establecido en la NOM-C-53; si se produce el reventamiento se calcula la resistencia unitaria a la tracción. Para efectos de muestreo véase 6.6.

5.5 Resistencia a la flexión.

5.5.1 Prueba sistemática en fábrica. Cada tubo de diámetro de 50 a 200 mm. debe ser probado en puntos tercios a una carga igual a la presentada en la tabla 4 de acuerdo a su diámetro y clase en las condiciones descritas en la NOM-C-43.

5.5.2 Las muestras a probarse para determinar la resistencia final a flexión se probarán a ruptura por flexión por carga concentrada en claro libre a 2000 mm; o bien, en la misma máquina de prueba sistemática conforme a lo establecido en la NOM-C-43.

5.6 Resistencia mínima de ruptura por aplastamiento. Los tubos objeto de esta norma deben tener la resistencia mínima por aplastamiento que para cada clase se especifica en la tabla 3, cuando es probada una muestra de 20 cm. de longitud mínima de la parte no torneada del tubo, de acuerdo al método establecido en la NOM-C-44. Para efectos del muestreo y criterio de aceptación véase 6.8. Dicha muestra debe ser de un tubo previamente sometido a la prueba sistemática de presión hidrostática (estanquidad).

5.7 Factores de seguridad.

5.7.1 Factor de seguridad al reventamiento.

Es la relación de la presión mínima al reventamiento entre la presión máxima de operación y su valor debe ser:

5 para tubos de 50 a 100 mm. de diámetro y

4 para tubos de 125 a 450 mm. de diámetro.

j) Por otro lado la relación de la presión de prueba sistemática en la presión máxima de trabajo es de 3.5 para tubos de 50 a 100 mm. y de 3 para tubos de 125 a 450 mm. y la relación de la prueba sistemática en fábrica y la presión mínima de reventamiento debe ser 0.7 para tubos de 50 a 100 mm. y 0.75 para tubos de 125 a 450 mm.

TABLA 2.
PRUEBA SISTEMÁTICA EN TUBOS.

Clase "A" presión de trabajo	Diámetros nominales (mm.)	Presión de prueba sistemática		Resistencia al reventamiento	
		MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²
A-5 (5 kg/cm ²)	50-100	1.72	17.5	2.46	25
	125-450	1.47	15	1.96	20
A-7 (7 kg/cm ²)	50-100	2.4	24.5	3.43	35
	125-450	2.06	21	2.75	28
A-10 (10 kg/cm ²)	50-100	3.41	35	4.91	50
	125-450	2.94	30	3.92	40
A-14 (14 kg/cm ²)	50-100	4.81	49	6.87	70
	125-450	4.12	42	5.49	56
A-Z especial (Z kg/cm ²)	50-100	3.5 x 0.1 Z	3.5 x Z	5 x 0.1 Z	5 x Z
	125-450	3 x 0.1 Z	3 x Z	4 x 0.1 Z	4 x Z

Los tubos de distribución con diámetro de 500, 600, 750 y 900 mm. acatarán los mismos coeficientes de seguridad que los tubos de 125 a 450 mm.

5.7.2 Factor de seguridad al aplastamiento.

En estos tubos es la relación de la carga mínima a la ruptura por aplastamiento entre la carga máxima de servicio y su valor debe ser de 2.5.

TABLA 3

Resistencia mínima al aplastamiento en Kg/m² y en Ton/m².

Diámetro nominal mm.	A-5		A-7		A-10		A-14	
	kgf/m ²	Ton/m ²	kgf/m ²	Ton/m ²	kgf/m ²	Ton/m ²	kgf/m ²	Ton/m ²
50	6450	129	7850	157	10950	219	12650	253
60	5600	93.3	7400	123.3	9150	152.5	12750	212.5
75	5050	67.3	6800	90.8	9050	120.7	12850	171.3
100	4300	43.5	6100	61	8050	80.5	12950	129.5
125	3900	31.3	5850	46.8	7900	63.2	13000	104
150	3600	23.8	5800	38.7	8050	53.7	13400	89.3
200	3300	16.5	5500	27.5	8150	40.8	13850	69.3
250	3075	12.3	5275	21.1	10275	41.1	16250	65
300	3700	12.3	6350	21.1	12350	41.1	19500	65
350	3400	9.8	6400	18.2	12750	36.4	22750	65
400	3900	9.8	7300	18.2	14550	36.4	26000	65
450	4400	9.8	8200	18.2	16400	36.4	29259	65

Ejemplo de aplicación de la tabla. Se tiene un tramo de 20 cm. de un tubo de 300 mm. de diámetro clase A-10, la tabla nos dice que debe resistir 41.1 Ton./m², la carga por metro lineal será 41.1 * diám. en mts.; esto es: 41.1 Ton/m² * 0.3 m. = 12.33 Ton/m. (lineal) que se redondea a 12.350; como el tramo es de 20 cm.; la carga mínima que debe resistir el tramo será de 12.35 * 0.2 = 2.47 Ton = 2470 Kg.

TABLA 4
FLEXION

Cargas de prueba sistemática en fábrica, en puntos tercios y en claros de 360 cm.

Clase	A-5	A-7	A-10	A-14
Diámetro	Carga en kgf.			
50	68	75	98	113
60	98	113	143	158
75	150	173	218	240
100	278	308	375	480
125	443	540	608	825
150	660	713	975	1275
200	1275	1350	1950	2590

Cargas mínimas de ruptura apoyadas en puntos tercios a claro 360 cm.

50	90	100	130	150
60	130	150	190	210
75	200	230	290	320
100	370	410	500	640
125	590	720	810	1100
150	880	950	1300	1700
200	1700	1800	2600	3450

Cargas mínimas de ruptura con apoyo al centro a claro de 200 cm.

Clase	A-5	A-7	A-10	A-14
Diámetro	Carga en kgf.			
50	110	122	159	185
60	150	183	232	258
75	224	281	354	390
100	451	500	610	781
125	720	879	988	1342
150	1074	1160	1586	2074
200	2074	2196	3172	4209

5.8 Acabado

Los tubos deben estar exentos de depresiones y abolladuras que causen una variación del diámetro de más de 5 mm., respecto a las porciones adyacentes no afectadas en la superficie interior. En la sección de enchufe, en los extremos, las imperfecciones como abolladuras, depresiones, etc. no deben afectar el diámetro en más de 2 mm. Los extremos de los tubos deben ser lisos y cortados según planos normales al eje del tubo con una tolerancia de 5 .

5.9 Anillos de hule usados como sello.

Los anillos de hule usados como sello en las juntas de los tubos objeto de esta norma, deben cumplir NOM-T-21 y pueden ser del tipo I ó II.

5.10 Resistencia a los sulfatos.

La expansión en la muestra de un tubo de asbesto-cemento para líneas de distribución a presión no debe ser mayor al 0.15 % cuando son probados de acuerdo al método establecido en la NOM-C-320.

5.11 Alcalinidad.

Para fines de clasificación, el contenido de hidróxido de calcio libre debe ser determinado de acuerdo al método establecido en la NOM-C-320.

6.- Muestreo.

6.1 Plan.

Para la recepción de los lotes, se debe emplear el muestreo estadístico de acuerdo al plan de muestreo normal doble.

6.2 Lote.

Se debe considerar como lote (excepto cuando se especifique lo contrario) 300 tubos de longitud nominal o menor a ésta; pero mayor al 50% de la nominal (4 ó 5 m.) fabricados bajo condiciones uniformes.

6.3 Muestra.

La muestra del lote puede ser un tubo completo o tubo de éste.

6.4 Todos los tubos y coples deben someterse a la inspección dimensional de acuerdo a lo establecido en 5.1 y 5.2. La inspección se debe llevar a cabo con instrumentos debidamente calibrados y que garanticen una exactitud de 0.1 mm. en la medición del espesor y del diámetro, y de 1 mm. en la medición de la longitud.

6.5 La prueba sistemática en fábrica de resistencia a la presión hidrostática (estanquidad) se debe llevar a cabo en todos los tubos y coples, incluyendo los tramos cortos.

6.6 Todos los tubos de diámetro igual o inferior a 200 mm. se deben probar a flexión de acuerdo a la tabla 4.

6.7 La prueba de resistencia por presión hidrostática interna (reventamiento) se debe hacer a cada lote de 300 tubos, de acuerdo al fabricante y comprador.

6.8 La prueba de resistencia mínima de ruptura por aplastamiento se debe hacer sobre lotes de 300 tubos. La falta de un espécimen en soportar 75% de la carga especificada según la tabla 2, debe ser causa de rechazo del lote correspondiente. Si el espécimen soporta una carga menor a la especificada, debe ser causa de rechazo.

7.- MARCADO

Cada uno de los tubos y coples deben estar marcados en su pared exterior con caracteres permanentes, visibles y endelebles, con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Marca registrada
- Diámetro, clase, tipo y presión de prueba sistemática.
- Fecha de fabricación.
- La leyenda "HECHO EN MEXICO".
- El Sello Oficial de Garantía, cuando la Dirección General de Normas de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, así lo autorice.

A.- Apéndice.

A.1.- Para determinar el tipo de tubo, según su curado respectivamente, con o sin adición de sílice; tipos I y II. Se deberán considerar los siguientes factores a que estarán expuestos los tubos:

Características químicas del agua distribuida.

Características químicas del manto de agua del suelo donde se aloja la tubería.

Presencia de sulfatos solubles no ácidos, tanto en el exterior como en el interior.

Sulfatos ácidos solubles; también tanto externos como internos.

A.2.- Agresividad del agua distribuida.

La posible agresividad del agua se define según las ecuaciones siguientes:

- Agua altamente agresiva.

$$pH + \log A H \leq 10$$

- Agua moderadamente agresiva.

$$pH + \log AH =_{10,9}^{10}$$

- Agua inocua.

$$\text{pH} + \log A H \geq 12$$

Donde pH = Potencial de hidrógeno, la medida normal de índice de acidez o de alcalinidad del agua.

A = Alcalinidad total en ppm o mg/l de CaCO₃ equivalente.

H = Dureza de calcio en ppm de CaCO₃.

Debe conocerse que aguas con agresividad de 10 o menos son altamente corrosivas, no sólo para los tubos de asbesto cemento sino, de todos los otros materiales encontrables en los sistemas hidráulicos como válvulas, bombas, conexiones, etc. Tales aguas deben tratarse para aumentar el pH, la dureza o ambos.

A.3.- Agua externa.- La influencia del agua externa al tubo de asbesto cemento puede derivarse de la tabla número 5.

A.4.- Sulfatos solubles no-ácidos.- Frente a estos sulfatos cuyo pH < 7 los tubos se comportan así:

Tipo I. Los tubos de este tipo pueden ser atacados por todos los sulfatos en mayor o menor grado.

Tipo II. Los tubos con adición de sílice y curados en autoclaves resisten toda clase y concentración de sulfatos solubles cuyo pH < 7.


TABLA 5
AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS ACIDOS SIN SULFATOS:
Condiciones del agua del medio ambiente: Mínimo pH de los suelos ácidos.

	TIPO I	TIPO II
Esencialmente Tranquilas.	5.0	4.0
Medianamente fluctuante.	5.5	5.0
Rápidamente móvil o rápidamente cíclica	6.3	5.5

A.4.1.- Sulfatos ácidos solubles.

La agresividad de aguas distribuidas y aguas del suelo con sulfatos ácidos solubles debe tratarse separadamente y evaluarse, para lo cual se deben tomar en cuenta otros factores, además de los enunciados, tales como la permeabilidad del suelo, composición, etc.

3.2.3 Especificaciones del producto.

MEXALIT DIVISION METROPOLITANA		INSTRUCCIONES DE FABRICACION PARA: PRESION DIAMETRO: CLASE:		TUBO DE 100 mm A7		
MATERIA PRIMA		FORMACION DEL TUBO	IDENTIFICACION EN FORMACION	CURADO		
K-UR de la mezcla <u>1200</u>		Presión inicial <u>1 kg/cm²</u>	1. VERSALITE	Presión	7	
Asbesto	Cantidad, kg	Presión final <u>0 kg/cm²</u>	2. MR	kg/cm ²		
Azul	<u>50</u>	Ritmo de Producción <u>1.8</u> Ton/hr	3. Hecho en México	Tiempo de curado	16 hr	
Blanco 3	<u>50</u>	Velocidad de la máquina <u>31</u> m/min	4. Mexalit Industrial S.A. de C.V. BR.	20 hr	Tiempo de ciclo Constante para corrección:	
Blanco 4	<u>50</u>	No. de Cilindros <u>1</u>	5. Diámetro, Clase y Tipo II	112 kg hr		
Blanco 5	<u>50</u>	Ramal <u>NO</u>	6. Fecha, Turno e Iniciales de supervisor			
Recorte	<u>90</u>	Diámetro polca gusano <u>250</u> mm.	7. Número consecutivo			
Molienda en seco mediante Molino Willow		Diámetro del mandril <u>98</u> mm	8. Identificación de Curado			
Superficie específica de 10000 a 14000 cm ² /gr		Diámetro del tubo (D9) <u>124</u> mm	TAMAÑO DE LETRAS EN LEYENDAS			
De la cantidad de polvos:		Peso. <u>33.6</u> kg	Diámetro 1" 3/4" 1/2" 75-100 1 2 a 7 150-300 1" 5 a 7 2 a 4			
Cemento	<u>60%</u>					
Silíce	<u>40%</u>					
TORNEADO		PRUEBA HIDROSTATICA	IDENTIFICACION EN INSPECCION	FORMACION DE HOJA PRIMARIA		
Nominal y tolerancia		Tubo de 4 m: Presión de Prueba <u>24.5 kg/cm²</u> Duración <u>2</u> seg	1. Clave del Inspector 2. Prob. (presión de prueba) kg/cm ² 3. Color de la clase	Humedad: Norte <u>36-44</u> % Centro <u>36-44</u> % Sur <u>36-44</u> %		
D	<u>100±5.0</u> mm	Tubo corto: Presión de Prueba <u>24.5 kg/cm²</u> Duración <u>60</u> seg	AMARILLO	Concentración de sólidos: gr/lt: Cono Primario <u>15-30</u> Premezclador <u>25-50</u>		
D2	<u>118±0.7-0.3</u> mm		EMPAQUETADO	Descarga Norte en Tina No. 1 <u>10-30</u>		
D3	<u>122±1.0</u> mm		Tipo Inferior Superior	Descarga Sur en Tina No. 1 <u>10-30</u>		
D9	<u>124±2.0</u> mm		Ancho 2.44 2.44 m			
A			Altura 1.23 0.90 m			
B			Tendidas 8 6			
C			Peso 4704 3528 kg			
E			Total de tubos 140 105	mg/lt: Cono de Agua limpia <u>100</u>		
Longitud total del tubo <u>4000±30</u> mm		PRUEBA DE FLEXION				
		Carga aplicada <u>308</u> kg				

3.2.4 PROCEDIMIENTO OPERATIVO DEL PROCESO DE FABRICACION.

1.- El Programa de Fabricación es el punto de partida de las operaciones de fabricación y es emitido semanalmente por el Jefe de Programación o bien en cualquier día de la semana por necesidad de un cambio motivado por requerimientos específicos.

2.- El Jefe de la Planta elabora una hoja de mezcla para cada lote de tubería a fabricar, aplicando el Procedimiento para Diseño y Cálculo de Mezclas.

3.- El suministro de las materias primas necesarias para la fabricación de la máquina formadora de que se trate, debe tener como base el Programa de Fabricación y la Hoja de Mezcla.

3.1.- Para el caso de las fibras, la salida de Almacén y la entrada a Planta de esta materia prima, se documenta a través de un Vale de Salida, elaborado por el Supervisor de Almacén de materias primas y validado por el Supervisor de Formación.

4.- El bombeo de cemento del silo de recepción al subsilo de la máquina, el pesado del cemento y sílice, así como la molienda de las fibras, debe realizarlo el Molinero de acuerdo al Instructivo de Operación y considerando las instrucciones de operación correspondientes al producto de que se trate. El Supervisor de Formación debe verificar esta operación cada 2 horas por lo menos.

4.1.- En operación normal de la molienda de fibras, el Laboratorio debe tomar una muestra de la mezcla de fibras para determinar su superficie específica diariamente.

4.2.- El valor encontrado para la superficie específica de las fibras estará asentado en el Reporte de Laboratorio, y debe situarse dentro del rango de 10000-14000 cm²/gr.

4.3.- En caso de que el valor para esta variable este fuera de los límites de control se deben efectuar las acciones correctivas necesarias por el personal de la Planta y el Departamento de Mantenimiento.

4.4.- El consumo de materia prima por turno de fabricación, debe registrarse y comprobarse en el Reporte de Cargas Consumidas.

5.- En la etapa de preparación y alimentación de pasta a la máquina formadora se deben tomar muestras para la determinación de sólidos no disueltos y humedad de hoja.

5.1.- Comprobar que el Instructivo para la Preparación y Alimentación de Pasta a Máquina se esté cumpliendo para asegurar que la película de asbesto-cemento incorporada al fieltro sea la adecuada para la formación del tubo. Esta comprobación debe efectuarse cada 2 horas por el Supervisor de Formación.

5.2.- Las muestras para concentración se toman cada 2 horas en los puntos siguientes:

- a) En la salida inferior del cono primario.
- b) En el premezclador.
- c) Descarga norte de la tina de pasta no. 1.
- d) Descarga sur de la tina de pasta no. 1.
- e) Del cono de agua limpia en las regaderas del fieltro.

5.2.1 Los rangos de desviación para cada uno de los valores anteriores son los siguientes:

- a) Máximo 30 gr/l
- b) 25 - 50 gr/l
- c) 10 - 30 gr/l
- d) 10 - 30 gr/l

e) Máximo 100 mg/l

5.3.- Las muestras para la determinación de humedad en hoja se toma también cada 2 horas y en los puntos siguientes:

Puntos norte, centro y sur en una línea transversal al recorrido del fieltro localizada después de las cajas de vacío principales (no en los extremos).

5.3.1 El rango de aceptación para esta variable es de 34-44% de humedad en hoja.

5.4.- El Laboratorio determinará y asentará estos valores en un reporte y el personal de la máquina formadora hará las correcciones necesarias en caso de que uno o más valores estén fuera de lo especificado.

6.- En la formación del tubo se deben evaluar las siguientes variables:

- a) Diámetro exterior del tubo.
- b) Diámetro exterior e interior del tubo para cople.
- c) Presión inicial y final de formación.
- d) Tonelaje horario de la máquina formadora.
- e) Calandreo del tubo.

6.1.- Los diámetros exteriores para el tubo y para el tubo cople deben ser los especificados en las Tablas de Dimensiones Generales y Pesos. Las cargas iniciales y finales de formación, también se hallan ya especificadas. Los tonelajes horarios de la máquina formadora se encuentran especificados en las hojas de instrucciones de fabricación.

6.2.- Cualquier valor para los parámetros anteriores que no cumpla con las especificaciones debe generar la acción correctiva inmediata necesaria del personal de Formación.

6.3.- El Supervisor de Formación comprobará que el Instructivo de Operación para la Formación de Tubos se está aplicando y en su defecto realizar las correcciones pertinentes.

6.4.- El personal operativo en esta etapa del proceso debe comprobar que esos parámetros cumplen con los requisitos indicados. En el caso de los diámetros exteriores la comprobación es cada media hora y en el caso de las presiones de formación y tonelaje horario de la máquina, cada hora.

6.5.- Tanto el Comando como el Supervisor de Formación, se asegurarán cada media hora que el calandreo del tubo indicado en el Instructivo para la Formación de Tubo de A.C. se esté aplicando correctamente.

7.- Comprobar que el producto que se fabrica está debidamente identificado por el personal operativo (Marcador) y que en consecuencia está siendo marcado con la leyenda señalada en el Procedimiento para Marcado de Tubos y Coples. De no ser así, hacer las correcciones necesarias.

7.1.- El Supervisor de Formación verificará que el Instructivo para la Identificación y Marcado de Tubos se está aplicando y que el producto conforme esté siendo contabilizado aparte del no-conforme. La verificación de este producto no podrá ser menor a 4 veces por turno de operación y si es el caso, efectuar las correcciones adecuadas.

8.- El Supervisor de Formación deberá verificar que la extracción de mandriles está realizándose conforme al Instructivo de Operación para la Extracción de Mandriles.

8.1.- El correcto acomodo y adecuada nivelación de los tubos, aún no curados, en los mesones disponibles para este efecto, son actividades contempladas también en ese instructivo, que permite asegurar la rectitud y redondez del producto.

8.2.- La comprobación de estas actividades deben realizarse cada 2 horas y si se requiere, realizar la corrección oportunamente.

El punto anterior define el límite de las acciones y actividades propias del personal operativo de Formación y las que a continuación se mencionan, corresponden al personal operativo de Acabados.

9.- El Supervisor de Acabados comprobará en cada ocasión en que se lleven a cabo, que las actividades de cómputo de tiempo efectivo de fraguado de la tubería colocada en mesones, carga de esa tubería en el autoclave, ciclo de curado en autoclave y la descarga del material de la misma, se apeguen al Instructivo de Operación de Curado de Tubería de A.C. En cualquier caso que se detecte alguna desviación, debe ser corregida inmediatamente.

10.- El personal de acabados que sea asignado para alimentar el tubo ya curado al torno correspondiente, debe comprobar que los tubos contenidos en cada mesón, tengan la marca de tinta con el color indicado por el Instructivo de Identificación y marcado de tubos y que significa que los tubos ya están curados en autoclave.

10.1.-El Supervisor de Acabados verificará que en la actividad de alimentar al torno tubería ya curada, los tubos que por esta operación resulten no-conformes, deben ser registrados en el Reporte de Inspección de Control de Calidad. Esta verificación debe realizarse no menos de 4 veces durante el transcurso del turno de trabajo efectuando la corrección necesaria si el caso así lo requiere.

11.- En los tornos de tubos deberán asegurarse el Supervisor de Acabados y el Inspector de Control de Calidad, que las características dimensionales y de acabado especificadas en la Norma Mexicana y en las Tablas de Dimensiones Generales y Pesos, se están obteniendo y que el Instructivo de Operación de los Tornos de Tubos se está aplicando. La frecuencia de esta comprobación no podrá ser menor a 8 veces por turno de trabajo.

11.1.-Los tubos no-conformes por rotura por manejo u operación del torno generados en esta operación deben quedar registrados en el Reporte de Inspección.

11.2.-La cantidad de tubos torneados y las demoras tenidas en el transcurso del turno deben ser asentadas en el Reporte Diario de Máquinas, por el Operador del torno.

12.- Asegurar que la Prueba Sistemática a la Flexión de la tubería de hasta 200 mm de diámetro, cumpla con lo especificado en la Norma Mexicana y lo establecido en el Instructivo para la Prueba de Flexión de Tubos que definen tanto la operación de la máquina como los contrapesos que se deben usar en esta prueba.

12.1.-Tanto la preparación como la operación continua de la flexionadora debe ser supervisada por personal de Acabados de la planta y verificada continuamente por personal de Inspección que debe asentar en su Reporte de Inspección el resultado de la prueba.

13.- El Inspector de Control de Calidad comprobará cuando menos una vez cada hora, que la Prueba Hidrostática Sistemática de los tubos se lleve a cabo tal como está establecido en la Norma Mexicana y en la Especificación Interna para la Prueba Hidráulica de Tubos Cortos y que se está aplicando el Instructivo de la Prueba Hidrostática de la Tubería A.C.

13.1.-El resultado de esta prueba debe ser asentado en el Reporte de Inspección.

13.2.-La cantidad de tubos probados y las demoras tenidas en el transcurso del turno deben ser asentadas en el Reporte Diario de Máquinas, por el Operador de la probadora.

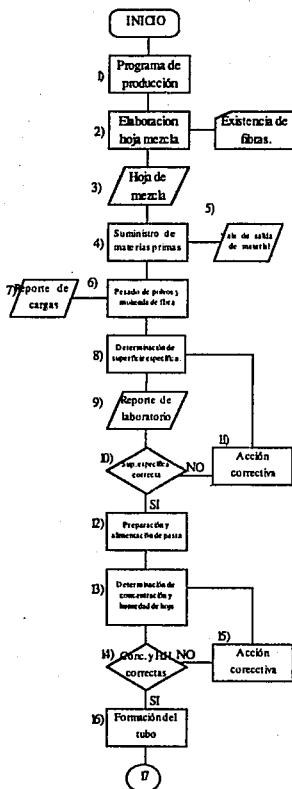
14.- El Jefe de Control de Calidad se asegurará cuando menos una vez por turno que la inspección de la tubería está dándose con apego a la Norma Mexicana y al Instructivo para la Inspección de Tubería.

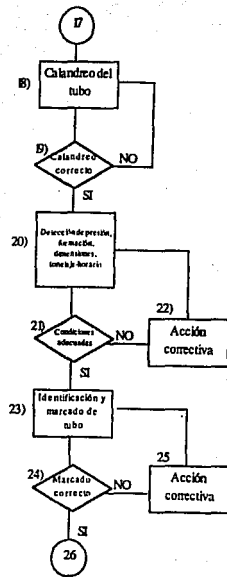
14.1.-El resultado de la inspección debe ser asentado en el Reporte de Inspección, elaborado por el Inspector de Control de Calidad.

15.- El Inspector de Control de Calidad se asegurará que tanto para el empaquetado de la tubería como para el manejo y transporte de esos paquetes se esté cumpliendo con el Procedimiento para la entrega de tubos y coples al Almacén de Producto Terminado y con el Instructivo para el Empaquetado de Tubos.

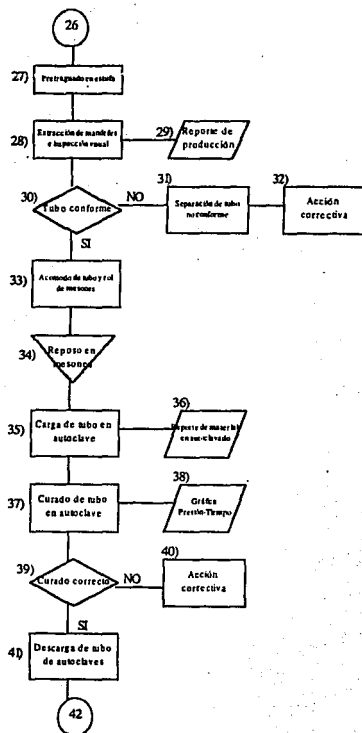
3.2.5 FLUJOGRAMA DEL PROCESO.

Proceso de Tubos. Desde el programa de fabricación hasta la identificación del tubo.



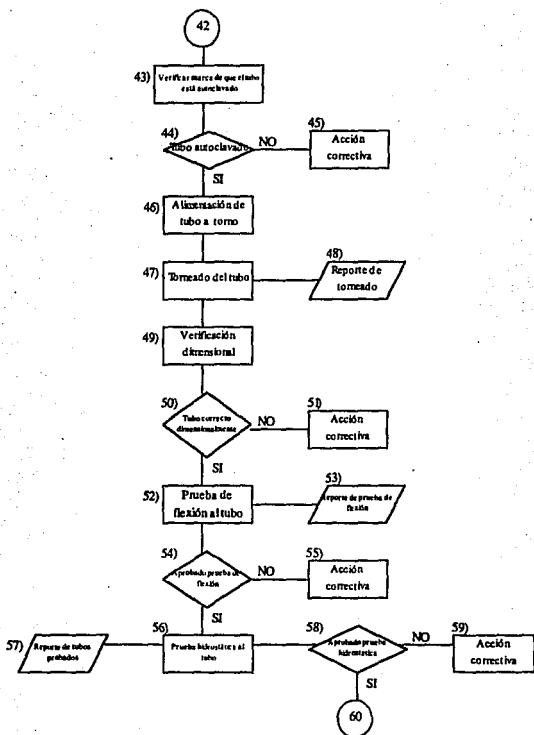


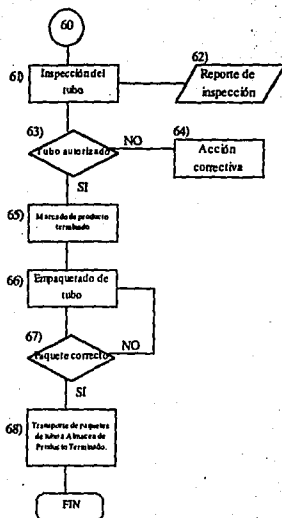
Desde el prefragado del tubo en la estufa hasta su descarga de autoclaves

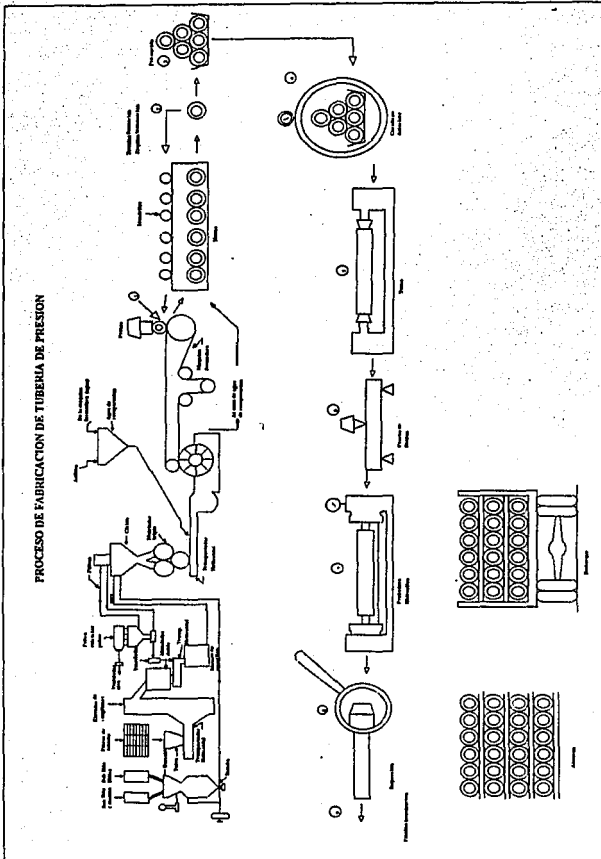


FALLA DE ORIGEN

Desde la alimentación del tubo al tomo, hasta el transporte del tubo empaquetado



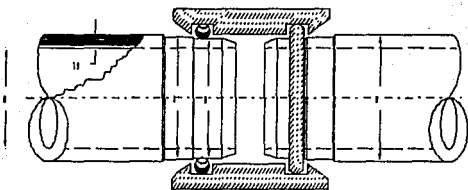




FALLA DE ORIGEN

3.2.6 DIBUJO DEL TUBO.

TUBERIA DE FIBROCEMENTO PARA LA CONDUCCION
DE AGUA A PRESION.



DIMENSIONES (mm.)

$D = 100$

$D2 = 118 +0.7 -0.3$

$D3 = 122$

$D9 = 124 -2.0$

$T9 = 24$

3.2.7 INSTRUCTIVO PARA LA PRUEBA HIDROSTATICA.

a) RESPONSABILIDADES.

SUPERVISOR DE ACABADOS.

- Dar instrucciones claras al probador para que desempeñe sus funciones correctamente.
- Coordinar todas las actividades resultantes de este instructivo.
- Coordinarse con mantenimiento para la reparación o servicio del equipo o maquinaria.
- Consultar y reportar al Jefe de la Planta de Tubos cualquier cambio o modificación temporal del equipo o maquinaria, para su corrección.
- Verificar que la prueba sistemática a presión interna de los tubos se efectúe como está especificado.

INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD.

- Asegurar que el tiempo de presión de prueba sistemática sea el especificado comparándolo con el tiempo efectivo indicado por el temporizador colocado en el gabinete de control de la probadora hidrostática.
- Comprobar diariamente y en cada ocasión que se cambie el manómetro de la probadora hidrostática, que las presiones que indique así como las del registrador de presión, sean iguales a las del manómetro patrón con vigencia de calibración asentada en el programa de verificación establecido. Este manómetro deberá colocarse en paralelo con los mencionados y estará disponible para ese efecto en el almacén de Control de Calidad.
- Anotar en el reporte correspondiente, la relación de tubería de fibrocemento no-conforme con esta prueba.
- Realizar el cambio, cuando sea necesario, de la Gráfica del Registrador de Presión.

- **PROBADOR DE TUBOS**

- Cumplir con lo anterior en este instructivo.
- Colocar los platos de prueba adecuados para el diámetro y clase de tubería de fibrocemento que se desea probar.
- Reportar al Supervisor de Acabados cualquier falla con el equipo o maquinaria.
- Asentar en el Reporte Diario de Máquinas los datos requeridos.

- b) **AREA DE APLICACION.**

- Probadoras hidrostáticas de tubos de la sección de Acabados 2, de la Planta de Tubos Mexalit Industrial, División Metropolitana.

- c) **MAQUINARIA Y EQUIPO.**

- Probadora de Tubos 16 N.
- Bombas de llenado (Barnes).
- Bombas de presión (Moyno).
- Válvulas de llenado.
- Válvulas de purga.
- Válvulas direccionales (Versa).
- Válvulas direccionales (Asco).
- Válvulas direccionales hidráulicas.
- Válvulas de no retorno.
- Válvulas de alivio de 0-21 kg/cm²
- Válvulas de alivio de 0-27 kg/cm²
- Válvulas de alivio de 0-39 kg/cm²
- Válvulas de alivio de 0-49 kg/cm²

- Platos de prueba.
- Sopapas.
- Grúa viajera.

d) VERIFICACION DE CONDICIONES PREVIAS.

- Todos los elementos mecánicos deben de estar en su lugar y en condiciones de operar.
- No debe haber personal de mantenimiento interviniendo el equipo a operar.
- Los platos de prueba deben ser los correspondientes al diámetro y clase de tubo a probar.
- El estado general de los platos de prueba debe ser el óptimo para cumplir con su función.
- Las sopapas de sello deben estar en buen estado.
- La cisterna de la probadora debe contener el nivel de agua necesario para su operación.
- La presión en la línea de aire comprimido debe ser la adecuada para que los elementos neumáticos trabajen sin problemas.
- No debe haber ningún objeto ajeno a la operación que impida el funcionamiento de las probadoras.

e) PUESTA EN OPERACION

- Colocar en posición "dentro" los interruptores de los elementos siguientes:
- Interruptor general.
- Bomba de llenado.
- Bomba de presión (Moyno).
- Cabezal móvil.
- Poner en operación el tablero o consola de control.
- Hacer un simulacro de ciclo de prueba para detectar cualquier falla en el equipo.
- Los tubos de fibrocemento que se someten a esta prueba, deben ser torneados y flexionados previamente(en su caso).

- El Operador debe alinear los tubos de tal manera que al introducirlo en la probadora no se dañen sus extremos.
- El Operador coloca el tubo en el interior de la probadora y nivela sus extremos respecto a los platos de prueba, para que éstos entren o salgan libremente sin dañar la sección maquinada del tubo.
- Introducir los extremos del tubo en los platos de prueba cuidando de no dañarlos durante la operación.

f) ACTIVIDADES

- Llenar el tubo con agua utilizando una bomba de llenado (Barnes) que por medio de una tubería hace llegar el agua hasta los platos de prueba.
- Los platos de prueba tienen en su interior una sopapa lo cual permite el sello entre éste y el extremo del tubo, lo cual impide la fuga de agua.
- Conforme se llena el tubo de agua, el aire contenido en el interior de éste es desplazado a través de las válvulas de purga.
- Cuando el tubo está lleno de agua, se da un tiempo de espera, para que el aire contenido en el interior de dicho tubo sea desalojado en su totalidad.
- Una vez realizado lo anterior se cierran las válvulas de purga y a la vez se pone a funcionar la bomba de presión (Moyno).
- La presión se regula por medio de las válvulas de alivio, las cuales se usan de la siguiente manera:

PARA ELEVAR LA PRESION A:	SE USA EL RANGO DE:
15 kg/cm ² ó 17.5 kg/cm ²	0-21 kg/cm ²
21 kg/cm ² ó 24.5 kg/cm ²	0-27 kg/cm ²
30 kg/cm ² ó 35 kg/cm ²	0-39 kg/cm ²
42 kg/cm ² ó 42 kg/cm ²	0-49 kg/cm ²

- Además de los anteriores dispositivos para elevar la presión de prueba, se cuenta con las válvulas de no retorno las cuáles permiten el paso del agua más no su regreso, estas sirven como sello en la línea de alimentación del agua.
- Los tubos de asbesto-cemento cuyo diámetro interior sea de 75 mm y 100 mm, se prueban a una presión interna de 3.5 veces su presión nominal de trabajo como lo especifica la NMX-C-12-2/2-1982.
- Los tubos de asbesto-cemento cuyo diámetro sea mayor a 100 mm, se prueban a una presión interna de 3 veces su presión de trabajo como lo especifica la NMX-C-12-2/2-1982.
- El Probador calibra la presión de prueba utilizando la válvula de alivio correspondiente y verifica dicha presión en el indicador de carátula (manómetro).
- El Probador debe mantener la presión de prueba sin variación alguna durante 5 segundos como lo especifica la NMX-C-12-2/2-1982. Para el caso de tubos de 4 m. en cualquier diámetro; y para el caso de tramos cortos: 60 seg. Si se trata de tubos de 75 a 150mm. de diámetro: 100 seg. Si son tubos de 200 a 300 mm. de diámetro como lo especifica la Norma Interna DT-87.12.1 R(1).
- Además del manómetro (Indicador de carátula) se cuenta con un registrador de presión-tiempo para verificar la presión de prueba.
- No se da por determinado el ciclo de prueba sin cumplir con los puntos anteriores y de ser necesario se repiten las operaciones hasta cumplir con dichos puntos.
- Una vez realizado lo anterior, se retiran los platos de prueba de los extremos del tubo.
- El Probador lleva un registro de la cantidad de tubos probados durante su turno, la cual anota en su reporte de máquinas además de los otros datos requeridos.

3.2.8 INSTRUCTIVO PARA LA INSPECCION FINAL.

a) RESPONSABILIDADES.

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD.

- Elaboración, difusión, implantación y corrección de este instructivo; así como el seguimiento necesario para su cumplimiento.

INSPECTOR DE CONTROL DE CALIDAD.

- Efectuar la inspección de tubería como se indica en este instructivo.
- Calibrar los instrumentos de medición antes de iniciar la inspección.
- Detectar y corregir las desviaciones que se presenten en equipo, instrumentos, operaciones y calidad del producto en el área donde se desarrolle su actividad principal. Cuando en algún caso no sea posible, avisar al Supervisor de Acabados y/o al Jefe de Control de Calidad.
- Asegurarse de que el marcado y empaquetado de los tubos se lleven a cabo como está indicado en los instructivos correspondientes.
- Consultar en apoyo a este instructivo lo establecido en los siguientes documentos:
- Dimensiones generales: DPT-1, DPT-2 y DPT-3.
- Marcado de tubería: DM-ESP-PT-00
- Descripción de defectos: CC.004.R(1)
- Separar los tubos para pruebas destructivas en laboratorio de acuerdo al muestreo establecido en DM-INS-CC-07.
- Emitir los reportes de inspección correspondientes.

SUPERVISOR DE ACABADOS.

- Proporcionar los ayudantes necesarios para efectuar la inspección y el empaque.
- Suministrar los tubos para inspección; así como efectuar los movimientos de materiales necesarios.
- Vigilar que los equipos para pruebas y medición se mantengan en condiciones adecuadas de operación.
- Dar las instrucciones necesarias para corregir las desviaciones que se presenten en equipos, instrumentos y producto a inspeccionar.
- Asegurarse de que el suministro de materiales para el empaquetado de tubos, sea el necesario y en la cantidad y oportunidad requeridos.

b) AREA DE APLICACION.

- Acabado de tubos, zona de Inspección y Pruebas de Máquina 2 y Máquina 3.

c) MAQUINARIA Y EQUIPO.

- Compás con micrómetro: para medición de diámetros exteriores.
- Micrómetro de interiores: para medición de diámetros interiores.
- Vernier.
- Flexómetro de 5 metros.
- Autolámpara.
- Escofinas: dos de 8 pulgadas para inspección de tubería hasta 500 mm de diámetro y de 12 pulgadas para tuberías de mayor diámetro. 3.7 Estenciles para marcado.
- Brocha para estarcido.
- Tinta negra para estarcido.

- Pintura para identificación de clase.
- Poroflex.

d) VERIFICACION DE CONDICIONES PREVIAS

- Verificar que estén asignados los ayudantes para inspección y para empaquetado necesarios.
- Conocer qué diámetro, clase y longitud de tubo se va a inspeccionar y tener a la mano sus especificaciones correspondientes.
- Proveerse de herramientas y material para efectuar la inspección y el empaquetado.
- Calibrar micrómetros y compases para las mediciones de diámetros, de acuerdo a las especificaciones del tubo a inspeccionar.
- Comprobar dimensiones en los primeros tubos torneados, para detectar posibles desviaciones; así como revisar en los tubos por maquinarse, que tengan todos la identificación de curado.
- Para el caso de inspección de tubería de 200 mm. de diámetro, comprobar que la flexionadora de tubo (16N) existan los contrapesos necesarios para aplicar la carga de prueba, especificada por diámetro.
- Verificar el manómetro y registrador de la probadora instalando en paralelo con ellos, el manómetro patrón con vigencia de certificación y presurizando el primer tubo durante el tiempo necesario para comprobar que las 3 lecturas sean iguales. Esta verificación será diaria y en el primer turno antes de la prueba sistemática.
- Calibrar lo necesario el temporizador de la prueba hidrostática para que el tiempo efectivo a la presión de prueba sea el establecido en NMX-C-41 para tubos de longitud nominal y en DT87.12.1 R(1) para el caso de los tubos cortos.
- Después de hacer coincidir las presiones en el manómetro y registrador, marcar sobre la carta del registrador la fecha y turno de trabajo, diámetro, clase y longitud de tubería; así como su clave y firma.

- Cualquier desviación que se detecte en estas verificaciones previas, se notificarán al Supervisor de Acabados, para que efectúe las correcciones, a fin de iniciar la inspección.

e) PUESTA EN OPERACION. No aplica.

f) ACTIVIDADES.

- Después de la prueba de presión interna, los tubos se colocan en el banco de inspección, con la leyenda de Identificación hacia arriba.
- Marcar las leyendas de prueba y las que hagan falta; exceptuando las de Inspección, de acuerdo a lo señalado en el Procedimiento para marcado de tubería y cople.
- Registrar los tubos que fallaron en prueba de presión interna, anotando los datos de identificación.
- Registrar los tubos no-conformes en marcado.
- Revisar visualmente la apariencia de los tubos.
- Escofinar la parte interior de las espigas de los tubos, para eliminar las rebabas producidas en el maquinado y simultáneamente golpear suavemente para detectar por sonido, porosidades y laminaciones.
- Revisar con autolámpara la parte interna de los tubos, desde los dos extremos.
- Medir con el compás, el diámetro de acoplamiento (D2) en los dos extremos de cada uno de los tubos por inspeccionar.
- Medir aproximadamente uno de cada cuatro de los tubos a inspeccionar el D3, diámetro externo del tubo D9, la longitud, la ovalidad si no hubo defectos en la inspección visual y en la medición del D2.
- Comparar los valores obtenidos en las mediciones, con los especificados y aplicar las tolerancias para decidir si el material se clasifica como conforme o no-conforme.
- Si hay defectos dimensionales a simple vista, como ovaladura, aplastamiento, variación de rectitud, longitud, espesores, etc., se deben efectuar las mediciones del punto 6.9 al 100%

de los tubos; es importante asegurar que los productos clasificados como conformes si lo sean.

- Los tubos conformes se marcan de acuerdo al Procedimiento para marcado de tubos y coples, con leyendas de Inspección.
- En los tubos no-conformes, se señalan con un crayón verde los defectos, encerrándolos en un círculo e identificándolos con su clave.
- En el caso de que el tubo requiera corte para eliminarle el defecto, se le debe marcar la longitud a la que se debe cortar; si en el corte se va a perder la leyenda de identificación, se le vuelve a poner en la parte recuperada, antes de enviarlo a corte.
- Llevar un registro de los tubos conformes y no conformes, indicando las no conformidades en todas las etapas de inspección y pruebas:
 - Prueba de flexión.
 - Prueba de presión interna.
 - Inspección de apariencia.
 - Inspección dimensional.
 - Indicar en los registros, fechas y turnos de fabricación.
- Los tubos no-conformes en la prueba de flexión se agregan a un lado de la probadora para registrarlos al finalizar el turno de inspección.
- Separar tubos inspeccionados conformes para pruebas destructivas de laboratorio.
- Verificar que se efectúe correctamente el armado de los paquetes de tubos conformes, de acuerdo al Procedimiento y Especificaciones de empaquetado.
- Verificar la segregación del material no-conforme en la zona especificada para este fin.
- Elaborar el reporte de inspección con cuatro copias y darle la siguiente distribución:
 - Original - Control de Calidad.
 - Copia 1 - Dirección de Planta.
 - Copia 2 - Jefatura de Planta de Tubos.
 - Copia 3 - Aseguramiento de Calidad.
 - Copia 4 - Almacén de Producto terminado.

- Elaborar un reporte de rotura, donde se deben anotar los datos de fabricación de los tubos rotos en la pruebas de flexión y presión interna por lo menos cuatro veces por turno.
- Los tubos no-conformes, que sean recuperables, cortándolos y maquinándolos, se volverán a probar e inspeccionar (reinspección) de acuerdo en la Especificación para prueba de tramos cortos.

3.2.9 CARACTERISTICAS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO.

MAQUINA DE TUBOS 2 (MAZZA 2)

Máquina formadora

Fundamentalmente la estructura de la máquina que corresponde al soporte de la prensa y los principales componentes de secado, son de hierro colado.

Estos elementos provienen de Bélgica y son conocidos como tipo Tiri (chumacera Tiri, rodillo motriz Tiri, etc.), los demás componentes que no corresponden a la estructura básica de la máquina son de acero estructural, y fueron diseñados y proyectados por el Departamento de Diseño de la compañía.

Esta máquina aplica un concepto Mazza Italiano mediante el cual se logra la captura o pesca de la película de fibro-cemento en la superficie exterior del cilindro pescador, para después incorporarla al fieltro. Esta máquina debido a que tiene dos cilindros pescadores es considerada de alta productividad.

La gama de diámetros que es posible fabricar es de 75 mm. de diámetro interior hasta 300 mm. en las cuatro clases posibles de fabricación (A5, A7, A10, A14) que son las presiones de trabajo de los tubos en kg/cm².

La productividad en tonelaje horario varía entre 1.5 a 5.5Ton. dependiendo de la clase de tubo que se esté fabricando.

Esta máquina esta accionada por un motor de inducción de 75 HP que acciona el rodillo moltriz, y otros 4 que accionan los agitadores de las tinajas de pescado de 7 HP y un motor para el agitador del premezclador de 10 HP.

El sistema auxiliar de secado de película consiste en 3 bombas de vacío marca Nash con una capacidad de 2000 ft³ /min cada una, que permite quitar un porcentaje de humedad determinado para poder formar el tubo.

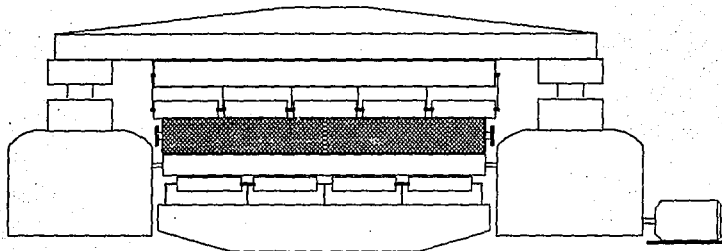
Otro sistema es el llamado de agua a presión que permite lograr el lavado, enjuagado y limpieza de los cilindros pescadores, el fieltro, además de proveer el agua necesaria para la mezcla.

Los cilindros pescadores son dos rodillos los cuales están formados por tres mayas, la primera es una malla tipo 4 (4 hilos por pulgada lineal), malla 8 y malla 36. Estas atrapan los sólidos de mezcla que no pasan a través de la combinación de las mallas, formando una película que se transfiere al fieltro posteriormente.

El ancho del fieltro es de 4.37 m. y la longitud de recorrido es de 16.75 m., y tiene una vida útil de 1000 a 1500 Ton. La función principal es retirar del cilindro pescador la película de asbesto-cemento, trasportarla haciéndola pasar por todo el sistema de secado hasta el área de formación, donde la película es transferida, enrollándose a un mandril de acero.

La compresión necesaria para poder desprender la película de asbesto-cemento del fieltro al mandril de acero es proporcionada por una prensa neumática que tiene 9 cilindros de doble efecto de 200 mm. de diámetro. que nos permite un rango de compresión de 35 a 60 Kg/cm, dependiendo de las presiones establecidas para cada diámetro y clase.

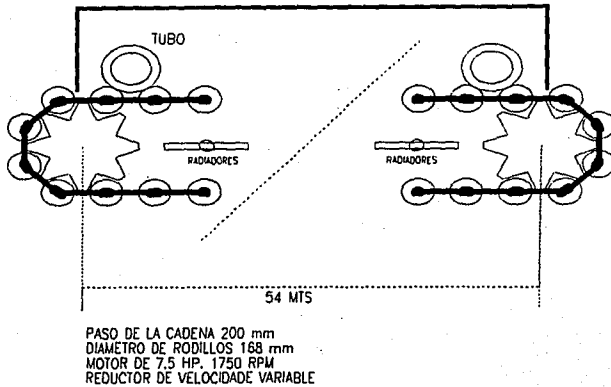
PRENSA FORMADORA DEL TUBO



Estufa de prefragado

El calor es generado por un horno de aceite, que transfiere su calor principalmente por convección y radiación a una estación de tubos donde se fraguan de 5 a 20 tubos dependiendo del diámetro de los tubos. Este calor hace que el cemento se endurezca lo necesario para que el producto pueda ser transportado. Existe un lapso de tiempo mínimo de residencia del tubo en la estufa de prefragado dependiendo de cada clase de tubo.

ESTUFA



Autoclaves

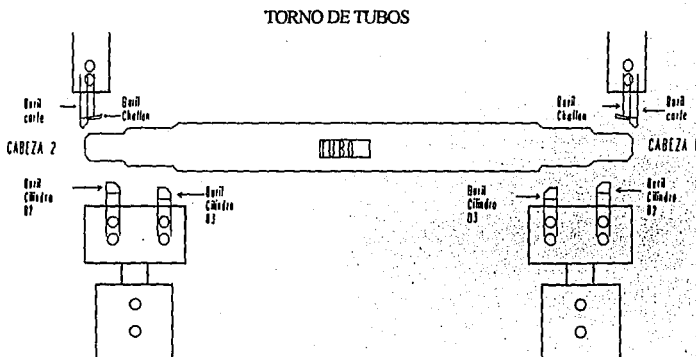
Son recipientes cilíndricos metálicos de 2 m. de diámetro donde los tubos son curados (proceso que promueve la hidratación del cemento) con la adición de Sílice y condiciones de alta presión y temperatura de vapor que son proporcionadas por calderas de la sección de generación de calor, aumentando la resistencia mecánica de los tubos.

Los autoclaves tienen capacidad para 4 mesones (contenedor metálico para el acomodo de la tubería), cada mesón puede contener de 8 a 50 tubos dependiendo de la clase de tubo.

El tiempo de autoclavado varía entre 14 y 26 hr. dependiendo de la clase de tubo.

Tornos

Existen dos tipos de tornos para la máquina: un torno revolver y uno paralelo, en los cuales se realiza la formación de la espiga del tubo, mediante la utilización de varias herramientas de corte acomodadas de tal manera que la espiga se forma de un solo ataque, permitiendo el torneado rápidamente, este tiempo es de 15 a 30 seg. dependiendo de la clase de tubo a tornearse.



Probadora hidrostática

Es una máquina compuesta básicamente por dos platos soportados por dos guías corredizas que permiten ajustar la distancia entre los platos dependiendo de la longitud del tubo, entre los platos se coloca el tubo a probar, sellando herméticamente el tubo, a través de uno de los platos se alimenta agua con bombas de llenado tipo Barnes, en cuanto el tubo es llenado de agua, entra en operación un segundo tipo de bombas de presión de tipo Moyno las cuales

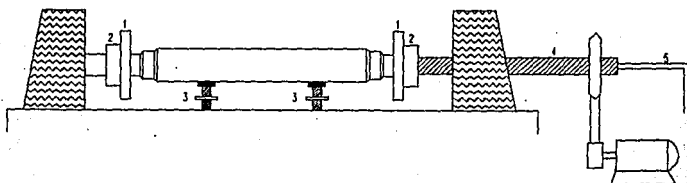
elevan la presión hidráulica hasta el valor especificado por la norma dependiendo de la clase de tubo, existe un tiempo de prueba durante el cual el tubo sometido a la presión hidráulica.

La gama de diámetros posibles de probar es de 100 mm. hasta 300 mm. existe otra con características similares para probar tubos de mayor diámetro.

Esta probadora es llamada "Probadora de tubos 16 N", en la cual se realiza la prueba hidrostática sistemática, sometiendo los tubos a tres veces la presión de trabajo de los tubos, también se realiza la prueba selectiva para determinar la presión hidráulica de reventamiento.

PROBADORA HIDROSTATICA

- 1.- Plato de prueba
- 2.- Cabeza para montar plato de prueba
- 3.- Soporte para nivelar tubo
- 4.- Sifón para mover cabeza de prueba hacia adelante o atrás
- 5.- Alimentación de agua



4.- DETECCION DE LA NO CONFORMIDAD DEL PRODUCTO

4.1 Gráfica Producción Total Contra Clase de Tubo.

Diariamente se lleva un registro del volumen de producción para clase de tubo, reportándose al departamento de Aseguramiento de Calidad, de donde se extrajo la gráfica correspondiente.

Esta gráfica muestra todas las clases de tubo producidas en el periodo comprendido entre Septiembre de 1993 a Enero de 1994.

La tubería para distribución de agua a presión es la que comprende diámetros desde 100 mm. hasta 250 mm.

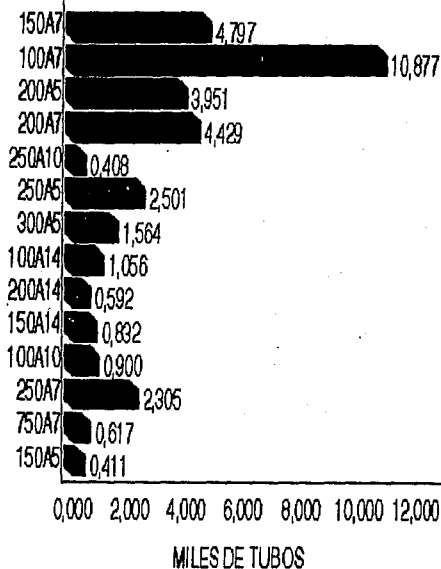
Se puede observar que el mayor volumen de producción corresponde a la clase 100A-7 con 10877 tubos. Dicha tubería se tomará como base para el análisis de este trabajo.

Corresponde a un diámetro interno de 100 mm. y está diseñado para trabajar a una presión de 7 Kg/cm^2 . Seleccionando este tubo tenemos la cantidad suficiente de datos para nuestro análisis además de representar el mayor problema de calidad del producto para Mexalif.

PRODUCCION SEPTIEMBRE 1993-ENERO 1994

PLANTA DE TUBOS

CLASE DE TUBO

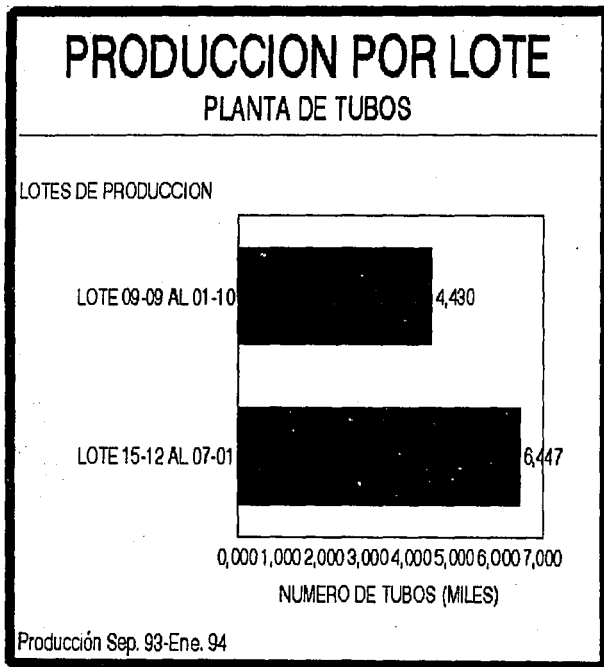


Gráfica 4.1

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

4.2 Gráfica Producción por lote.

En el periodo analizado, hubo dos lotes de producción:



Gráfica 4.2

4.3 Diagrama de Pareto (Fallas contra Frecuencias)

El diagrama de Pareto nos muestra la frecuencia con que ocurren las fallas o defectos más comunes, detectados en la inspección final.

Las fallas más comunes son:

R.H.- Ruptura Hidráulica.- Se produce cuando al ser sometido a la prueba sistemática de presión hidrostática interna, el tubo no la resiste, existiendo fractura.

OV.- Ovaladura.- Se produce durante el transporte del tubo, de una sección a otra de la planta, al someterse a la prueba de presión hidrostática interna, etc.

IN.- Incrustaciones.- Se producen debido a la incorrecta formación del tubo o por una mezcla inadecuada.

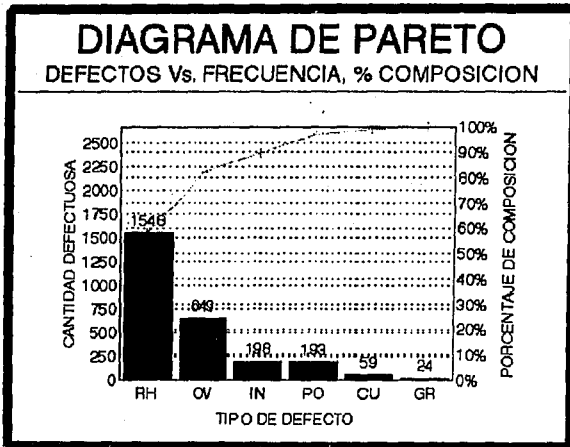
PO.- Porosidad.- Se producen debido a la incorrecta formación del tubo o por una mezcla inadecuada.

CU.- Cuchilla.- Es la ruptura de la punta del tubo, se produce cuando al calandrar el tubo, se introduce una cuchilla en el extremo de éste.

GR.- Grieta.- Se produce en la formación del tubo debido a una carga inadecuada de la prensa.

	Cantidad Defectuosos	Acumulado	% Defectuoso	% de Composición
R.H.	1548	1548	57.96	57.96
OV.	649	2197	24.30	82.25
IN.	198	2395	7.41	89.67
PO.	193	2588	7.23	96.89
CU.	59	2647	2.21	99.10
GR.	24	2671	0.90	100

Tabla 4.1



Gráfica 4.3

Como se observa en la gráfica de Pareto, la falla que se presenta con mayor frecuencia, es la Ruptura Hidráulica, representando el 57.96 % del total de los defectos, por lo que el análisis subsecuente solo contemplará esta falla, por ser la más importante.

4.4 Diagrama de Ishikawa.

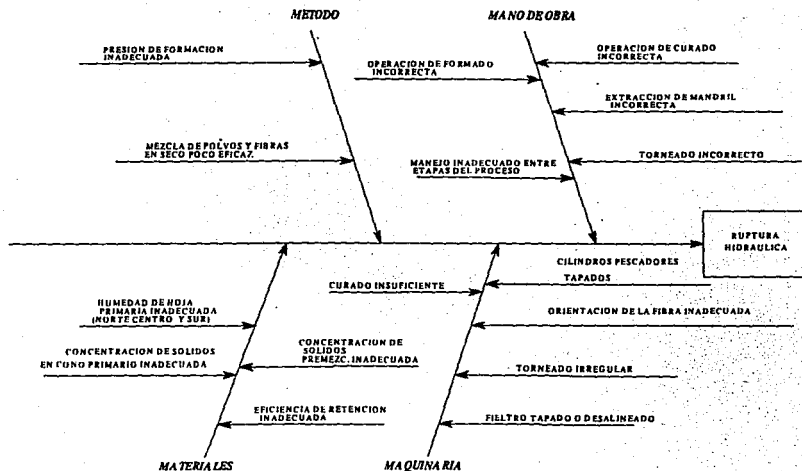


DIAGRAMA DE ISHIKAWA

FALLA DE ORIGEN

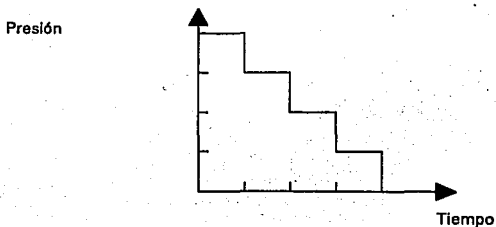
4.4.1 Análisis.

Método

- Presión de formación en proporción al espesor de la pared inadecuada.

Durante la formación del tubo, la prensa de rodillos que ejerce la fuerza necesaria para pasar la película de Asbesto-Cemento del fieltro al mandril, debe trabajar a una presión decreciente en proporción al incremento del espesor del tubo que se está formando, ya que, de esta presión depende el grado de adherencia entre capa y capa del tubo; es importante regular esta presión para que todas las capas tengan la misma adherencia entre sí.

Este decremento de presión se regula mediante un circuito neumático accionado por tímores y se comporta de manera semejante al siguiente esquema.



- Mezcla de polvos y fibras en seco.

Actualmente se realiza la mezcla de cemento, sílice y fibras de asbesto, en un ciclón que utiliza una corriente de aire, este propicia que en el manejo y traslado de los componentes, se provoque una alta cantidad de contaminación en el ambiente laboral.

Después de haberse mezclado, se le agrega el agua necesaria para que comience la acción aglutinante del cemento.

Nuestra propuesta consiste en realizar la adición del agua en una etapa previa del proceso, para darle un tiempo mayor de reacción al cemento, y así, en la etapa de formado, habría una mezcla más uniforme y que aporte una resistencia mecánica mayor, eliminando también la contaminación que era ocasionada por la volatilidad de los compuestos mezclados en seco.

Mano de Obra

Es conveniente que el personal se conscientice de la importancia de cada operación que le corresponde, apegándose a los procedimientos operativos establecidos para el cumplimiento de las operaciones.

Sería favorable incrementar la capacitación del personal promoviendo cursos dentro y fuera de la empresa, ya sea estudios básicos para quienes lo requieran y estudios técnicos o de actualización.

Maquinaria

- Curado insuficiente

Sería beneficioso el continuo mantenimiento de los autoclaves para que las condiciones de operación sean las óptimas, así como el chequeo continuo de los instrumentos de medición, ya que pueden arrojar lecturas erróneas, que propiciarían una insuficiente reacción química de la mezcla y por lo tanto una disminución en la resistencia mecánica.

- Torneado Irregular

Es necesario verificar continuamente la posición y el desgaste de la herramienta multifilo, para darle el perfil a la espiga como está especificado, asimismo, verificar la alineación del tubo con respecto al eje de rotación del torno.

Este punto tiene poca importancia en la ruptura hidráulica, ya que solo se tomean los extremos del tubo. De hecho, antes de someterse a la prueba hidrostática, el tubo que no cumple con las especificaciones de las espigas, es rechazado, utilizándose para la fabricación de coples.

- Filtro dañado o desalineado.

Si el filtro por desgaste está roto o rasgado, una parte de la película de asbestocemento no se podría adherir al mismo y en el momento de la formación del tubo, quedarían huecos entre capa y capa, los cuales podrían propiciar la ruptura del tubo.

Con respecto al fieltro desalineado, este podría propiciar que el tubo se formara con un desfasamiento entre capas, a manera de cucurucho, causando que la película no sea uniforme en los extremos, siendo un factor importante que se debe cuidar para evitar la ruptura hidráulica.

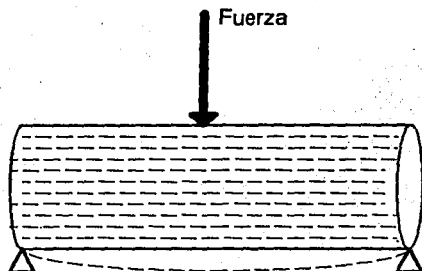
- **Cilindros Pescadores Tapados**

Provocaría que la captura de la mezcla, no fuera uniforme a lo largo del cilindro, y a su vez, que la película al transmitirse al fieltro tuviera huecos, provocando la no uniformidad de la capa de asbesto-cemento en el tubo, consecuentemente disminuyendo la resistencia mecánica.

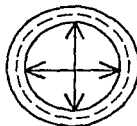
Este punto tiene poca importancia porque cada tres días se lavan los cilindros pescadores con una solución de ácido muriático.

- **Orientación de la Fibra Inadecuada**

Las fibras de asbesto es el componente que mayor resistencia mecánica aporta, las fibras orientadas en dirección del eje longitudinal del tubo dan una mayor resistencia a la flexión como se muestra en la siguiente figura:



Las fibras orientadas en dirección transversal al eje longitudinal del tubo, dan una mayor resistencia a la presión hidrostática interna, como se muestra en la siguiente figura



Esta variable se encuentra controlada. A mayor velocidad de avance del fieltro, más fibras orientadas en dirección transversal.

MATERIALES.

Se ha considerado que la fluctuación de estas variables puede provocar una disminución en la resistencia mecánica del tubo. En el siguiente apartado se hará un análisis para determinar si hay correlación entre estas variables y la ruptura hidráulica.

4.4.2 Diagramas de Dispersión.

Del Diagrama de Ishikawa, por lo que respecta a los materiales, consideramos importante encontrar la correlación entre estas variables y la ruptura hidráulica.

Los datos de las siguientes tablas, con sus respectivas gráficas, fueron tomados en planta por los inspectores de calidad, arrojando los siguientes resultados:

Diagrama de dispersión (Tabla de datos)

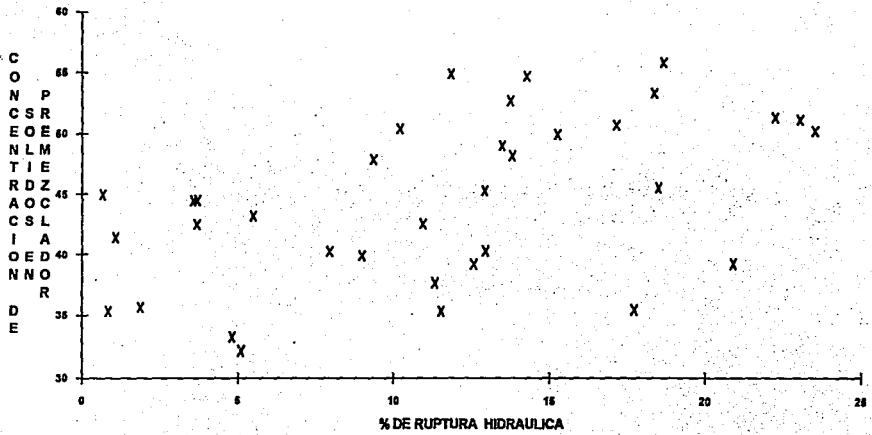
% DE RUPTURA HIDRAULICA	CONCENTRACION DE SOLIDOS EN EL PREMEZCLADOR (mg/l)
1.07	41.44
15.29	50
13.79	52.7
18.4	53.39
14.31	54.73
17.19	50.75
18.52	45.61
13.51	49
3.69	44.5
10.24	50.4
9.38	47.88
3.69	42.5
23.1	51.19
13.83	48.2
18.7	55.85
22.31	51.42
11.88	54.91
3.57	44.47
.83	35.34
.66	44.97
7.96	40.27
8.99	39.92
5.5	43.16
11.33	37.71
12.57	39.27
11.52	35.35
4.82	33.22
5.1	32.13
1.88	35.66
17.72	35.47
23.58	50.26
20.91	39.31
12.94	45.35
10.96	42.6
12.95	40.32

¹ Slope:	0.51890
Intercept	38.57986
Correlation coefficient	.51282
Coefficient of determination:	.26298
Standard error	5.88099

Tabla 4.2

¹Para los calculos relacionados con los diagramas de dispersión vease el Apéndice A.

DIAGRAMA DE DISPERSION



Gráfica 4.4

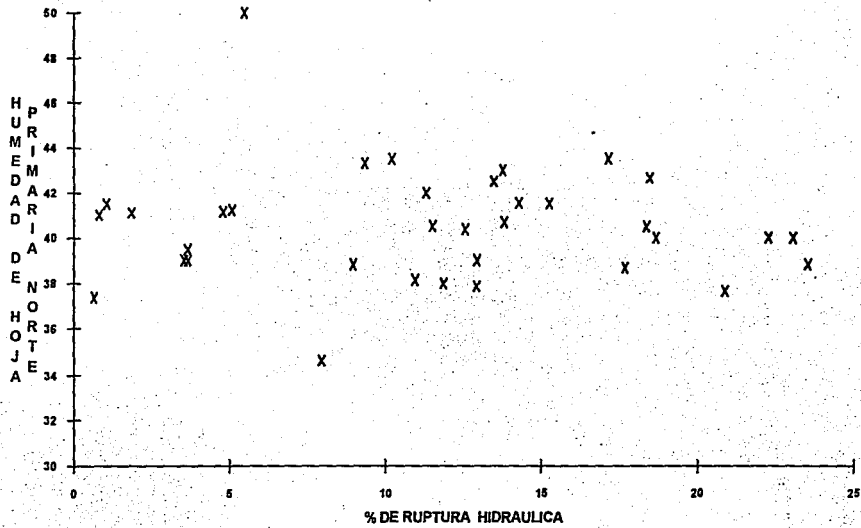
Diagrama de dispersión (Tabla de datos)

% DE RUPTURA HIDRAULICA	HUMEDAD DE HOJA PRIMARIA (NORTE)
1.07	41.5
15.29	41.5
13.79	43
18.4	40.5
14.31	41.5
17.19	43.5
18.52	42.67
13.51	42.5
3.69	39.5
10.24	43.5
9.38	43.33
3.69	39
23.1	40
13.83	40.67
18.7	40
22.31	40
11.88	38
3.57	39
.83	41
.66	37.4
7.96	34.67
8.99	38.8
5.5	50
11.33	42
12.57	40.38
11.52	40.5
4.82	41.14
5.1	41.22
1.88	41.11
17.72	38.67
23.58	38.86
20.91	37.67
12.94	37.88
10.96	38.17
12.95	39

Slope:	-0.02445
Intercept	40.79958
Correlation coefficient	-0.06330
Coefficient of determination:	0.00401
Standard error	2.60957

Tabla 4.3

DIAGRAMA DE DISPERSION



Gráfica 4.5

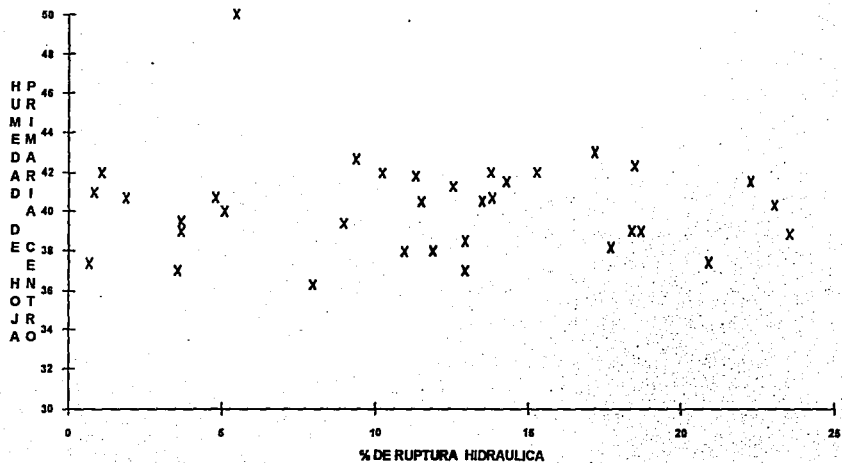
Diagr ma de dispersión (Tabla de datos)

% DE RUPTURA HIDRAULICA	HUMEDAD DE HOJA PRIMARIA (CENTRO)
1.07	42
15.29	42
13.79	42
18.4	39
14.31	41.5
17.19	43
18.52	42.33
13.51	40.5
3.69	39
10.24	42
9.38	42.67
3.69	39.5
23.1	40.33
13.83	40.67
18.7	39
22.31	41.5
11.88	38
3.57	37
.83	41
.66	37.4
7.96	36.33
8.99	39.4
5.5	50
11.33	41.83
12.57	41.25
11.52	40.5
4.82	40.71
5.1	40
1.88	40.67
17.72	38.17
23.38	38.86
20.91	37.44
12.94	37
10.96	38
12.95	38.5

Slope:	-0.01906
Intercept	40.47817
Correlation coefficient	-0.05105
Coefficient of determination:	0.00261
Standard error	2.52488

Tabla 4.4

DIAGRAMA DE DISPERSION



Gráfica 4.6

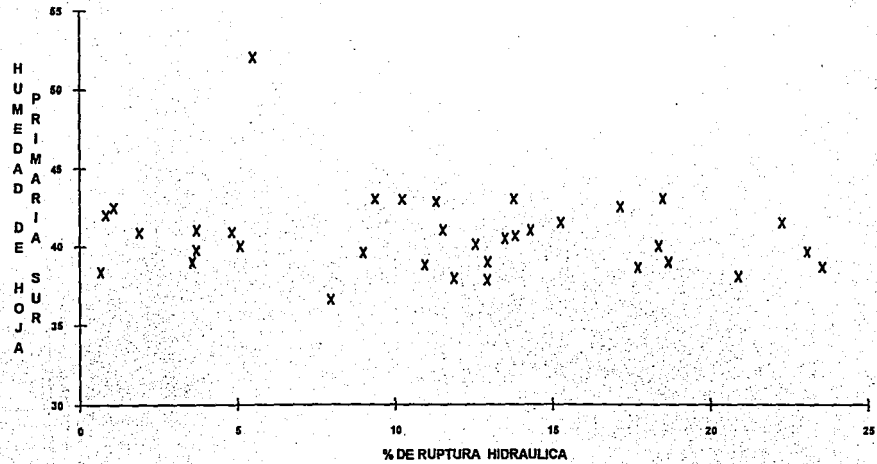
Diagrama de dispersión (Tabla de datos)

% DE RUPTURA HIDRAULICA	HUMEDAD DE HOJA PRIMARIA SUR
1.07	42.5
15.29	41.5
13.79	43
18.4	40
14.31	41
17.19	42.5
18.52	43
13.51	40.5
3.69	39.75
10.24	43
9.38	43
3.69	41
23.1	39.67
13.83	40.67
18.7	39
22.31	41.5
11.88	38
3.57	39
.83	42
.66	38.4
7.96	36.67
8.99	39.6
5.5	52
11.33	42.83
12.57	40.13
11.52	41
4.82	40.86
5.1	40
1.88	40.89
17.72	38.67
23.58	38.71
20.91	38.11
12.94	37.88
10.96	38.83
12.95	39

Slope:	-0.06610
Intercept	41.45107
Correlation coefficient	-0.16898
Coefficient of determination:	0.02856
Standard error	2.61004

Tabla 4.5

DIAGRAMA DE DISPERSION



Gráfica 4.7

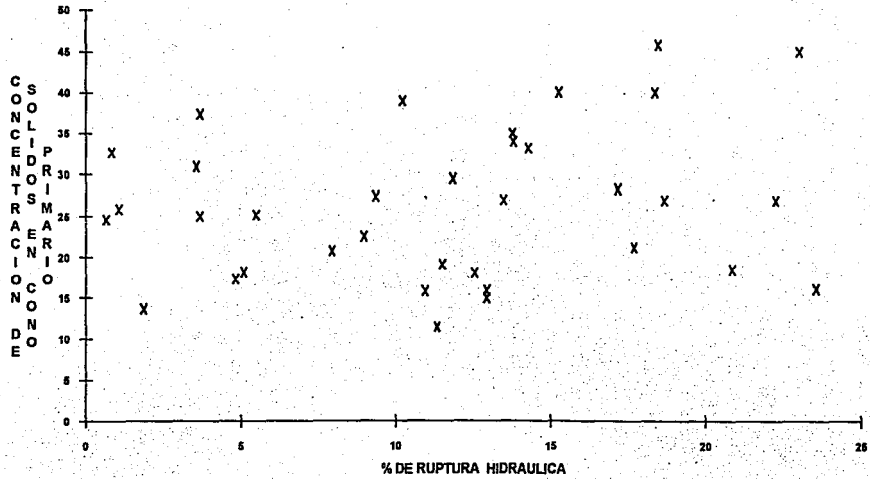
Diagrama de dispersión (Tabla de datos)

% DE RUPTURA HIDRAULICA	CONCENTRACION DE SOLIDOS EN CONO PRIMARIO
1.07	25.95
15.29	40.05
13.79	35
18.4	39.95
14.31	33.05
17.19	28.35
18.52	45.73
13.51	27
3.69	25.03
10.24	39
9.38	27.4
3.69	37.35
23.1	44.93
13.83	33.93
18.7	26.9
22.31	26.9
11.88	29.5
3.57	30.9
.83	32.6
.66	24.6
7.96	20.75
8.99	22.48
5.5	25.18
11.33	11.57
12.57	18.12
11.52	19.19
-4.82	17.34
5.1	18.2
1.88	13.71
17.72	21.26
23.58	16.1
20.91	18.46
12.94	15.92
10.96	15.86
12.95	15

Slope:	0.27276
Intercept	23.24060
Correlation coefficient	0.19816
Coefficient of determination:	0.03927
Standard error	9.13412

Tabla 4.6

DIAGRAMA DE DISPERSION



Gráfica 4.8

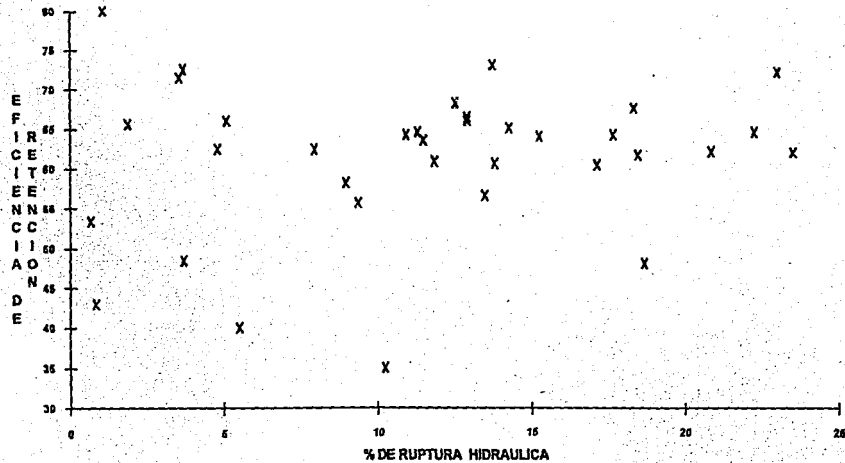
Diagrama de dispersión (Tabla de datos)

% DE RUPTURA HIDRAULICA	EFICIENCIA DE RETENCION
1.07	80
15.29	64
13.79	73
18.4	67.5
14.31	65
17.19	60.5
18.52	61.67
13.51	56.5
3.69	48.5
10.24	35
9.38	55.67
3.69	72.5
23.1	72
13.83	60.67
18.7	48
22.31	64.5
11.88	60.9
3.57	71.5
.83	43
.66	53.4
7.96	62.33
8.99	58.2
5.5	40
11.33	64.5
12.57	68.25
11.52	63.5
4.82	62.43
5.1	66.11
1.88	65.67
17.72	64.17
23.58	62
20.91	62.11
12.94	66.38
10.96	64.17
12.95	66

Slope:	0.20328
Intercept	59.07920
Correlation coefficient	0.14380
Coefficient of determination:	0.02068
Standard error	9.47050

Tabla 4.7

DIAGRAMA DE DISPERSION



Gráfica 4.9

De acuerdo a los cálculos estadísticos obtenidos, y a la forma de dispersión de las gráficas, se concluye que la variable que más influye sobre la ruptura hidráulica, es la concentración de sólidos en el premezclador, aunque su influencia sobre dicha falla es mínima, porque su coeficiente de determinación es 26.30%.

4.5 Gráficas de control \bar{X} -R, Histogramas y estudio de la habilidad del proceso (Análisis)

La concentración de sólidos en el premezclador se analizó en dos lotes de producción del 9 de septiembre de 1993 al 1° de octubre del mismo año y el segundo lote, del 15 de diciembre de 1993 al 7 de enero de 1994.

```

=====
File: GCPML11.VAR                               Page: 1
Date: Sun 29 May 1995                          Time: 11:03:50 am
=====
CIA/PLANTA: MEXALIT/TUBOS                      DEPTO. : ASEGURAMIENTO CALIDAD
VARIABLE : CONCENTRACION SOLIDOS                No. LOTE : LOTE 1
          : C.E.F.                               TESIS : PREMEZCLADOR.
CLASE TUBO: 100 A-7                             MUESTRA : 85
=====

```

Engineering Specifications:

Lower: 25.00 Nominal: 37.50 Upper: 50.00 Units: MG/LT

Descriptive Statistics - 1 to 17

```

Total Samples:      85      Total Subgroups:      17
Xbar:              49.68      Ave. Sam/Sub:        5.00
Rbar:              12.85
sbar:              5.26      Std Dev (n-1):       6.59
Mbar:              46.38      Variance (n-1):     43.36
Skewness:          107.76     Coeff. of Skewness: 0.38
Kurtosis:          5325.57    Coeff. of kurtosis: 2.90
=====

```

```

Control: Limit Range 1 - 17: Auto
n = 5:  LCLXbar = 42.26;  Xdbr = 49.66;  UCLXbar = 57.09
        LCLR = 0.00;     Rbar = 12.85;  UCLR = 27.16
=====

```

Pattern Analysis

1) Upper Point lies outside 3-sigma limit.

Subgroup:	1	2	3	4	5
Sample	1	2	3	4	5
	44.50	58.34	42.00	39.00	43.37
	45.10	54.04	48.30	50.55	52.00
	43.00	54.00	54.90	48.00	50.50
	49.65	63.74	54.66	46.99	50.32
	55.00	63.75	57.00	50.64	
Sum	207.21	249.97	263.50	265.96	273.66
Xbar	41.44	50.00	52.70	53.37	54.73
Range	6.16	8.94	25.00	14.75	10.56
Date	09/09/93	09/10/93	09/11/93	09/12/93	09/15/93
Time					
Code					

FALLA DE ORIGEN

File: GCFML11.VAR Page: 2
 Date: Sun 29 May 1995 Time: 11:03:51 am

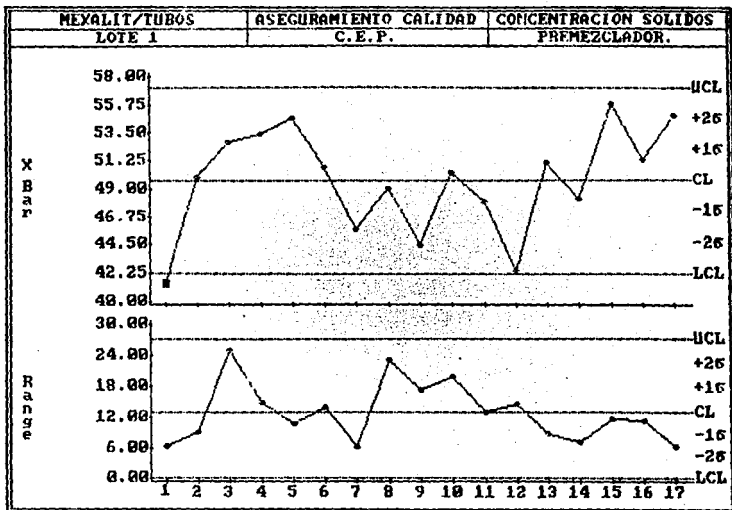
Subgroup:	6	7	8	9	10
Sample :	1	2	3	4	5
	58.00	43.00	42.00	56.00	43.00
	44.00	48.10	45.00	41.00	46.00
	53.00	43.60	43.00	42.00	53.00
	48.00	49.80	50.00	45.00	45.00
	50.75	44.15	65.00	38.50	63.00
Sum :	253.75	228.05	245.00	222.50	252.00
Xbar :	50.75	45.61	49.00	44.50	50.40
Range :	14.00	6.80	23.00	17.50	20.00
Date :	09/16/93	09/17/93	09/18/93	09/19/93	09/20/93
Time :					
Code :					

Subgroup:	11	12	13	14	15
Sample :	1	2	3	4	5
	41.20	36.30	47.80	45.36	58.00
	46.36	37.56	56.40	46.89	62.00
	45.63	45.60	47.55	52.46	54.00
	54.00	52.05	47.75	50.35	53.00
	52.23	39.00	54.45	45.92	51.25
Sum :	239.42	212.51	255.95	240.98	279.25
Xbar :	47.38	42.50	51.19	48.20	55.85
Range :	12.80	14.49	8.65	7.10	11.75
Date :	09/22/93	09/23/93	09/24/93	09/25/93	09/26/93
Time :					
Code :					

Subgroup:	16	17
Sample :	1	2
	45.99	54.63
	57.12	52.55
	54.60	53.66
	45.69	52.64
	53.69	52.89
Sum :	257.09	274.57
Xbar :	51.42	54.91
Range :	11.43	6.11
Date :	09/27/93	10/01/93
Time :		
Code :		

Table 4.8

FALLA DE ORIGEN

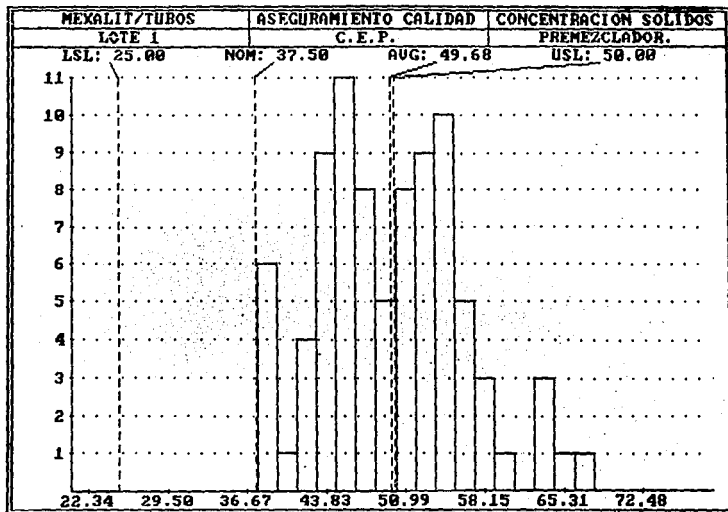


Gráfica 4.10

Frequency Distribution

Sample Size: 65		Curve Type: UNKNOWN		
Sample Min: 37.56		Sample Max: 68.00		
Cell	Cell Midpoint	Frequency	Probability	Sum of %
1	38.46	6	7.06	7.06
2	40.25	1	1.18	8.24
3	42.04	4	4.71	12.94
4	43.83	9	10.59	23.53
5	45.62	11	12.94	36.47
6	47.41	8	9.41	45.88
7	49.20	5	5.88	51.77
8	50.99	6	9.41	61.18
9	52.78	9	10.59	71.77
10	54.57	10	11.77	83.53
11	56.36	5	5.88	89.41
12	58.15	3	3.53	92.94
13	59.94	1	1.18	94.12
14	61.73	0	0.00	94.12
15	63.52	3	3.53	97.65
16	65.31	1	1.18	98.82
17	67.11	1	1.18	100.00

Table 4.9



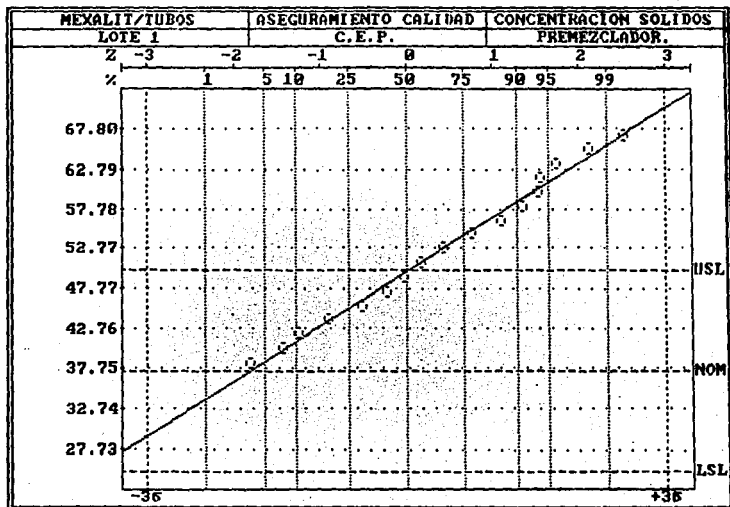
Gráfica 4.11

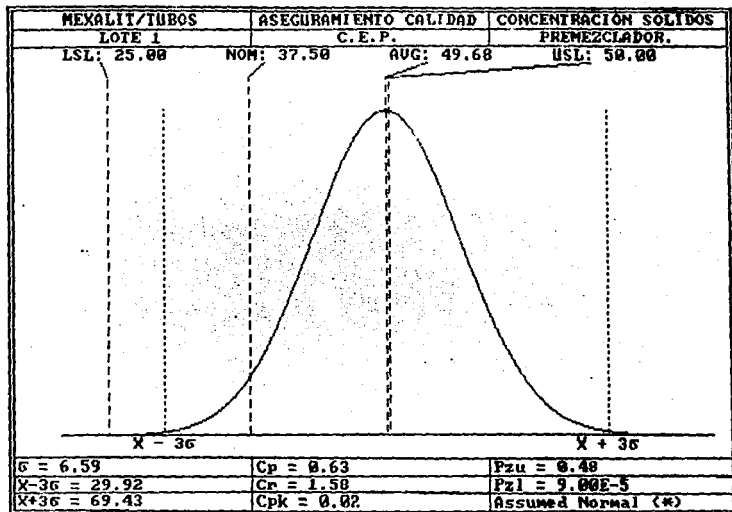
Cumulative Probability

Sample Size: 85		3-s limits: 29.31 to 70.53		
Sample Min: 37.56		Sample Max: 68.00		
Cell	Cell Midpoint	Frequency	EMF	Probability
1	38.46	6	6	3.53
2	40.25	1	13	7.65
3	42.04	4	18	10.59
4	43.83	9	31	18.24
5	45.62	11	51	30.00
6	47.41	8	70	41.18
7	49.20	5	83	48.82
8	50.99	8	96	56.47
9	52.78	9	113	66.47
10	54.57	10	132	77.65
11	56.36	5	147	86.47
12	58.15	3	155	91.18
13	59.94	1	159	93.53
14	61.73	0	160	94.12
15	63.52	3	163	95.89
16	65.31	1	167	96.24
17	67.11	1	167	95.41

Tabla 4.10

FALLA DE ORIGEN





Gráfica 4.13

File: GCPML22.VAR
 Date: Sun 28 May 1975

Page 1
 Time: 11:42:45 am

 CIA/PLANTA: MEXALIT/TUBOS DEPTO. : ASEGURAMIENTO CALIDAD
 VARIABLE : CONCENTRACION: SCLIDDS No. LOTE : LOTE 2
 : C.E.P. TESIS : PREMEZCLADOR
 CLASE TUBO: 100 A-7 MUESTRA : 90

Engineering Specifications

Lower: 25.00 Nominal: 37.50 Upper: 50.00 Units: MG/LT

Descriptive Statistics - 1 to 18

Total Samples: . 90 Total Subgroups: 18
 Xbar: 39.71 Ave Sam/Sub: 5.00
 Rbar: 15.05
 sbar: 6.25 Std Dev (n - 1): 7.74
 Mbar: 40.65 Variance (n - 1): 59.89
 Skewness: 259.64 Coeff. of Skewness: 0.57
 Kurtosis: 16435.51 Coeff. of Kurtosis: 4.69

Control Limit Range 1 - 18: Auto
 n = 5 : LCLxbar = 31.02; Xdbar = 39.71; UCLxbar = 48.40
 LCLR = 0.00; Rbar = 15.05; UCLR = 31.82

Pattern Analysis

[14] Upper Point lies outside 3-sigma limit.

Subgroup:	1	2	3	4	5
Sample :	1 50.00	28.00	45.69	48.00	43.00
	2 47.00	37.04	47.56	52.00	44.00
	3 32.35	35.62	35.98	40.00	38.00
	4 38.00	34.53	44.65	37.00	35.00
	5 55.00	37.50	48.96	34.35	35.60
Sum :	222.35	176.71	224.84	201.35	199.60
Xbar :	44.47	35.34	44.97	40.27	39.92
Range :	22.65	11.50	12.98	27.65	9.00
Date :	12/15/93	12/17/93	12/18/93	12/19/93	12/20/93
Time :					
Code :					

III

FALLA DE ORIGEN

File: GCPHLE2.VAR

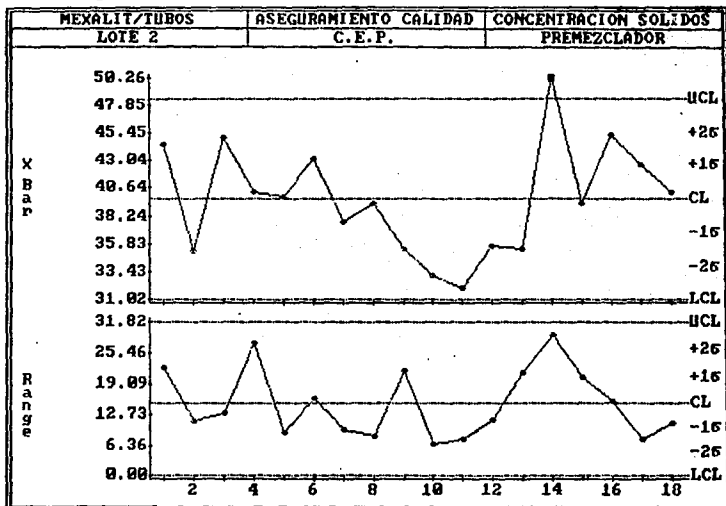
Date: Sun 29 May 1995

Page 2

Time: 11:42:46 am

Subgroup:	6	7	8	9	10
Sample :	1 48.00	39.56	39.35	23.00	29.65
	2 50.00	34.05	41.16	45.00	33.20
	3 37.00	43.22	35.00	38.00	32.00
	4 34.00	33.59	37.56	29.00	36.22
	5 46.80	38.15	43.27	41.75	35.05
Sum :	215.80	188.57	196.34	176.75	166.12
Xbar :	43.16	37.71	39.27	35.35	33.22
Rnge :	16.00	5.63	8.27	22.00	6.57
Date :	01/08/94	01/09/94	01/10/94	01/12/94	01/14/94
Time :					
Code :					
Subgroup:	11	12	13	14	15
Sample :	1 33.00	36.55	25.00	46.08	45.00
	2 28.00	28.95	41.00	50.30	48.00
	3 29.00	40.65	29.00	42.50	43.00
	4 35.00	38.90	36.00	70.90	33.00
	5 35.65	33.24	46.35	41.50	27.55
Sum :	160.65	178.31	177.35	251.28	196.55
Xbar :	32.13	35.66	35.47	50.26	39.31
Rnge :	7.65	11.70	21.35	29.40	20.45
Date :	01/15/94	01/16/94	01/29/94	01/30/94	02/01/94
Time :					
Code :					
Subgroup:	16	17	18		
Sample :	1 36.90	45.65	35.00		
	2 52.36	46.32	43.60		
	3 51.94	42.80	42.66		
	4 39.15	39.66	34.70		
	5 46.38	38.55	45.62		
Sum :	226.73	212.98	201.58		
Xbar :	45.35	42.60	40.32		
Rnge :	15.46	7.77	10.92		
Date :	02/02/94	02/03/94	02/05/94		
Time :					
Code :					

Table 4.11

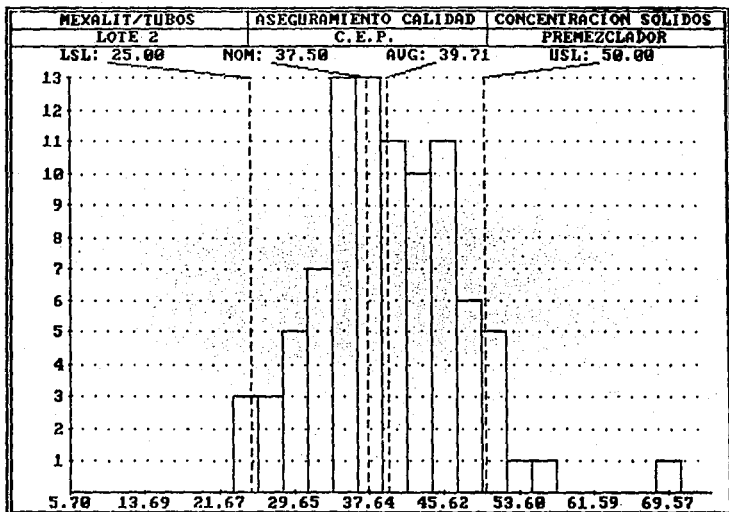


Gráfica 4.14

Frequency Distribution

Cell	Cell Midpoint	Frequency	Probability	Sum of %
1	24.33	3	3.33	3.33
2	26.99	3	3.33	6.67
3	29.65	5	5.56	12.22
4	32.31	7	7.78	20.00
5	34.98	13	14.44	34.44
6	37.64	13	14.44	48.89
7	40.30	11	12.22	61.11
8	42.96	10	11.11	72.22
9	45.62	11	12.22	84.44
10	48.28	6	6.67	91.11
11	50.94	5	5.56	96.67
12	53.60	1	1.11	97.78
13	56.26	1	1.11	98.89
14	58.93	0	0.00	98.89
15	61.59	0	0.00	98.89
16	64.25	0	0.00	98.89
17	66.91	0	0.00	98.89
18	69.57	1	1.11	100.00

Tabla 4.12



Gráfica 4.15

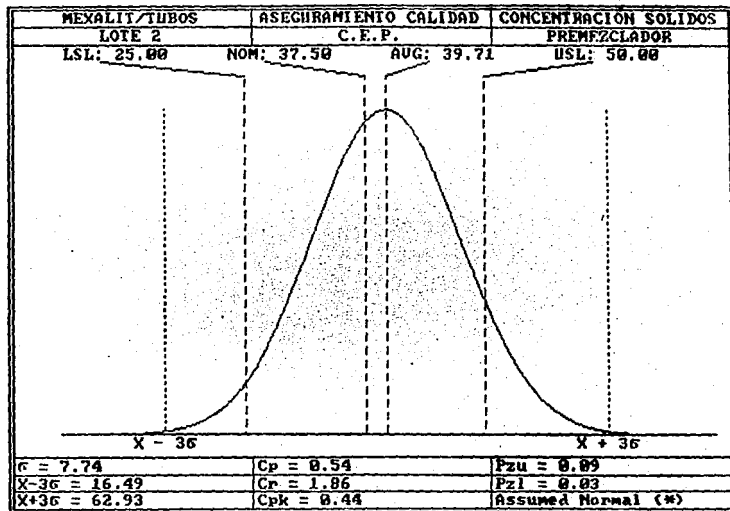
Cumulative Probability

Cumulative Probability					
Sample Size:	90	3-s. limits:	13.86 to	67.29	
Sample Mini:	23.00		Sample Max:	70.90	
Cell	Cell Midpoint	Frequency	EPF	Probability	
1	24.33	3	3	3	1.67
2	26.99	3	9	9	5.00
3	29.65	5	17	17	9.44
4	32.31	7	29	29	16.11
5	34.98	13	49	49	27.22
6	37.64	13	75	75	41.67
7	40.30	11	99	99	55.00
8	42.96	10	120	120	66.67
9	45.62	11	141	141	76.33
10	48.28	6	158	158	87.78
11	50.94	5	169	169	93.89
12	53.60	1	175	175	97.22
13	56.26	1	177	177	98.33
14	58.93	0	178	178	98.89
15	61.59	0	178	178	98.89
16	64.25	0	178	178	98.89
17	66.91	0	178	178	98.89
18	69.57	1	179	179	99.44

Table 4.13

Sun 28 May 1995 12:00:29 pm FILE: GCPML22

SIZE: 18



Gráfica 4.17

Análisis

LOTE 1

Gráfica de Control (\bar{X} -R)

Como se puede observar en la gráfica de control del lote número 1, solamente tenemos un punto fuera de los límites de control, esto se puede deber a un error en la medición, o bien, un dato fue tomado cuando el proceso todavía no se encontraba estabilizado.

Histograma

Observamos que nuestro valor nominal (37.5) se encuentra a la izquierda de todos nuestros datos, por lo que debemos tratar de controlar el proceso entre los límites de especificaciones requeridos para el producto.

Gráfica de la Habilidad del Proceso

Encontramos que el 48% de los datos se encuentra por arriba de el límite de especificación superior, y una cantidad despreciable por debajo del límite de especificación inferior.

La capacidad real de calidad del proceso es de 0.63 y el índice de la capacidad potencial del proceso de 0.02, lo que nos indica que debemos actuar urgentemente sobre el proceso, a fin de evitar que surjan problemas mayores

Se realizaron sugerencias al personal de la planta, con el fin de que se disminuyera la concentración de sólidos en el premezclador, para que se controlara esta variable dentro de los límites de especificaciones que tiene la empresa.

LOTE 2

Gráfica de Control (\bar{X} -R)

Como se puede observar en la gráfica de control del lote número 2, solamente tenemos un punto fuera de los límites de control, esto se puede deber a un error en la medición, o bien, un dato fue tomado cuando el proceso todavía no se encontraba estabilizado.

Histograma

Observamos que nuestro valor nominal (37.5) se encuentra cercano al promedio de nuestros datos lo que indica que en este lote, la mayoría de los datos cumplen con los límites de especificación establecidos por la compañía para el proceso

Gráfica de la Habilidad del Proceso

Encontramos que el 9% de los datos se encuentra por arriba de el límite de especificación superior, y el 3% de los mismos por debajo del límite de especificación inferior, lo que arroja un porcentaje total del 12% de los datos fuera de los límites de especificaciones.

La capacidad real de calidad del proceso es de 0.54 y el índice de la capacidad potencial del proceso de 0.44, lo que nos indica que el proceso es susceptible de mejorarse.

5 PROPUESTA DE SOLUCION AL PROBLEMA ESPECIFICO

5.1 Determinación de los límites de especificación

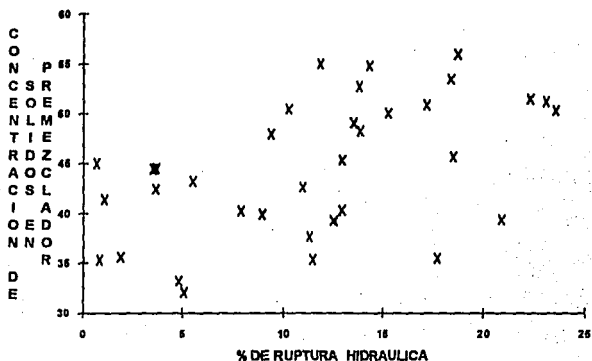
Para un proceso de fabricación normal, se requiere que sea lo más consistente posible, que no presente porcentajes de defectos arriba y abajo de especificaciones, es decir comportamientos anormales

Tomando como base, el estudio realizado en el lote 2, en donde los límites de control entran dentro de los límites de especificaciones.

Analizando el diagrama de dispersión entre ruptura hidráulica y la concentración de sólidos en el premezclador y haciendo la comparación entre los dos lotes analizados (Primer lote primeros 17 puntos graficados, segundo lote últimos 18 puntos analizados), el resultado que tenemos, es que en el primer lote de producción, tenemos un porcentaje de ruptura hidráulica promedio de 13.46%, mientras que en el segundo lote de producción el porcentaje promedio de ruptura hidráulica es de 9.655%, que es lo que se esperaba al proponer controlar la concentración de sólidos dentro de los límites de especificación.

Utilizando la regresión lineal, podemos encontrar la ecuación de la recta que nos representa la correlación entre la ruptura hidráulica y la concentración de sólidos en el premezclador, y podremos calcular nuevos límites de especificaciones que permitan ir reduciendo nuestros rechazos.

DIAGRAMA DE DISPERSION



La ecuación de la recta es:

$$y = 0.5189 x + 38.57986$$

donde: y = Concentración de sólidos en el premezclador.

x = Porcentaje de ruptura hidráulica.

El límite de especificación inferior, con un porcentaje ideal de ruptura hidráulica de 0%, es:

Límite de especificación inferior = 38.57986

para un porcentaje del 10% de ruptura hidráulica permitido por la empresa, los límites de especificación, según la ecuación anterior es:

Límite de especificación superior = 43.76886

Los límites de especificación calculados a partir de la ecuación de la recta difieren por mucho, a los establecidos por la empresa, teóricamente, si controlamos la concentración de sólidos en el premezclador dentro de estos límites, tendremos, un nivel máximo de 10% de rechazos por ruptura hidráulica en nuestra producción.

La diferencia existente entre los límites de especificación actuales, y los propuestos en este estudio, sería muy difícil de salvar en un primer paso, por lo que se propone que esta modificación a los límites de especificaciones se realice gradualmente hasta llegar a los límites propuestos.

Corresponde al departamento de ingeniería, realizar las mejoras en equipo, con el fin de que esta reducción en la concentración de sólidos en el premezclador, se lleve a cabo, además de que el departamento de calidad de la compañía debe darle seguimiento al presente estudio e irlo mejorando día con día con el objetivo final de que el proceso sea potencial y realmente hábil

6.-CONCLUSIONES

En el presente estudio, el objetivo fundamental fue el de establecer una metodología, mediante técnicas estadísticas, que nos permitiera una mejor toma de decisiones con el fin de controlar la calidad del producto terminado.

En la empresa Mexalit Industrial, cuando se comenzó a realizar esta tesis, el control de calidad, era un sistema tradicional, el cual, no contemplaba muchas de las técnicas estadísticas modernas, por lo que se pretendió con este trabajo, preparar el terreno para que se puedan alcanzar los objetivos de calidad que se ha fijado la empresa, por medio de un control de calidad sistemático, utilizando herramientas estadísticas específicas, es decir, aplicando el control estadístico del proceso adecuadamente.

En el primer lote analizado, la variable concentración de sólidos en el premezclador, se encontraba fuera de los límites de especificaciones que tiene la empresa actualmente, por lo cual se sugirió que se controlara esta variable para que cumpliera con las especificaciones.

En el segundo lote de producción analizado, la misma variable, se controló dentro de los límites de especificaciones que tiene Mexalit, con lo cual se redujo notablemente la ruptura hidráulica por esta causa.

A pesar de que en el segundo lote de fabricación se redujo la ruptura hidráulica, el estudio demostró que el rango de los límites que se tienen en la empresa es muy amplio, y que se debe reducir a unos nuevos límites de especificación. Esta reducción, consideramos que sería difícil de implementar en un primer paso, por lo que se sugiere que se lleve a cabo en una forma paulatina.

Se hace hincapié en que la variable analizada, no es la única que incide directamente sobre la ruptura hidráulica, pero sí una de las que consideramos más importantes, por lo que se sugiere que se trabaje con las demás variables, a fin de controlar más el proceso.

En cuanto a la habilidad del proceso, el análisis muestra un resultado desfavorable para la empresa, e indica que el proceso no es hábil, y que se tiene que actuar inmediatamente sobre el equipo y proceso, con el fin de mejorarlo.

Es necesario continuar con la capacitación que se brinda al personal de todas las áreas, para el mejor desempeño de su trabajo.

Corresponde a la dirección general de Mexalit Industrial, realizar un estudio de factibilidad para la compra de equipos de control, que permitan un monitoreo eficiente de las variables del proceso, para alcanzar niveles mínimos de rechazos por calidad, además se requiere la colaboración de todos los departamentos de la planta para alcanzar las metas establecidas en el menor tiempo posible y al más bajo costo, quedando como propuesta la implementación de círculos de calidad que permitan lograrlo.

APENDICE A

DIAGRAMAS DE DISPERSION.

Coefficiente de Correlación:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}} \quad 0 < |r| < 1$$

donde:

$$S_{xx} = \sum x^2 - \frac{1}{n}(\sum x)^2,$$

$$S_{yy} = \sum y^2 - \frac{1}{n}(\sum y)^2,$$

$$S_{xy} = \sum xy - \frac{1}{n}(\sum x)(\sum y).$$

Coefficiente de Determinación:

$$C.D = r^2$$

Error Estandar:

$$s_e^2 = \frac{S_{yy} - \frac{(S_{xy})^2}{S_{xx}}}{n-2}$$

Mínimos Cuadrados:

$$\hat{y} = a + bx$$

donde:

$$b = \frac{S_{xy}}{S_{xx}},$$

$$a = \frac{\sum y - b(\sum x)}{n}$$

GRAFICAS DE CONTROL.

Media:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Rango:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Varianza:

$$= \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}$$

Desviación Estandar:

$$s = \sqrt{\bar{V}}$$

Límite Superior de Control de la Media:

$$LSC_x = \bar{X} + E_2 \bar{R}$$

Límite Inferior de Control de la Media:

$$LIC_x = \bar{X} - E_2 \bar{R}$$

Límite Superior de Control del Rango:

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

Límite Inferior de Control del Rango:

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

Para los valores de E_2 , D_3 y D_4 véase tabla 1.

CAPACIDAD DEL PROCESO.

Capacidad Potencial del Proceso:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6S}$$

LSE: Límite Superior Especificado

LIE: Límite Inferior Especificado

Capacidad Real del Proceso:

$$C_{pk} = \frac{Z_{min}}{3}$$

donde Z_{min} es la menor de las siguiente fórmulas:

$$Z = \frac{LSE - \bar{X}}{S} ; Z = \frac{\bar{X} - LIE}{S}$$

o

$$C_{pk} = C_p(1 - k)$$

donde k : Índice de Localización

$$k = \frac{2D}{LSE - LIE}$$

donde D : Diferencia Absoluta

$$D = |M - \bar{X}|$$

donde M : Punto medio

$$M = \frac{LSE + LIE}{2}$$

Fracción fuera de Especificación Superior (P_z) e Inferior (P_z): Se obtiene de la tabla del "Área de la Curva Normal", para un valor dado de Z . Véase tabla 2.

Tabla de Factores para el cálculo de los Límites de Control

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D ₁	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
D ₃	*	*	*	*	*	0.08	0.14	0.18	0.22
E ₂	2.66	1.77	1.46	1.29	1.18	1.11	1.05	1.01	0.98

Tabla 1

Tabla del Area Bajo la curva Normal.

z	x.x0	x.x1	x.x2	x.x3	x.x4	x.x5	x.x6	x.x7	x.x8	x.x9
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

Tabla 2

7.-BIBLIOGRAFIA

- **Calidad, el Secreto de la Productividad**

Ing. Felipe de J. Arrona Hernández

Ed Técnica S.A.

- **Control Estadístico del Proceso**

Ing. Carlos León Franco

Centro de Productividad ESIME Azcapotzalco

- **Control Continuo del Proceso y Mejoras a la Habilidad del Proceso (Guía para el uso de gráficas de control para mejorar la calida y la productividad).**

Ford Motor Company S.A. de C.V.

- **Círculos de Calidad**

Ing. Carlos León Franco

ESIME Azcapotzalco

- **Manual de Políticas de Aseguramiento de la Calidad de los Proveedores del Sector Agua.**

IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua)

- **Norma Oficial Mexicana C-12-2/2-1982**

"Asbesto-Cemento-Tubos para Líneas de Distribución a Presión para Abastecimiento de Agua Potable-Especificaciones".

Dirección General de Normas

- **Procedimiento . Proceso de Fabricación de Tubos**

Mexalit, División Metropolitana.

- **Instructivo. Prueba Hidrostática de la Tubería de Presión de Asbesto-Cemento**

Mexalit, División Metropolitana

- **Instructivo. Inspección de Tubería**

Mexalit División Metropolitana

- **Norma Oficial Mexicana (de la CC-1 a la CC-8)**

Asociación Mexicana de Calidad

Comité Consultivo Nacional de Sistemas de Calidad