

50521
74



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS
ANALITICOS QUE EMITE UN LABORATORIO DE PRUEBAS
EN EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

T E S I S

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

CESAR SAUL VELASCO HERNANDEZ

ASESOR: I.Q.I. DORA LUZ VELAZQUEZ HUIDOBRO

U N A M
F E S
Z A R A G O Z A



LO NUMERO EJE
DE NUESTRA REFLEXION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

NOVIEMBRE DEL 2002

1



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Doy gracias a Dios nuestro señor, por permitirme concluir este sueño tan largamente acariciado, momento culminante de mi vida y la de todos mis seres queridos.

A mis padres:

Profra. L. Araceli Hernández Pérez de Lara y Profr. Saúl A. Velasco Abarca mi infinito aprecio y agradecimiento por toda una vida de esfuerzos y sacrificios, brindándome siempre cariño y apoyo cuando más lo necesité.

A mi hermana:

C.P. Jessica A. Velasco Hernández con quien he recorrido paso a paso, el difícil camino de la vida, recibiendo en todo momento su comprensión, apoyo y estímulo verdadero para la culminación de esta meta.

A mis abuelitos:

Mi gratitud eterna por prodigarme sus cuidados y darme la oportunidad de verme reflejado en su ejemplo de constancia y perseverancia para obtener las cosas largamente anheladas.

Al Instituto Mexicano del Petróleo por haberme brindado la oportunidad de acrecentar mi caudal de conocimientos y apoyarme moral y materialmente en la consecución de esta meta.

A mi asesora I.Q.I. Dora Luz Velázquez Huidobro quien me guió y apoyo con responsabilidad, compromiso y profesionalismo en cada una de las tareas que tuve que afrontar para la concreción de este trabajo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A mis queridos y estimados maestros, expreso mi sincera gratitud por sus sabias enseñanzas y por contribuir determinadamente en mi formación profesional.

A mis amigos:

De quienes siempre he recibido apoyo y consejos útiles para superar todas las dificultades presentes.

A la F.E.S. Zaragoza recinto académico que me brindó la oportunidad de realizar mis estudios y acceder con todo orgullo al grupo de profesionistas privilegiados que egresan de sus aulas.

Con respeto y admiración a los honorables miembros del jurado por brindarme su invaluable asesoría y experiencia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/078/02

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: VELASCO HERNANDEZ CESAR SAUL

P r e s e n t e.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

	Presidente:	M. en C. María José Marques Dos Santos	
	Vocal:	I.Q.I. Dora Luz Velásquez Huidobro	
	Secretario:	M. en C. Andrés Aquino Canchola	
	Suplente:	I.Q. Martha Flores Becerril	
	Suplente:	I.I.Q. Alejandro Rubio Martínez	

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A t e n t a m e n t e

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

México, D. F., 4 de Octubre de 2002

EL JEFE DE LA CARRERA

M. en C. ANDRES AQUINO CANCHOLA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

4

CONTENIDO

Resumen

Introducción

1.0 Generalidades	1
1.1 Conceptos Generales	1
1.1.1 Definición de Calidad.....	1
1.1.2 Cómo se puede conseguir la satisfacción del cliente.....	3
1.1.3 Por qué es tan importante la satisfacción del cliente.....	3
1.2 Sistema de Calidad	3
1.2.1 Qué alcance tiene un sistema de calidad.....	4
1.3 Enfoques de Calidad	5
1.3.1 Enfoque Global.....	6
1.3.2 Enfoque Práctico.....	8
1.3.3 Enfoque Táctico.....	9
2.0 Sistemas de Aseguramiento de la Calidad	10
2.1 Modelos para el Aseguramiento de la Calidad	13
2.2 Normalización	13
2.2.1 Definición.....	13
2.2.2 Qué es una Norma.....	13
2.2.3 Qué se pretende con la Normalización.....	13
2.2.4 Quién hace las Normas.....	14
2.3 Qué es ISO	14
2.3.1 Origen de las Normas ISO-9000.....	14
2.3.2 Quién elabora estas Normas.....	15
2.3.3 De qué tratan.....	15
2.3.4 Quién las utiliza y quién las está utilizando.....	16
2.3.5 Cuáles son los documentos que forman la serie ISO 9000.....	16
2.3.6 Ventajas de ISO 9000.....	17
2.3.7 Ventajas de tener una sola Norma.....	17
2.4 Certificación	17
2.4.1 Qué se certifica.....	18
2.4.2 Beneficios de la certificación.....	18
2.4.3 Quién certifica.....	18

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

2.4.4 Organismos de Certificación Acreditados de Sistemas de Calidad y de Gestión Ambiental en México.....	19
2.4.5 Durante cuánto tiempo es válida la certificación.....	20
2.5 Auditorías.....	20
2.5.1 Objetivos de una auditoría.....	20
2.5.2 Tipos de Auditoría.....	20
2.5.3 Definición de Auditoría Interna.....	20
2.5.4 Objetivos de las Auditorías Internas.....	21
2.5.5 Beneficios del establecimiento de Auditorías Internas de Calidad.....	21
2.5.6 Seguimiento de una Auditoría Interna de Calidad.....	22
2.5.7 Auditoría Externa.....	22
2.6 Procedimientos de Aseguramiento de la Calidad.....	23
2.7 Ciclo de calidad de un laboratorio de pruebas.....	24
2.7.1 Definición de laboratorio de prueba.....	24
3.0 Planteamiento del problema.....	25
3.1 Objetivos.....	27
4.0 Parte experimental.....	28
4.1 Etapas para el programa de Aseguramiento de Calidad.....	28
4.1.1 Etapa 1: Selección de los laboratorios y de las muestras que funcionaron como muestras control.....	28
4.1.2 Etapa 2: Establecimiento del mecanismo de envío de muestras control.....	30
4.1.3 Etapa 3: Registros.....	31
4.1.4 Etapa 4: Tratamiento estadístico.....	35
4.2 Gráficas de Control.....	35
4.2.1 Definición y usos.....	35
4.2.2 Clasificación.....	36
4.2.3 Construcción de una gráfica de control X - R.....	36

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

4.3 Gráficas de control de medidas individuales.....	39
4.3.1 Procedimiento.....	40
4.3.2 Interpretación.....	41
5.0 Resultados y Análisis de Resultados.....	44
5.1 Resultados del programa de Aseguramiento de Calidad.....	44
5.1.1 Resultados de Molibdeno en Acero.....	46
5.1.2 Resultados de Silicio en Acero.....	49
5.1.3 Resultados de Manganeso en Acero.....	52
5.1.4 Resultados de Viscosidad cinemática en aceite.....	55
5.1.5 Resultados de Temperatura de inflamación en diesel.....	58
5.2 Resumen de los resultados obtenidos.....	61
Conclusiones.....	62
Anexos	
Anexo A Índice del Manual de Calidad de la Gerencia de Laboratorio Central del Instituto Mexicano del Petróleo.....	65
Anexo B Procedimiento para elaborar Gráficas de Control de determinaciones Individuales.....	72
Anexo C Procedimiento para control de producto no conforme.....	78
Anexo D Procedimiento para la aplicación de Técnicas Estadísticas en el control de Proceso.....	85
Bibliografía.....	91

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

En México, el aseguramiento de calidad de los resultados que emiten los laboratorios de pruebas es poco común, dado que no se considera necesario, porque se tiene la idea de que si el laboratorio tiene un sistema de calidad implantado, éste garantiza que los resultados son confiables, esto en parte es cierto, si el Sistema de Calidad es eficaz y recibe mantenimiento continuo; sin embargo, para tener evidencia de esto, se tendría que evaluar la calidad de los resultados de un laboratorio de pruebas, ya que de esta forma permitiría determinar si los resultados son confiables, además de servir como herramienta para medir el desempeño del laboratorio y la efectividad del sistema de calidad implantado.

La evaluación de los resultados que emite un laboratorio, es importante dado que sirven para tomar decisiones de repercusión social, económica y legal. La calidad de un resultado al igual que la de un producto no se adquiere en una sola etapa, sino que se logra a lo largo del proceso analítico, formado por el equipo, analistas, reactivos, métodos de prueba, condiciones ambientales, etc.

En este trabajo se propone una metodología para establecer gráficas de control, como herramienta de evaluación de la calidad de los resultados. Esto se lleva a cabo a través del envío y análisis de muestras control, doble ciegas, duplicados etc.

Para que una empresa establezca el programa de muestras control debe considerar, la estabilidad, homogeneidad y tiempo de análisis, así como el volumen del trabajo del laboratorio para analizar las muestras y la importancia del resultado para el cliente.

De los experimentos realizados en los diferentes laboratorios se observó que los resultados obtenidos de los elementos de ensayo control se analizaron estadísticamente usando como herramienta las gráficas de control de medidas individuales para evaluar la estabilidad del sistema analítico y determinar la presencia de causas asignables. También se realizó el análisis de varianza para determinar si había diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de una misma muestra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

La calidad hoy en día, se proyecta como factor de primer orden para lograr mayor eficiencia y brindar productos y servicios competitivos en cualquier actividad empresarial y en todo tipo de organización.

Asimismo, la Calidad es una estrategia que busca garantizar el crecimiento, la rentabilidad, la confianza y la supervivencia de las organizaciones, mediante el aseguramiento permanente de la satisfacción de los clientes, tanto internos como externos. Estas acciones deben ser demostrables, para proporcionar la confianza adecuada de que la organización cumple plenamente con los requisitos, cubriendo así las necesidades de los clientes.

El enfoque tradicional sobre calidad establecía un sistema estático, relativo al cumplimiento de los límites de calidad aceptables, cayendo toda la responsabilidad en el Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

El enfoque actual de la calidad implica la participación de todo el personal de la empresa y pone énfasis en la satisfacción del cliente, lo cual permite un sistema multidimensional y dinámico que involucra a un proveedor con calidad asegurada, una empresa con su proceso de Gestión de Calidad y un cliente satisfecho.¹

La calidad es el conjunto de propiedades y características de un producto o servicio, que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas.²

El concepto moderno de calidad no se limita a la ejecución técnica de productos o servicios, sino también al conjunto de las actividades de las instituciones o empresas. La calidad se ha convertido en una política de empresa y representa uno de los factores estratégicos de éxito en la actualidad. Esta forma de proceder se denomina **Aseguramiento de la Calidad**.

Las empresas invariablemente deben seguir un modelo o un sistema que les permita asegurar la calidad de sus líneas de negocio, ese Aseguramiento de Calidad se concibe como el conjunto de actividades planificadas sistemáticas que cumplen con la política de calidad, objetivos, responsabilidades y la implantación eficaz y eficiente de éstos, a través de un sistema que permite el control y el mejoramiento continuo de la calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

¹ González Hernández A. Administración de la Calidad Total a Nivel Gerencial. Curso Internacional de Especialización en Control de Calidad. Instituto Mexicano de Control de Calidad. Ciudad México: Oct. 1994:16).

² ISO 8402 Calidad. Vocabulario

1.0 GENERALIDADES

Poco a poco el término CALIDAD se ha introducido en el mundo de las empresas, tanto industrial como de servicios. Pero son muchas las empresas que no conocen o confunden el significado de este concepto.

- Unos lo confunden con un producto de unas cualidades inmejorables. Sin embargo la CALIDAD va más allá de las características de un producto o servicio.
- Otros la asocian con una acumulación de papeles que no sirven sino para burocratizar el trabajo, y el desarrollo de las actividades. La CALIDAD, o en este caso el SISTEMA DE CALIDAD en una organización, es algo más que una serie de documentos y papeles para rellenar.
- Y muchos otros identifican la CALIDAD con CONTROL DE CALIDAD, siendo este último sólo una parte que constituyen un SISTEMA DE CALIDAD.¹

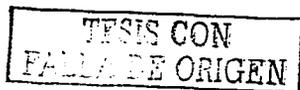
1.1 CONCEPTOS GENERALES

1.1.1 Definición de Calidad

La calidad es un concepto que va a la vanguardia con el desarrollo de un país, es común ver anuncios y escuchar de los malos servicios o productos, en la actualidad, no sólo se refiere a las actividades de las fabricas, sino que ha incursionado en otros sectores de la actividad humana. Hoy en día se ha implantado en empresas de servicios, empresas públicas incluso en escuelas u oficinas de gobierno.

Actualmente, se rompe el paradigma de que sólo sea aplicable a los procesos repetitivos que hay que estandarizar, esto debido a la interpretación de algunos de los autores que sólo tratan a la calidad de una manera general, es decir, no sólo la relacionan con la manufactura sino con la actividad humana.

¹ Información tomada de la dirección electrónica www.usuarios.intercom.es/calidad/calidad/peqintro.htm



El concepto de calidad surge del Latín *Qualitatem*, cuyo significado es el atributo o propiedad que distingue a las personas, a bienes y servicios. Implicando un nivel de excelencia.²

Relacionado con esto podemos decir que:

“La calidad es un conjunto de conceptos asociados con la actividad humana, porque facilita las relaciones interpersonales en cualquier tipo de organización y entiende los procesos que transforman el medio ambiente del ser humano”.

“La calidad es responsabilidad de los directivos y de todos los empleados de una organización, desde el más alto hasta el más bajo nivel”³ o “Calidad es cumplir con los requisitos”.

La Calidad puede definirse como el conjunto de características de una entidad, que le confieren la aptitud para satisfacer las *necesidades establecidas y las implícitas*,^{4,5}.

El concepto de entidad se extiende tanto a procesos, productos y servicios, una organización, o combinación de ellos.

¿Qué son las necesidades establecidas y las implícitas?

Las necesidades establecidas son las que están especificadas, ya sea por un reglamento (necesidades para un proceso, producto, o servicio), por un cliente (características para un producto o servicio), etc.

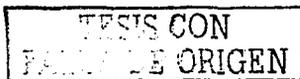
Las necesidades implícitas son las que no están especificadas, pero que conviene identificar y definir.

² Información tomada del Seminario de Investigación III en la UAM Iztacalco (2001): ISO 9000 Aplicado a la calidad en la Educación

³ Definición de Philip B. Crosby. “Administración de la Calidad Total” Edmundo Guajardo Garza, 1994, España.

⁴ ISO 8402 (Vocabulario)

⁵ Información tomada de la dirección electrónica www.simiconsultora.com.ar/calidad.asp



Uno de los objetivos (no el único) que busca la Calidad es la **satisfacción plena del cliente** (Definiendo la **Satisfacción del Cliente** como la "percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos")⁶.

1.1.2 Cómo se puede conseguir la satisfacción del cliente

- **Con buenas cualidades**, como buen funcionamiento, fiabilidad, durabilidad, facilidad de uso, estética, personalización, servicio a tiempo, seguridad, cortesía.
- **Sin defectos** a la entrega, durante el uso, en los procesos administrativos y en la facturación.

1.1.3 Por qué es tan importante la satisfacción del cliente

- Porque el 96% de los clientes insatisfechos nunca protestan, por tanto no podemos saber su insatisfacción.
- Por cada uno que protesta puede haber 26 con problemas, y probablemente 6 de ellos graves.
- El 90% de los clientes insatisfechos no volverán a confiar en el proveedor.
- Sólo el 80% de los satisfechos vuelve a comprar.
- Los clientes insatisfechos lo comentan con una gran cantidad de personas, algunos de ellos posibles clientes potenciales.
- Sin embargo el cliente satisfecho raramente lo comenta.

¿Cómo se puede llegar a la Calidad?

Implantando un Sistema de Calidad

1.2 SISTEMA DE CALIDAD

Un Sistema de Calidad *identifica, documenta, coordina difunde, y mantiene las actividades* necesarias para que los productos/servicios cumplan con los *requisitos de calidad* establecidos, sin tener en cuenta *dónde* estas actividades se producen.

Un Sistema de Calidad pone requisitos a las actividades y procesos que se realizan en la empresa, y documenta cómo se realizan estas actividades.

⁶ Información tomada del Taller: "Análisis e Interpretación de la Norma ISO - 9001

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

No todas las empresas tienen su Sistema de Calidad más o menos eficaz, sino sólo tienen una forma de llevar a cabo sus actividades.

El objetivo de un Sistema de Calidad es satisfacer las necesidades internas y externas de la gestión de la organización. Por tanto va más allá de satisfacer los requisitos que pone el cliente.

1.2.1 Qué alcance tiene un sistema de calidad

El sistema de calidad debe abarcar todas las actividades que se realizan en las empresas que puedan afectar (directa o indirectamente) a la calidad del producto/servicio que suministra.

Estas actividades abarcan desde las actividades de compra, control del diseño, control de la documentación del producto en proceso terminado, realización de ofertas, identificación de los productos, control de los procesos, inspección de los productos, hasta el tratamiento de productos no conformes, almacenamiento, formación del personal, etc.

Un Sistema de Calidad ayuda a disminuir problemas en la ejecución de estas actividades, ya que la filtración de errores a través de las actividades de la empresa puede ocasionar importantes pérdidas. El costo de corregir un error entre proveedor y cliente antes de firmar el contrato, es mucho menor que si el error se detecta en la entrega al cliente del producto/servicio terminado. El espíritu de los Sistemas de Calidad es que mediante acciones preventivas y correctivas prevenir errores para evitar estas filtraciones y pérdidas económicas.

Pero ¿con base en qué se puede implantar una Sistemática de Calidad?

Para la implantación de estas sistemáticas se pueden seguir distintos Enfoques de Calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3 ENFOQUES DE CALIDAD^{7,8}

Una vez que una empresa se decide a implantar un Sistema de Calidad, puede seguir distintos caminos para conseguirlo. El camino elegido será normalmente función de los siguientes factores:

- Tamaño de la empresa.
- Disponibilidad de recursos (entre ellos el tiempo).
- Motivo por el que necesita un Sistema de Calidad.

Tres posibles enfoques para la implantación de un Sistema de Calidad son los siguientes:

1.- ENFOQUE GLOBAL

2.- ENFOQUE PRÁCTICO

3.- ENFOQUE TÁCTICO

⁷ Información tomada de la dirección electrónica www.simiconsultora.com.ar/calidad.asp

⁸ Información tomada de la dirección electrónica www.usuarios.intercom.es/calidad/calidad/peqintro.htm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3.1 ENFOQUE GLOBAL

Orientado para las medianas/grandes corporaciones, con un plazo de implantación largo (entre 3 y 5 años). Su objetivo es conseguir el liderazgo.

Está orientado a conseguir la satisfacción del cliente mediante la *mejora continua*. Los tres puntos fundamentales para conseguir esto son:

- Liderazgo de la dirección en la implantación del sistema.
- Participación de todo el personal de la organización.
- Formación continua.

Son puntos importantes los siguientes:

1. Entender las necesidades y requerimientos del mercado

¿Cómo se puede conseguir esto?

- Mediante encuestas
- Identificando los valores clave del éxito, como pueden ser:
 - Valor del producto para el cliente
 - Cumplir con los compromisos
 - Fabricar productos sin defectos
 - Cumplir los plazos
 - Dar un servicio de apoyo al cliente
- Analizando la competencia

2. Identificar y analizar los procesos

- Identificando y determinando sus límites e interfaces con otros procesos
- Designado sus responsables
- Analizando y mejorando estos procesos

3. Establecer mediciones y objetivos

- De la satisfacción de clientes
- De la calidad y el rendimiento de los procesos
- De la calidad de los proveedores y servicios
- Del cumplimiento de objetivos y compromisos, etc.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4. Eliminar defectos

5. Reducir los ciclos

- Identificando los puntos críticos en los procesos
- Estableciendo métodos y herramientas (Técnicas estadísticas, etc.)

Para la implantación de un Sistema de Calidad bajo este enfoque, existen *modelos* en los que puede basarse la implantación. Los más conocidos son:

- Modelo Deming, o modelo japonés
- Modelo de la EFQM (*European Foundation for Quality Management*), o modelo europeo
- Modelo de Malcom Baldrige, o modelo americano.



TESIS CON
FALLA EN EL ORIGEN

1.3.2 ENFOQUE PRÁCTICO

Puede ser adoptado por cualquier tipo de empresa o industria, y cuyo objetivo es *mejorar en el corto plazo.*

Una forma de operar en estos casos es:

1. Identificando y cuantificando los defectos
2. Analizando las causas que los producen
3. Estudiando las acciones a tomar para eliminarlos

Existen distintas herramientas para la realización de estas actividades, como son las Metodologías de Evaluación y Mejora de Procesos, la Detección de Problemas, etc.



TESIS CON
FABRICA DE ORIGEN

1.3.3 ENFOQUE TÁCTICO

Orientado a cualquier tipo de empresa. Su objetivo es el **Aseguramiento de la Calidad** como estrategia táctica de la empresa. Este tipo de implantación de Sistemas de Calidad suele tener como fin la certificación ISO 9000 del Sistema de Calidad por un organismo certificador externo acreditado para ello. El periodo de documentación e implantación puede ser de 1 a 2 años.

Esta implantación se hace en base a un modelo. Los más utilizados son los modelos para el Aseguramiento de la Calidad definidos en las normas ISO 9000.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.0 SISTEMAS DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

En el complejo entorno empresarial actual, un elemento clave para la competitividad de la empresa son los Sistemas de Aseguramiento de Calidad.

El Aseguramiento de la Calidad *consiste en tener y seguir un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implantadas dentro del Sistema de Calidad de la empresa.* Estas acciones deben ser *demonstrables* para proporcionar la *confianza* adecuada (tanto a la propia empresa como a los clientes) de que un producto o servicio cumplirá con los requisitos de la calidad.¹

Un Sistema de Aseguramiento de Calidad *es la aplicación de una normativa en los distintos procesos y funciones a desarrollar en la organización empresarial, con la finalidad de conseguir las mejoras necesarias que llevan a la excelencia.*

Se dice Sistemas de Aseguramiento de Calidad debido a que trata de¹:

1. Detectar problemas en el origen, evitando la multiplicidad de errores futuros.
2. Permite a largo plazo reducir los costos de ineficiencia o de errores cometidos.

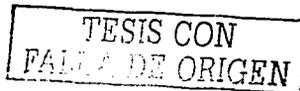
Los beneficios de un sistema de aseguramiento de calidad son múltiples aunque podrían ser agrupados en tres bloques²:

1. Mejoras a la Organización Interna y Procesos:

Los sistemas de aseguramiento de calidad, se han constituido como uno de los factores básicos para la mejora de la organización y competitividad de las empresas, con el consecuente incremento de beneficios que esto implica.

¹ Información tomada de la dirección electrónica www.calidad.com.ar

² Información tomada de la Tesis Dejanira Juárez Hernández, UNITEC "Normas ISO 9000", 2000



El Aseguramiento de la Calidad, es sinónimo de beneficios asociados al incremento de la productividad, a la reducción de costos, así como a disminución de tiempos de operaciones. En el ámbito interno, se consigue una estructura de trabajo bien definida, donde se fomenta y desarrolla la autodisciplina.

2. Mejoras en el área Comercial e Imagen:

Un certificado de calidad, es una inmejorable tarjeta de presentación de la empresa para clientes actuales y potenciales.

Los certificados de calidad, aportan mejoras significativas en la imagen comercial de la compañía, con lo que se obtienen mayores ventajas y el acceso a mercados en los que se necesita un certificado de calidad.

3. Adecuación a la Tendencia Mundial:

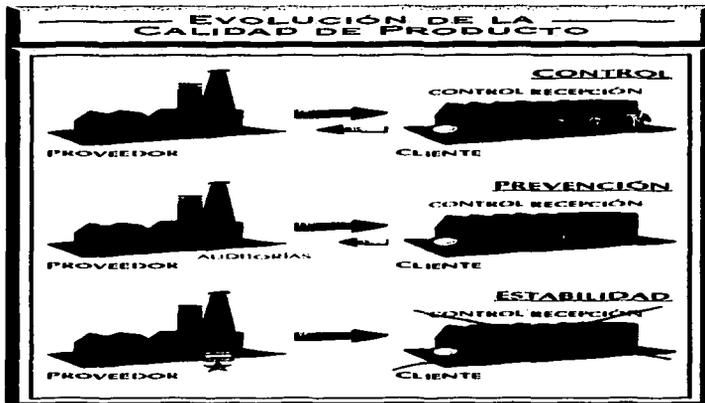
Las normas de calidad ISO 9000, son una normativa internacional que actualmente están incorporando en sus organizaciones la mayoría de las empresas.

Esta norma incita a todas las empresas que se certifican, a que exijan a sus proveedores su certificado para poder controlar la calidad de sus productos. Por ello, es necesario para todas las empresas obtener el certificado de calidad antes de que alguno de los clientes importantes decida cambiar de proveedor.

Un modelo para un Sistema de Aseguramiento de la Calidad no pone requisitos a los procesos y actividades que se realizan en la empresa.³

³ Información tomada de la Tesis Dejanira Juárez Hernández, UNITEC "Normas ISO 9000", 2000

Por el hecho de proporcionar confianza, el tratamiento de un cliente a sus proveedores puede ser distinto en función del Sistema de la Calidad del cliente⁴.



El cliente de un proveedor con Sistema de Aseguramiento de la Calidad puede reducir fuertemente el nivel de inspección de los productos que suministra su proveedor; incluso suprimir las auditorías (ya que el proveedor "da confianza"). Por tanto, los clientes también se benefician de tener proveedores que aseguren su Calidad. Un programa efectivo de Aseguramiento de Calidad puede incrementar la productividad y reducir los costos.

⁴ Información tomada de la dirección electrónica www.usuarios.intercom.es/calidad/calidad/sasegur.htm

2.1 MODELOS PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Para implantar un Sistema de Aseguramiento de la Calidad puede utilizarse un *modelo o norma*.⁵

2.2 NORMALIZACIÓN ⁵

2.2.1 Definición.

“La Normalización es una actividad colectiva encaminada a dar soluciones a situaciones repetitivas, que provienen fundamentalmente del campo científico o técnico, y consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas”.

2.2.2 Qué es una Norma. ⁵

Es un documento accesible al público, consensuado entre todas las partes interesadas, que contiene especificaciones técnicas u otros criterios para que se usen como reglas, guías o definiciones de características, para asegurar que materiales, productos, procesos o servicios cumplen los requisitos especificados. Debe estar aprobado por un organismo de normalización y no tiene carácter obligatorio.

Hay normas aplicables a muchos campos, como aceites, alimentos, comunicación, medicina, construcción, electrónica, calidad, etc.

Una norma marca unas pautas para la fabricación de productos, realización de un proceso, desarrollo de un servicio, para proteger la salud y el medio ambiente, prevenir los obstáculos al comercio y facilitar la cooperación tecnológica.

2.2.3 Qué se pretende con la Normalización. ⁵

- Simplificar las tareas, y facilitar la intercambiabilidad.
- Proteger al consumidor. Éste al comprar un producto normalizado tiene la posibilidad de elegir entre varios suministradores (por ejemplo al comprar un repuesto).
- Eliminar barreras a los intercambios.

⁵ Información tomada de la dirección electrónica www.usuarios.intercom.es/calidad/calidad/ssasegur.htm

2.2.4 Quién hace las Normas.

Las normas son desarrolladas por los *organismos de normalización*, ya sea a nivel regional, nacional, internacional, etc. Su función es la preparación y publicación de normas, y la aprobación de normas elaboradas por otros organismos.

2.3 QUÉ ES ISO.⁶

ISO es una abreviación de International Organization for Standardization (ISO), que es la agencia especializada en estandarización. Actualmente abarca los estándares nacionales de 91 países. En los Estados Unidos, la representación se llama The American National Standards Institute (ANSI). ISO comprende alrededor de 180 Comités técnicos. Cada uno es responsable de una o más áreas de especialización que comprende desde asbestos hasta zinc. El propósito de ISO es promover el desarrollo de la estandarización y actividades mundiales relativas a facilitar el comercio internacional de bienes y servicios, así como desarrollar la cooperación intelectual, científica y económica. Los resultados del trabajo técnico de ISO son publicados como estándares internacionales.

2.3.1 Origen de las Normas ISO-9000.^{7,8,9}

Su origen está en las normas británicas BS 5750, de aplicación al campo nuclear; aunque ya existían normas similares de aplicación militar anteriores a esta, como la MOD 05/25 y la AQAP 149.

Las normas de Aseguramiento de Calidad tuvieron su origen en la industria nuclear debido al interés en la seguridad. En 1969 el Instituto Nacional Americano de Normas (ANSI), estableció un comité con el propósito de preparar normas para asegurar el diseño, la construcción, la puesta en marcha y la operación de plantas nucleares.

En 1979 el Instituto de Normas Británicas (British Standard Institution) publica la norma BS-5750 (partes 1,2,3 y 4) sobre Aseguramiento de Calidad,

⁶ Información tomada de la dirección electrónica www.iso.ch

⁷ Información tomada de la dirección electrónica www.iso.ch

⁸ Información tomada de la Tesis Lilliana Astudillo López, Universidad La Salle "Propuesta Metodológica para la implantación de un Sistema de Calidad", 2001

⁹ Información tomada de la Tesis Dejanira Juárez Hernández, UNITEC "Normas ISO 9000", 2000

donde se establece el modelo para instalar un Sistema Administrativo de Aseguramiento de Calidad.

A mediados de la década de los 80's, la Organización Internacional para la Normalización (ISO) forma el Comité Técnico TC-176; éste comité toma como base los modelos establecidos en las normas BS-5750 (Gran Bretaña) y MIL-Q-9859 (Estados Unidos). En 1987 publica la serie 9000.

La palabra ISO no proviene de las siglas de la organización sino que se deriva de la palabra griega "ISOS" que significa igual, busca expresar igualdad y uniformidad en la normalización.

2.3.2 Quién elabora estas Normas.

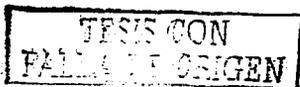
El organismo encargado de la realización de estas normas es ISO (*International Standard Organization*), a través de su Comité técnico TC/176. ISO es una Federación Mundial de Organismos Nacionales de Normalización, creada en 1947, con sede en Ginebra (Suiza).¹⁰

2.3.3 De qué tratan.¹⁰

Tratan sobre los requisitos de los Sistemas de la Calidad, para el Aseguramiento de ésta. Se utilizan como:

- Herramienta de *gestión interna* (evita problemas, fomenta la mejora, etc.); tenemos el *Aseguramiento Interno de la Calidad*, que se define como: "Conjunto de actividades orientadas a proporcionar a la alta dirección de la empresa la confianza de que se está consiguiendo la calidad prevista a un costo adecuado".
- Herramienta de *gestión externa*, en situaciones contractuales con clientes (sirve para proporcionar confianza); por lo que tenemos el *Aseguramiento Externo de la Calidad*, definido como: "Conjunto de actividades orientadas a dar confianza al cliente de que el sistema de aseguramiento de la calidad del suministrador le permite dar un producto o servicio con los requisitos de calidad que él ha pedido".

¹⁰ Información tomada de la dirección electrónica www.iso.ch



2.3.4 Quién las utiliza y quién las está utilizando. ¹¹

Los "clientes" de estas normas son empresas de todo tipo (tanto de productos como de servicios) y tamaño. En función de su actitud al decidirse por ellas se pueden clasificar en tres grupos:

- Los que creen en la filosofía de la calidad y la utilizan como base para ser más competitivos.
- Los que no tienen claro lo que es, pero se deciden a utilizarlas.
- Los que quieren la certificación por exigencias de sus clientes.

2.3.5 Cuáles son los documentos que forman la serie ISO 9000. ¹²

Los siguientes estándares actualmente forman la serie ISO 9000. Cabe señalar que los estándares están en continua revisión, y esta lista en cualquier momento puede sufrir cambios:

ISO 9000-1 Estándares de aseguramiento de calidad y gestión de calidad-Líneas de actuación para selección y uso.

ISO 9000-2 Líneas de actuación para la aplicación de ISO 9001, ISO 9002 e ISO 9003.

ISO 9000-3 Líneas de actuación para la aplicación de ISO 9001 al desarrollo, suministro y mantenimiento del *software*.

ISO 9001 Sistemas de calidad -Modelo para aseguramiento de calidad en diseño/developmento, producción, instalación y servicio post-venta.

ISO 9002 Sistemas de calidad -Modelo para aseguramiento de calidad en producción e instalación.

ISO 9003 Sistemas de calidad -Modelo para aseguramiento de calidad en inspección final y pruebas.

ISO 9004-1 Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad -Líneas de actuación.

ISO 9004-2 Gestión de calidad y elementos del sistema de calidad -Líneas de actuación para servicios.

¹¹ Información tomada de la dirección electrónica www.iso.ch

¹² Información tomada del Taller: "Revisión del Vocabulario y Análisis e Interpretación de la Norma ISO 9001: 1994.

2.3.6 Ventajas de la serie ISO 9000. ¹³

- ✓ Reducción de reprocesos, retrabajos, tiempos improductivos, ineficiencias y costos de no calidad.
- ✓ Fortalece la planeación, control, mejora continua y aseguramiento de la calidad en todos los procesos clave.
- ✓ Desarrolla una cultura de calidad.
- ✓ Mejora la imagen de la empresa ante sus mercados.
- ✓ Herramienta estratégica de competencia.
- ✓ Permite cumplir requisitos contractuales de clientes exigentes y progresistas.
- ✓ Organiza la manera de trabajar cotidianamente.
- ✓ Consolida esfuerzos previos en materia de calidad

2.3.7 Ventajas de tener una sola Norma.

Las ventajas de tener una sola norma o modelo (en este caso los de la serie ISO 9000), proporciona ventajas a una empresa tanto en su posición de suministradora, como en la situación de cliente:

Como suministrador: no tiene que preocuparse por cumplir una norma específica por cada cliente.

Como cliente: reducción de los costes de recepción, al poder reducir el nivel de inspección gracias a la confianza demostrada por su suministrador.

2.4 CERTIFICACIÓN ¹⁴

La certificación es la actividad que consiste en atestiguar que un producto o servicio se ajusta a determinadas normas, con la expedición de un acta o una marca de conformidad, en la que se da fe documental del cumplimiento de todos los requisitos exigidos en dichas normas.

¹³ Información tomada del Taller: "Análisis e Interpretación de la Norma ISO – 9001"

¹⁴ Información tomada de la dirección electrónica www.usuarios.intercom.es/calidad/calidad/sasegur.htm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.4.1 Que se certifica

Se pueden certificar¹⁵:

- productos,
- sistemas de la calidad,
- procesos, o
- servicios.

2.4.2 Beneficios de la certificación.¹⁶

A través de la certificación las empresas:

- Reducen considerablemente sus costos de producción y reparación de errores.
- Dinamizan su funcionamiento, aumentan la motivación y participación del personal y mejoran la gestión de los recursos.
- Incrementan su calidad (incluyendo servicios, plazos de entrega, garantía, etc.).
- Mejoran el nivel de satisfacción de los clientes.

2.4.3 Quién certifica.¹⁵

Los organismos habilitados para certificar el cumplimiento de una norma (en particular las ISO 9000), son los *organismos de certificación*.

El sistema de certificación debe ser objetivo, fiable, aceptado por todas las partes interesadas, eficaz, operativo, y estar administrado de manera imparcial y honesta.

El organismo certificador debe estar acreditado para certificar por una *entidad de acreditación*.

¹⁵ Información tomada de la dirección electrónica www.aimplas.com

¹⁶ Información tomada de la Tesis Dejanira Juárez Hernández, UNITEC "Normas ISO 9000", 2000

2.4.4 ORGANISMOS DE CERTIFICACIÓN ACREDITADOS DE SISTEMAS DE CALIDAD Y DE GESTIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO.¹⁷

1. Asociación Nacional de Normalización y Certificación del Sector Eléctrico A.C. (ANCE).

Av. Puente de Tecamachalco 6 bis, Colonia Lomas de Tecamachalco, Naucalpan, Estado de México.

2. Calidad Mexicana Certificada A.C. "CALMECAC"

José Vasconcelos 83, Colonia San Miguel Chapultepec, México D.F.

3. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación "IMNC"

Manuel María Contreras 133, piso 6, Colonia Cuauhtémoc, México D.F.

4. Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación S.C. "NORMEX"

Alfredo B. Novel 21, Colonia Centro Industrial Puente de Vigas, Tlalnepantla, Estado de México.

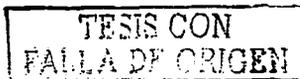
5. Société Générale de Surveillance de México S.A. de C.V. "SGS"

Ingenieros Militares 85 piso 5, Colonia Argentina Poniente, México D.F.

6. International Certification of Quality Systems, S.C. "IQS"

Moras 533 primer piso, Colonia Del Valle, México D.F.

¹⁷ Información tomada de la dirección electrónica www.sundevil.com



2.4.5 Durante cuánto tiempo es válida la certificación. ¹⁸

El acreditamiento certificado por una tercera persona será periódicamente supervisado, para asegurar que el sistema de calidad está siendo mantenido. Muchas certificaciones requieren de auditorías totales después de un tiempo específico (generalmente tres o cuatro años). Si hay falta de mantenimiento del sistema de calidad, la certificación será suspendida o cancelada.

2.5 AUDITORÍAS ¹⁹

Un organismo certificador verifica a una empresa que cumple los requisitos de una norma mediante auditorías.

Una auditoría es un examen sistemático, metódico e independiente que se realiza para determinar si las actividades y los resultados relativos a la calidad satisfacen las disposiciones previamente establecidas, y para comprobar que estas disposiciones se llevan realmente a cabo y que son adecuadas para alcanzar los objetivos previstos.

2.5.1 Objetivos de una auditoría. ¹⁹

- Determinar la conformidad o no conformidad de los elementos del sistema de la calidad con los requisitos especificados.
- Determinar la eficacia del sistema de la calidad implantado para alcanzar los objetivos de la calidad especificados.
- Proporcionar al auditado la oportunidad de mejorar su sistema de calidad.

2.5.2 Tipos de Auditoría. ¹⁹

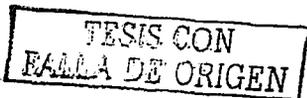
- Auditorías Internas
- Auditorías Externas

2.5.3 Definición de Auditoría Interna. ¹⁹

Revisión sistemática del sistema de calidad para verificar el estado que guarda el laboratorio de pruebas.

¹⁸ Información tomada de la dirección electrónica www.iso.ch

¹⁹ Información tomada del Manual de Calidad implantado en la Gerencia de laboratorios del Instituto Mexicano del Petróleo



2.5.4 Objetivos de las Auditorías Internas.²⁰

- Que todo el personal adquiera experiencia como auditor de calidad
- Que el personal conozca la estructura del sistema de calidad
- Que el personal se familiarice con la política de calidad, los objetivos y adquiera pleno conocimiento de los procedimientos generales que la empresa ha documentado para asegurar la calidad

2.5.5 Beneficios del establecimiento de Auditorías Internas de Calidad.²⁰

- ✓ La documentación del sistema de calidad siempre estará actualizada.
- ✓ Las fallas existentes en los laboratorios, podrán detectarse tomando acciones correctivas inmediatas.
- ✓ Los laboratorios estarán organizados y conocerán la estructura del sistema de calidad, implementado por la empresa.
- ✓ El laboratorio tendrá la evidencia documentada de una mejora continua.
- ✓ Los responsables del laboratorio conocerán antes de una auditoría externa la condición en la que se encuentran.
- ✓ Cada participante como auditor interno, estará comprometido con la calidad.
- ✓ El personal del laboratorio estará preparado para recibir auditorías externas
- ✓ La empresa tendrá amplia experiencia en la preparación de programas de acciones correctivas

²⁰ Información tomada del Manual de Calidad implantado en la Gerencia de laboratorios del Instituto Mexicano del Petróleo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.5.6 Seguimiento de una Auditoría Interna de Calidad.

El responsable del control de calidad, debe revisar y dar seguimiento a cada uno de los puntos contemplados en el programa de acciones correctivas, presentado por el laboratorio auditado, verificando que el laboratorio tenga la acción correctiva realizada. Elaborando un reporte a la alta dirección para informar del seguimiento realizado a la auditoría interna de calidad.

Con este punto queda concluida la auditoría interna de calidad, debiéndose archivar toda la documentación generada por un periodo de 2 a 5 años de acuerdo a la política establecida por la empresa.

2.5.7 Auditoría Externa.

Cuando el Laboratorio ha llevado a cabo todo lo relacionado a las Auditorías Internas, es necesario solicitar una Auditoría Externa para contar con uno o varios testimonios escritos otorgados por terceros y obtener el o los reconocimientos oficiales que reconozcan que el Laboratorio cumple con los requisitos establecidos en las normas de calidad

La auditoría del organismo certificador tiene por objeto conseguir por parte de dicho organismo una marca de conformidad que certifique que la empresa tiene implantado un Sistema de Aseguramiento de la Calidad de acuerdo con un modelo determinado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

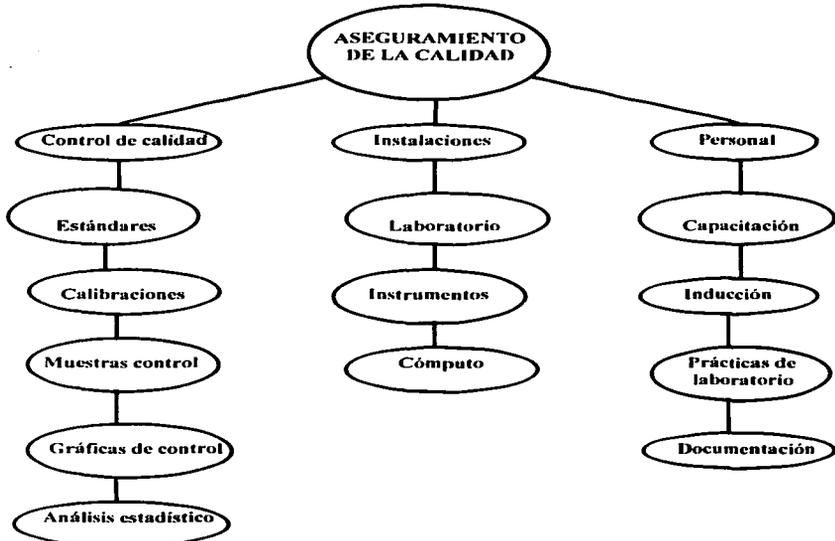
2.6 Procedimientos de Aseguramiento de la Calidad

Los Procedimientos de Aseguramiento de la Calidad son documentos que dan respuesta a apartados concretos de la norma, y que desarrollan las pautas fundamentales que se dan en el Manual de Calidad.

Describen las actividades necesarias para operar el sistema. Definen el método para realizar la actividad específica (cuando, dónde, quién y que), incluyendo los documentos de trabajo que deben ser utilizados. Los procedimientos indican, además de lo anterior, su propósito y alcance. Estos son agrupados en un manual para facilitar su manejo y son actualizados de acuerdo a las políticas establecidas.

NOTA: Cabe señalar que en este trabajo solamente se utilizan algunos procedimientos del total que se señalan implementan en el Manual de Calidad de la Gerencia de Laboratorio del Instituto Mexicano del Petróleo. (Ver Anexos A, B, C y D).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.7 CICLO DE CALIDAD DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS**2.7.1 Definición de Laboratorio de Prueba**

Un Laboratorio de Prueba es aquella instalación que opera en una localidad específicamente determinada y dispone del equipo necesario y personal calificado para efectuar las mediciones, análisis y pruebas, calibraciones o determinaciones de las características o funcionamiento de materiales, productos o equipos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se entiende por *Aseguramiento de Calidad de los Resultados Analíticos* (ACDA) al proceso mediante el cual se demuestra la fiabilidad de un resultado, es decir es la forma por la cual se asegura que lo que se reporta en el informe de pruebas refleja realmente los resultados de las muestras colectadas originalmente.

Los resultados que se emiten en un laboratorio de pruebas son importantes, ya que sirven para tomar decisiones a cerca de la aceptación o rechazo de un producto, y en algunos casos tendrán repercusión social, económica, y legal. En México, el ACDA es poco común dado que no se considera necesario, por que se tiene la idea que si el laboratorio tiene un sistema de calidad implantado en laboratorio se garantiza la confiabilidad de los resultados. Esto en parte es cierto, si el sistema está implantado eficazmente. Sin embargo el tener un sistema de calidad en el laboratorio no asegura necesariamente que los resultados que emite el laboratorio son confiables. Por lo que el laboratorio debe establecer un control de calidad para evaluar la confiabilidad de los resultados y determinar las fuentes que causan los errores en las determinaciones.

La calidad de un resultado al igual que la de un producto no se adquiere en una sola tapa, sino que se logra a lo largo de todo el proceso analítico formado por el equipo, analista, reactivos, métodos de pruebas, condiciones ambientales, etc.

Los laboratorios de prueba tienen un papel importante para el desarrollo de la industria nacional, dado que es aquí donde se realiza el análisis de muestras del cual se derivan resultados y el valor de estos sirve de referencia en proyectos de investigación de nuevos productos, procesos, etc. Así como para evaluar el cumplimiento de los requisitos de calidad de un elemento.

Actualmente en México se tiene la necesidad de alcanzar niveles de calidad estándares, para poder competir comercialmente en el ámbito nacional o internacional, sobre todo con los países con los cuales se tiene tratados comerciales.

Esta situación también incide en el comercio nacional dado que muchos clientes solicitantes de servicio de análisis, piden a los laboratorios de pruebas con mayor frecuencia una calidad certificada. Lo que ocasiona que los laboratorios de prueba se preocupen por establecer un sistema de aseguramiento de calidad, para conseguir la acreditación y/o certificación por algún organismo reconocido. Esto es el caso particular de laboratorios de pruebas que dan servicio a clientes externos, es decir laboratorios que analizan muestras de otras empresas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Teniendo como antecedente que uno de los problemas principales que se tiene en los laboratorios es la poca repetibilidad y reproducibilidad de los resultados, se propone plantear en este trabajo una forma de evaluar la calidad de los resultados que emite un laboratorio de pruebas estableciendo un Programa de Aseguramiento de Calidad de resultados, haciéndolo a través de envío, análisis de muestras control, tratando los resultados de las muestras estadísticamente usando gráficas de control de medidas individuales y así determinar si el proceso estaba bajo control o no. También se realizó el Análisis de Variancia para determinar si había diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de la misma muestra. y la reproducibilidad de los mismos.

El programa de muestras a analizar, se estableció considerando la estabilidad, homogeneidad, tiempo de análisis de muestras, volumen de trabajo del laboratorio y la importancia del resultado para el cliente.

Para lo cual se plantea los siguientes objetivos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.1 OBJETIVOS

- ✓ Evaluar la calidad de los resultados analíticos que emite un laboratorio de pruebas mediante elementos de ensayo control para determinar si son confiables.
- ✓ Establecer parámetros de gráficas de control de medidas individuales como un indicador de si el proceso está operando bajo control y la variación de los resultados.
- ✓ Diseñar un programa de Aseguramiento de calidad con los recursos disponibles en el laboratorio para evaluar el desempeño del sistema analítico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.0 PARTE EXPERIMENTAL

Para evaluar la calidad de los resultados analíticos se estableció un programa de Aseguramiento de Calidad de los Resultados, el cual consistió en cuatro etapas.

4.1 ETAPAS PARA EL PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

4.1.1 Etapa 1: Selección de los laboratorios y de las muestras que funcionaron como muestras control.

En esta etapa se seleccionaron los laboratorios que participaron en el envío de muestras de verificación, considerando factores tales como:

- Cantidad de trabajo del laboratorio
- Disponibilidad del laboratorio en cuanto a volumen de trabajo para analizar las muestras

También en esta etapa se seleccionaron las muestras que había en el laboratorio que tuvieran las características siguientes:

- Estables por un cierto periodo de tiempo.
- Fáciles de homogeneización.
- Disponibilidad para conseguir la muestra.
- Composición igual o similar a las que analiza el laboratorio.
- Tiempo de análisis
- Costo del análisis
- Importancia del análisis para el cliente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los materiales control que cumplieron con estas características aparece en la Tabla I, junto con las pruebas a realizar.

Tabla I. Materiales control o elementos de ensayo control

Material control utilizado	Pruebas a determinar	Laboratorio que analizó
Acero limado	Manganeso	Absorción Atómica
	Silicio	Absorción Atómica
	Molibdeno	Absorción Atómica
Aceite lubricante	Viscosidad cinemática a 40 °C.	Análisis Físicos
Pemex Diesel	Temperatura de inflamación Mínimo 45 °C	Análisis Físicos

Tratamiento de muestras

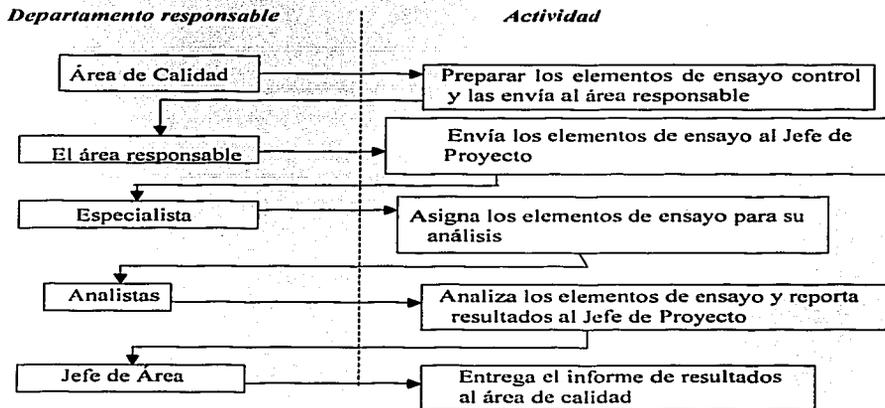
- Cada material control utilizado se homogeneizo y se dividió en porciones para obtener submuestras. Esto con el objeto de enviar la misma submuestra y disminuir el error por envío.
- Todas las submuestras de cada material control utilizado se conservaron en los contenedores adecuados para evitar cambios en su composición de la muestra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Las submuestras se mantuvieron a temperatura ambiente dado que son las condiciones que señala la bibliografía como convenientes para estos materiales.
- Cada submuestra se identifico con: Nombre del material que contenía el contenedor, clave o código de muestras y fecha de envío.
- La frecuencia de envío de las muestras control fue una vez por semana.

4.1.2 Etapa 2: Establecimiento del mecanismo de envío de muestras control

Las muestras control que se enviaron al laboratorio fueron doble ciego, es decir los analistas desconocían la composición, así como su identificación como muestra control. El mecanismo que se estableció para las muestras control fue:



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1.3 Etapa 3: Registros de Calidad

En esta etapa se diseñan los formatos para registrar las muestras control, el cuál tiene toda la información requerida para hacer una rastreabilidad de resultados y muestras. La información que se registra es:

- Clave del elemento de ensayo.
- Prueba a realizar.
- Método de Análisis.
- Fecha de envío al laboratorio.
- Nombre del elemento de ensayo.
- Resultados de las determinaciones realizadas.
- Firma de recibo de muestra.
- Fecha de entrega de resultados
- Laboratorio que analizó el elemento de ensayo.

Ver Fig. 1 Formato de Registro de Muestras

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO



GERENCIA DE LABORATORIO
REGISTRO DE MUESTRAS

LABORATORIO QUE ANALIZÓ: _____
PRUEBA A REALIZAR: _____
MÉTODO DE ANÁLISIS: _____

FECHA ENVÍO	NOMBRE DEL ELEMENTO DE ENSAYO	CLAVE DEL ELEMENTO DE ENSAYO	NÚM. ELEMENTO (S)	RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN REALIZADA	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	GERENCIA O EMPRESA

Elaboró

Revisó

Fig. 1 Formato de Registro de Muestras

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los resultados de los elementos de ensayo control se entregan al Área de Calidad por el jefe responsable del área. El informe de resultados emitidos se revisa conforme a la solicitud de análisis (Ver Fig. 2 Formato de Solicitud de Análisis), para verificar si el laboratorio reporta de acuerdo a la solicitud de análisis.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

SOLICITUD DE ANÁLISIS

Fecha _____ No. de orden _____

Solicitante _____

Proyecto _____ Orden de trabajo _____

Clave de la (s) muestra (s) _____

Descripción de la (s) muestra (s) _____

Análisis solicitado _____

Enviado al laboratorio de _____

AUTORIZÓ

Fig. 2 Formato de Solicitud de Análisis

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.1.4 Etapa 4: Tratamiento Estadístico

El análisis estadístico de resultados de los elementos de ensayo control permiten interpretar los resultados bajo un criterio objetivo. El análisis de estos debe ser llevado de acuerdo a la técnica estadística que aplique, considerando los supuestos y condiciones particulares de cada técnica, para que la conclusión obtenida sea válida y correcta.

Existen varias formas de evaluar la calidad de los resultados de las muestras control, pero la más común y usada son las gráficas de control.

Los resultados de los elementos de ensayo control se evaluaron estadísticamente usando las gráficas de control de medidas individuales y rangos móviles para determinar si el sistema de análisis es estable. También los resultados se analizaron con un análisis de varianza (ANOVA), para determinar si hay diferencia significativa entre los diferentes analistas que analizaron los elementos de ensayo y ver si los resultados eran repetibles.

4.2 GRÁFICAS DE CONTROL ^{1,2}

4.2.1 Definición y usos

Es la representación gráfica del valor de una característica de un material en función del tiempo. Entre las aplicaciones más importantes de las gráficas de control están :

- Determinar si un proceso está operando bajo control .
- Nos ayuda a conocer si el proceso se encuentra dentro de las especificaciones.
- Identificar las causas de variación (comunes y/o especiales)
- Permite tomar acciones correctivas a tiempo.
- Indica cuando la recalibración es necesaria
- Indica el mantenimiento de los instrumentos
- Señala problemas en fallas de equipos e instrumentos
- Indica olvidos de análisis o errores de cálculos

¹ Información tomada de la dirección electrónica www.aiteco.com

² Información tomada de la dirección electrónica www.geocities.com/calidad_cep/xr.htm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2.2 Clasificación³

Las gráficas de control se clasifican en dos tipos:

Gráficas de control por variables: Cuando la característica de calidad puede ser medida y expresada en una escala continua. Estas gráficas se conocen como X-R.

Gráficas de control por atributos: Se usa cuando se tiene un producto al cual no se le puede medir una característica, sino sólo se le califica como producto conforme ó no conforme. Los tipos de gráficos a usar son p, np. En algunas otras ocasiones es posible contar el número de defectos en la unidad del producto, entonces se utilizan los gráficos de tipo c, u.

4.2.3 Construcción de una gráfica de control X-R

El diseño de las gráficas de control depende de las características del proceso y del objetivo que se desea alcanzar. Por lo cual el primer paso en la construcción de las gráficas de control, es definir lo siguiente:

- El tamaño del subgrupo.
- La frecuencia de muestreo.
- El nivel de confianza.

Una vez definido estas condiciones, se procede a recolectar la información (datos numéricos). Reunidos los subrupos se comienza a procesarlos, como sigue:

GRÁFICA DE CONTROL POR VARIABLES CÁLCULOS DE LOS SUBGRUPOS

Media de los subgrupos

Para calcular el promedio de los subgrupos, se debe sumar todos los valores de los subgrupos y luego dividir el total entre el número de valores del subgrupo.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Donde: x = Es el valor de los componentes del subgrupo
 \bar{x} = Media del subgrupo

³ Douglas C. Montgomery "Control Estadístico de la Calidad" 1991, Edit. Iberoamericana

Rango de los subgrupos

Para calcular el rango de los subgrupos, se debe obtener la diferencia entre el valor mayor y el menor del subgrupo.

$R = \text{Mayor} - \text{Menor}$.

Línea central de la gráfica \bar{X}

Para calcular la línea central de esta gráfica, se debe obtener la media de todos los subgrupos.

$$\bar{X}_c = \frac{\sum \bar{X}}{k}$$

Donde $k =$ Número de subgrupos.

$\bar{X}_c =$ Es el promedio de los promedios de los subgrupos.

La línea central también puede ser fijada de acuerdo a la especificación del producto y los límites se fijan de acuerdo a la confianza que se quiera (2σ o 3σ)

Límites de la gráfica \bar{X}

Los límites de control muestran los rangos de variación estadísticamente esperado para el proceso.

Límite de Control Superior (LCS)

$$LCS = \bar{X}_c + A_2 \bar{R}$$

Límite de Control Inferior (LCI)

$$LCI = \bar{X}_c - A_2 \bar{R}$$

Donde A_2 es una constante que depende del tamaño de los subgrupos (k), ver tabla No.3

\bar{R} es el rango promedio de los subgrupos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GRÁFICA DE RANGOS DE LA GRÁFICA $\bar{x} - R^4$

Línea Central para la gráfica de rangos.

Para calcular la línea central de la gráfica de rangos, se debe obtener la media de los rangos de todos los subgrupos.

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{K} \quad \text{Donde } K = \text{Número de subgrupos}$$

Límites de control para la gráfica de rangos

Límite de control superior (LCS)

$$LCS = D_4 * \bar{R}$$

Límite de control inferior (LCI)

$$LCI = D_3 * \bar{R}$$

Tabla 3. Factores para calcular los límites de control

Tamaño del subgrupo	A ₂	D ₃	D ₄	D ₂
2	1.880	0	3.268	1.128
3	1.023	0	2.574	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.114	2.326

⁴ Miller I. Oscar, Successful Management of the analytical Laboratories, Lewis Publishers, printed in the USA, 1992.

4.3 GRÁFICAS DE CONTROL DE MEDIDAS INDIVIDUALES ^{5,6}

Existen muchos casos en que el tamaño de muestra a utilizar para controlar el proceso es $n=1$. Esto ocurre frecuentemente cuando la tasa de producción de datos es demasiado lenta para permitir tamaños de muestra $n>1$, o cuando mediciones repetidas difiere sólo debido a errores de laboratorio o de análisis, como en muchos procesos químicos. Esto ocurre frecuentemente cuando se usa tecnología de inspección y medición automatizada y se analiza cada unidad fabricada. En estos casos, resulta útil la gráfica de control de medidas individuales.

La gráfica de control para determinaciones individuales es una gráfica de control usada para estudiar la variación de resultados.

Las gráficas de control de determinaciones individuales son particularmente útiles para controlar un sistema analítico, donde se inserta únicamente un solo material control por corrida, día, semana, etc..

Las gráficas de control para medidas individuales se usan cuando:

Los resultados del proceso están medidos sobre una escala continua (por ejemplo, temperatura, peso, tiempo, etc.).

Los resultados del proceso siguen o tienen una distribución normal.

Se quiere evaluar la repetibilidad de los análisis (replicas de análisis) Es decir cuando se analiza el mismo espécimen en tiempos diferentes. Cuando sólo se cuenta con un resultado o dato de la determinación.

⁵ Montgomery D. Control Estadístico de la Calidad, Grupo editorial Iberoamericana. Impreso en México, 1991. Pp. 175-177.

⁶ ASTM E-882, Accountability and Quality Control in the Chemical Analysis Laboratory.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.3.1 Procedimiento

1.- Los resultados obtenidos deben registrarse en el orden de cómo se enviaron las muestras al laboratorio en un formato con la información siguiente:

No. muestra	Fecha de análisis	Resultado	Intervalo móvil (IM)
1		X_1	
2		X_2	$X_2 - X_1$
3		X_3	$X_3 - X_2$
4		X_4	$X_4 - X_3$
5		X_5	$X_5 - X_4$
n		X_n	$X_n - X_{n-1}$

2.- Calcular el promedio llamado \bar{x} de los resultados de las muestras control, mediante la siguiente expresión:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Donde: n = Número de resultados (determinaciones individuales)

$\sum x$ = Sumatoria de los resultados

\bar{x} = Promedio de resultados

3.- Calcular los intervalos móviles

Los intervalos móviles se calculan a partir de la diferencia de dos resultados como, $x_2 - x_1$, $x_3 - x_2$, y así sucesivamente. No haga caso de las diferencias negativas.

4.- Calcular el promedio de todos los intervalos móviles (IM), obtenidos, mediante la expresión siguiente:

$$\overline{IM} = \frac{\sum IM}{n-1}$$

Donde: \overline{IM} = Promedio de intervalo móvil

$\sum IM$ = Sumatoria de los intervalos móviles

$n-1$ = Número de intervalos móviles

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.- Calcular los límites de control para la gráfica \bar{X}

Los límites de control de la gráfica se establecen a 3 desviaciones estándar con las siguientes expresiones:

$$LSC = \bar{X} + 2.66 \times \bar{IM}$$

$$LIC = \bar{X} - 2.66 \times \bar{IM}$$

El valor de 2.66 resulta de la relación $3/d_2$, donde d_2 es un valor que sale de tablas, y vale 1.128.

6.- Calcular los límites de control para la gráfica de intervalo móvil, con las siguientes expresiones:

$$LSC = D_4 * \bar{IM}$$

$$LIC = D_3 * \bar{IM} = 0$$

Donde $D_4 = 3.268$ y $D_3 = 0$, para determinaciones individuales.

Línea Central = \bar{X}

7.- Construir las gráficas de control, registrando en el eje de las "X" las muestras analizadas, y en el eje de las "Y", el valor o resultado de los elementos de ensayo control para la gráfica \bar{X} , y para la gráfica de intervalo móvil (IM) el valor de intervalo móvil en "Y" y en "X" las muestras analizadas.

4.3.2 Interpretación ^{7, 8}

El proceso está fuera de control cuando un punto de la gráfica \bar{X} esté fuera de los límites de control o cuando algún punto en la gráfica IM esté por arriba del límite superior. Cuando suceda esto investigue, la causa y documente como ésta fue corregida.

⁷ Miller I. Oscar, Successful Management of the analytical Laboratories, Lewis Publishers, printed in the USA, 1992.

⁸ Montgomery D. Control Estadístico de la Calidad, Grupo editorial Iberoamericana, Impreso en México, 1991.

Se considera que el proceso está afectado por causas especiales cuando se presenten corridas o tendencias (serie de más de 8 datos).

Uno de los principales objetivos de usar Gráficas de Control, es determinar cuando un proceso está fuera de control, así como las acciones necesarias que podrían ser tomadas. Otro criterio que es también usado para determinar si un proceso está fuera de control, es cuando un punto de los graficados cae fuera de los límites de control.

Identificando las causas que provocaron que el proceso se encontrará fuera de control, se requiere de conocer el proceso, equipo y condiciones de operación tan bien, como el impacto sobre la característica de interés.

Todo proceso está sujeto a variaciones, las cuales se deben a dos tipos de causas:

- Causas comunes: Son causadas por variaciones relativamente pequeñas que se presentan en forma aleatoria, no son fácilmente identificable en la gráficas de control, ya que son inherente al sistema.
- Causas especiales: Las gráficas de control identifican fácilmente las causas especiales, observándose grandes variaciones que se pueden atribuir a una mal función del equipo, etc. Estas causas se solucionan con acciones locales.

Si el proceso está fuera de control estadístico, esto indica la presencia de causas especiales, que se diagnostica si se observa lo siguiente :

- Dos de tres puntos que se localizan en el mismo lado de la línea en la zona de 3σ .
- Cuatro de cinco puntos consecutivos que se localizan en el mismo lado de la zona de 2σ .
- Nueve puntos consecutivos que se localicen en el mismo lado de la línea central en cualquiera de las tres zonas.
- Seis o más puntos descendientes o ascendentes.
- Quince o más puntos consecutivos alternados arriba y abajo de la línea central localizadas en la zona de 1σ .
- Patrones cíclicos o tipo onda.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cabe mencionar que los puntos mencionados anteriormente para determinar si un proceso está fuera de control no son todos usados simultáneamente, es posible que el proceso esté fuera de control todavía y ninguno de los puntos sea aplicable.

Sin embargo, es conveniente decir que entre más puntos se usen, para identificar si un sistema está fuera de control, se incrementa el riesgo de detener el proceso por falsas alarmas, por lo que se recomienda cautela al aplicar dichos puntos.

Una de las mayores ventajas de las Gráficas de Control es que son fácil de construir, interpretar y usar.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.0 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

5.1 Resultados del Programa de Aseguramiento de Calidad

El programa de Aseguramiento de Calidad interno que se implemento para evaluar la repetibilidad de los resultados analíticos, se llevó a cabo sólo en dos laboratorios, dado por las limitantes que se presentaron como:

- No se contaban con muestras estándares para evaluar la reproducibilidad de los resultados.
- La cantidad de muestras que se analizaron por laboratorio varió.
- Poca disponibilidad de materiales de prueba.
- La composición de las muestras mismas (matriz compleja) dificulta la preparación de otro tipo de muestras.

Por lo anterior sólo se seleccionaron tres muestras que fueron rebaba de acero, aceite lubricante, y Pemex Diesel.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El programa que se siguió fue el siguiente:

**Número de muestras enviadas
por mes**

<i>Laboratorio que analizó</i>	<i>Muestra</i>	<i>Determinación</i>	<i>Mes 1</i>	<i>Mes 2</i>	<i>Mes 3</i>	<i>Mes 4</i>	<i>Mes 5</i>	<i>Total de muestra analizadas</i>
Absorción Atómica	Acero	Molibdeno	4	4	4	4	2	18
		Silicio	4	4	4	4	2	18
		Manganeso	4	4	4	4	2	18
Análisis Físico	Aceite lubricante	Viscosidad cinemática	4	4	4	2		14
Análisis Físico	Pemex Diesel	Temperatura de inflamación	4	4	4	4	2	18

Los resultados de las muestras control enviadas a los laboratorios se presentan en Tablas, donde el número de muestra aparece en el orden en como se enviaron al laboratorio y en la última columna de la tabla, aparece el valor del intervalo móvil, para la construcción de la gráfica de control de valores individuales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1.1 Los resultados de Molibdeno en la muestra de rebaba de acero se muestran en la Tabla I.

Tabla I Resultados de Molibdeno en Acero

Muestra	Analizó	Resultado, % en peso	Intervalo móvil
1	C	0.15	
2	C	0.22	0.07
3	C	0.18	0.04
4	C	0.19	0.01
5	A	0.22	0.03
6	A	0.17	0.05
7	A	0.18	0.01
8	A	0.20	0.02
9	A	0.18	0.02
10	B	0.18	0.00
11	A	0.17	0.01
12	B	0.22	0.05
13	B	0.16	0.06
14	B	0.18	0.02
15	B	0.17	0.01
16	B	0.18	0.01
17	C	0.18	0.00
18	C	0.20	0.02
Media (X, R)		0.185	0.0253
Desviación estándar		0.020	
Coefficiente de variación (%)		10.8108	

Los límites de control para la gráfica de individuales (X) son:

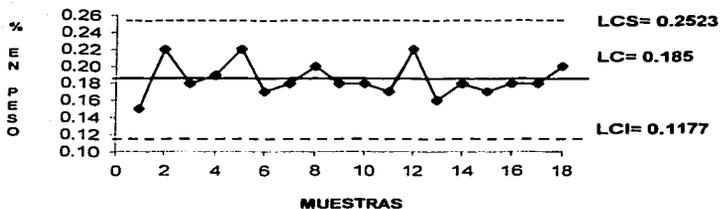
$$LCS = \bar{X} + 2.66 * \bar{IM} = 0.185 + 2.660 (0.0253) = 0.2523$$

$$LCI = \bar{X} - 2.66 * \bar{IM} = 0.185 - 2.660 (0.0253) = 0.1177$$

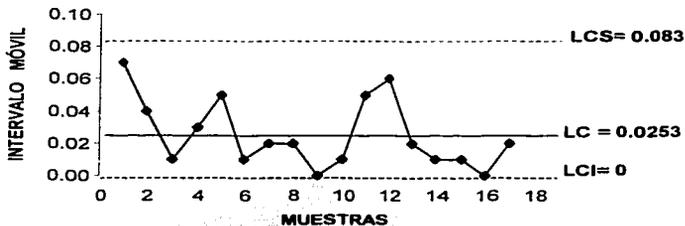
Los límites de control para la gráfica de intervalo móvil (IM) son:

$$LCS = D_4 * \bar{IM} = 3.268(0.0253) = 0.0827 \quad LCI = D_3 * \bar{IM} = (0)(0.0253) = 0$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GRÁFICO DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES
PARA M_0 EN ACERO

I.C = Línea Central (\bar{X}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

GRÁFICA DE INTERVALO MÓVIL PARA M_0 EN
ACERO

I.C = Línea Central (\bar{M}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para determinar si existen diferencias significativas en los resultados obtenidos por los analistas, se efectuó un Análisis de varianza.

Análisis de varianza

F. variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrados medios	F. calculada	F. tablas
Analista	0.001	2	0.0005	1.25	3.68
Error	0.0058	15	0.0004		
Total	0.0068	17			

Interpretación: Como se observa en la gráfica de X y de intervalo móvil no hay ningún punto fuera de los límites de control. Tampoco se presentan corridas o tendencias, lo que indica que el sistema está bajo control, libre de causas asignables, es decir que la diferencia entre los resultados se debe únicamente a causas aleatorias (los errores aleatorios son los que varían en signo y magnitud, y no son fácilmente apreciables, ya que surgen de manera aleatoria produciendo imprecisiones en los resultados. Los errores aleatorios determinan la precisión de los análisis).

En el análisis de varianza se obtuvo que la $F_{calculada} < F_{tablas}$, lo que indica que con la información disponible los resultados obtenidos por tres analistas no son significativamente diferentes, es decir, no son significativamente diferentes los resultados obtenidos por los distintos analistas. Por lo anterior se puede decir que los resultados emitidos por el laboratorio en esta determinación son repetibles y están bajo control.

El coeficiente de variación nos sirve para comparar la dispersión de las muestras si:

% CV= 0-10% Muy Bueno

% CV= 10-20% Aceptable

% CV= >20% Mucha dispersión, hay que tomar una muestra más grande.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1.2 Los resultados de Silicio en la muestra de rebaba de acero se muestran en la Tabla II.

Tabla II Resultados de Si en Acero

Muestra	Analizo	Resultado, % peso	Rango móvil
1	C	0.23	
2	C	0.18	0.05
3	C	0.36	0.18
4	C	0.19	0.17
5	A	0.20	0.01
6	A	0.21	0.01
7	A	0.18	0.03
8	A	0.24	0.06
9	A	0.23	0.01
10	B	0.18	0.05
11	A	0.18	0
12	B	0.17	0.01
13	B	0.17	0
14	B	0.16	0.01
15	B	0.28	0.12
16	B	0.26	0.02
17	C	0.27	0.01
18	C	0.18	0.09
Media (X, R)		0.215	0.0488
Desviación estándar		0.0517	
% C.V		24.0465	

Los límites de control para la gráfica de individuales (X) son:

$$LCS = 0.215 + 2.660 (0.0488) = 0.3448$$

$$LCI = 0.215 - 2.660 (0.0488) = 0.0852$$

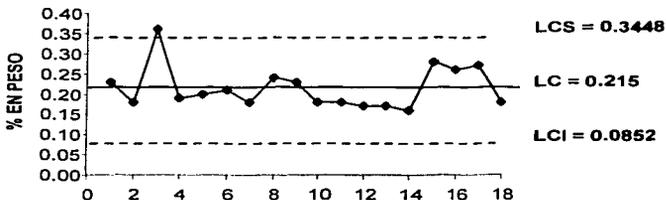
Los límites de control para la gráfica de intervalo móvil (IM) son:

$$LCS = 3.268(0.0488) = 0.1595$$

$$LCI = 0$$

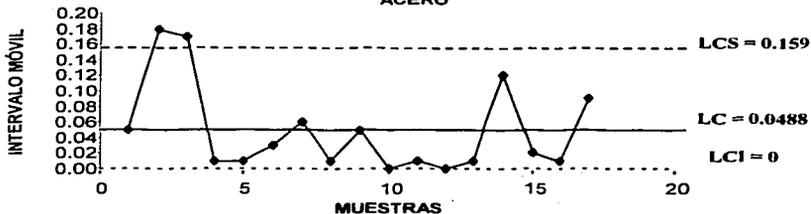
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GRÁFICA DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES PARA SI EN ACERO



LC = Línea Central (\bar{X}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

GRÁFICA DE INTERVALO MÓVIL PARA SI EN ACERO



LC = Línea Central (\bar{M}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Identificación de puntos fuera de control:

En la gráfica de rango móvil se observa que el punto 2 y 3 están fuera del límite de control superior, además de observarse un ligero comportamiento cíclico a partir de la muestra 5. En la gráfica X se tiene que el punto 3 está por arriba del límite de control superior y una corrida de 5 puntos de la muestra 10 a la 14. Todo lo anterior sugiere que el sistema está fuera de control, es decir que hay causas asignables que afectan la estabilidad del sistema. Entre las causas probables que originaron este comportamiento están: periodicidad en el servicio de mantenimiento del equipo, pérdida de presión en el equipo, entre otras.

Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrados medios	F. calculada	F. tablas
Analista	0.0036	2	0.0018	0.6429	3.68
Error	0.0418	15	0.0028		
Total	0.0454	17			

Mientras el Análisis de varianza indica que los resultados obtenidos por los analistas, no varían significativamente, es decir, no son significativamente diferentes los resultados obtenidos por los distintos analistas, dado que $F_{calculada} < F_{tablas}$. Por lo anterior se puede decir que los resultados son repetibles entre analistas, pero el sistema está afectado por causas especiales que dan lugar a puntos fuera de límites.

% CV= 0-10% Muy Bueno

% CV= 10-20% Aceptable

% CV= >20% Mucha dispersión, hay que tomar una muestra más grande.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1.3 Los resultados de Manganeseo en la muestra de rebaba de acero se muestran en la Tabla III.

Tabla III Resultados de Mn en Acero

Muestra	Analizó	Resultado, % en peso	Intervalo móvil
1	C	0.59	
2	C	1.0	0.41
3	C	0.96	0.04
4	C	0.94	0.02
5	A	0.93	0.01
6	A	0.99	0.06
7	A	0.98	0.01
8	A	0.96	0.02
9	A	0.97	0.01
10	B	0.97	0
11	A	0.95	0.02
12	B	0.94	0.01
13	B	0.97	0.03
14	B	0.99	0.02
15	B	0.92	0.07
16	B	0.98	0.06
17	C	0.95	0.03
18	C	0.93	0.02
Media (X, R)		0.94	0.0494
Desviación estándar		0.0903	
Coefficiente de variación (%)		9.6064	

Los límites de control para la gráfica de individuales (X) son:

$$LCS = 0.94 + 2.660 (0.0494) = 1.0714$$

$$LCI = 0.94 - 2.660 (0.0494) = 0.8086$$

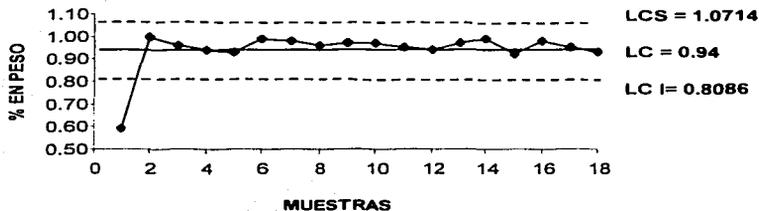
Los límites de control para la gráfica de intervalo móvil (IM) son:

$$LCS = 3.268(0.0494) = 0.1614$$

$$LCI = 0$$

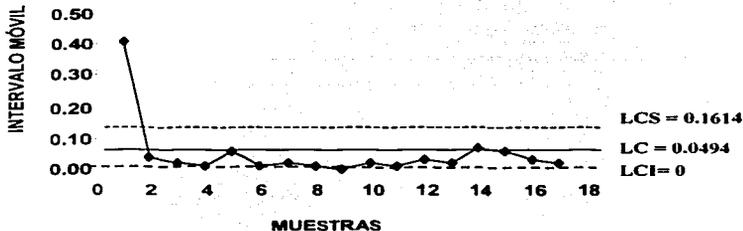
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

GRÁFICA DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES PARA Mn EN ACERO



LC = Línea Central (\bar{X}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

GRÁFICO DE INTERVALO MÓVIL PARA Mn EN ACERO



LC = Línea Central (\bar{M}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Identificación de puntos fuera de control:

En la gráfica de intervalo móvil se observa que el punto uno está por encima del límite de control superior, pero a partir del punto dos la variabilidad del sistema en general se mantiene por debajo de la línea central. Mientras en la gráfica de \bar{X} se observa que el punto 1 está por debajo del límite de control inferior, así como una tendencia de los puntos a estar por encima de la línea central, todo esto hace suponer que el sistema está fuera de control es decir el proceso está afectado por causas especiales. Probablemente en la muestra 1 se cometió un error de tipo sistemático (este tipo de error tiene 3 fuentes principales: operacional, instrumental y de metodología) lo que ocasionó que la muestra se saliera del límite de control. Las causas se están investigando para tomar las acciones correctivas que se requieran.

Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrados medios	F. calculada	F. tablas
Analista	0.0182	2	0.0091	1.1375	3.68
Error	0.1204	15	0.008		
Total	0.1386	17			

En el análisis de varianza se tiene que la $F_{calculada} < F_{tablas}$, lo que señala que los resultados obtenidos por los tres analistas no son significativamente diferentes, es decir, no son significativamente diferentes los resultados obtenidos por los distintos analistas. Por lo anterior se puede decir que los resultados emitidos por el laboratorio en ésta determinación son repetibles, más están afectados por una causa especial.

% CV= 0-10% Muy Bueno

% CV= 10-20% Aceptable

% CV= > 20% Mucha dispersión, hay que tomar una muestra más grande.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1.4 Los resultados de viscosidad cinemática a 40°C en aceite lubricante se muestran en la Tabla IV.

Tabla IV Resultados de viscosidad cinemática en aceite

Muestra	Analizó	Viscosidad (cST)	Intervalo móvil
1	A	485.72	
2	B	468.12	17.6
3	B	488.40	20.28
4	A	486.36	2.04
5	B	486.28	0.08
6	A	487.31	1.03
7	A	488.27	0.96
8	A	488.27	0
9	A	488.27	0
10	A	483.17	5.1
11	B	487.31	4.14
12	B	481.26	6.05
13	B	471.39	9.87
14	A	491.61	20.22
Media (X, R)		484.41	6.7208
Desviación estándar		6.7061	
% C.V		1.3844	

Los límites de control para la gráfica de individuales (X) son:

$$LCS = 484.41 + 2.66 (6.7208) = 502.2873$$

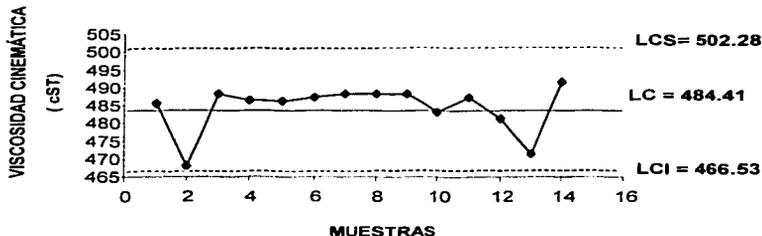
$$LCI = 484.41 - 2.66 (6.7208) = 466.5327$$

Los límites de control para la gráfica de intervalo móvil (IM) son:

$$LCS = 3.268 \times 6.7208 = 21.9636$$

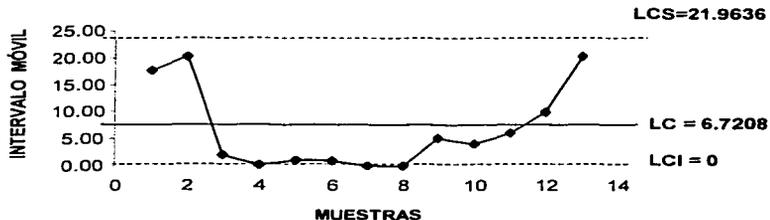
$$LCI = 0$$

GRÁFICA DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES DE VISCOSIDAD CINEMÁTICA EN ACEITE



LC = Línea Central (\bar{X}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

GRÁFICA DE INTERVALO MÓVIL PARA VISCOSIDAD EN ACEITE



LC = Línea Central (\bar{M}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

Análisis de varianza

F. variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrados medios	F. calculada	F. tablas
Analista	163.826	1	163.826	4.6717	4.75
Error	420.813	12	35.0678		
Total	584.639	13			

En la gráfica de intervalo móvil e individuales se observa que ningún punto esta fuera de los límites de control, además no se observa una corrida significativa en los puntos graficados. Esto indica que el sistema es estable y que la variación que se observa es debido a causas comunes. Mientras que el análisis de varianza señala que no hay diferencia significativa en los resultados obtenidos por los analistas, es decir, no son significativamente diferentes los resultados obtenidos por los distintos analistas. Por lo anterior se puede decir que los resultados de viscosidad en aceite son repetibles y están en control.

% CV= 0-10% Muy Bueno

% CV= 10-20% Aceptable

% CV= >20% Mucha dispersión, hay que tomar una muestra más grande.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.1.5 Los resultados de Temperatura de inflamación en la muestra de Pemex Diesel se muestran en la Tabla V.

Tabla V Resultados de Temperatura de inflamación en Diesel

Muestra	Analizó	Resultado, Temp. °C	Intervalo móvil
1	A	66	
2	A	76	10
3	A	80	4
4	A	80	0
5	B	56	24
6	B	50	6
7	B	58	8
8	B	62	4
9	B	70	8
10	C	72	2
11	B	72	0
12	C	54	18
13	C	70	16
14	C	54	16
15	C	58	4
16	C	58	0
17	A	52	6
18	A	68	16
Media (X, R)		64.2222	8.3529
Desviación estándar		9.6744	
Coefficiente de variación (%)		15.0639	

Los límites de control para la gráfica de individuales (X) son:

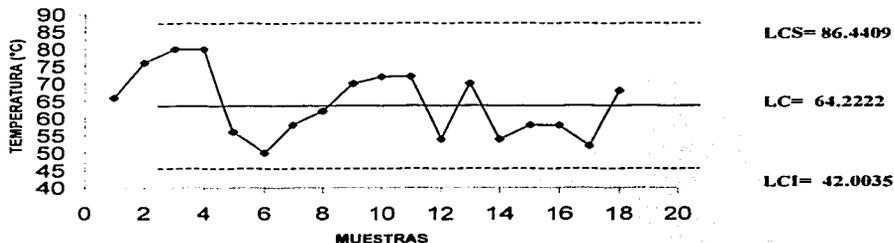
$$LCS = \bar{X} + 2.66 * \bar{IM} = 64.2222 + 2.660 (8.3529) = 86.4409$$

$$LCI = \bar{X} - 2.66 * \bar{IM} = 64.2222 - 2.660 (8.3529) = 42.0035$$

Los límites de control para la gráfica de intervalo móvil (IM) son:

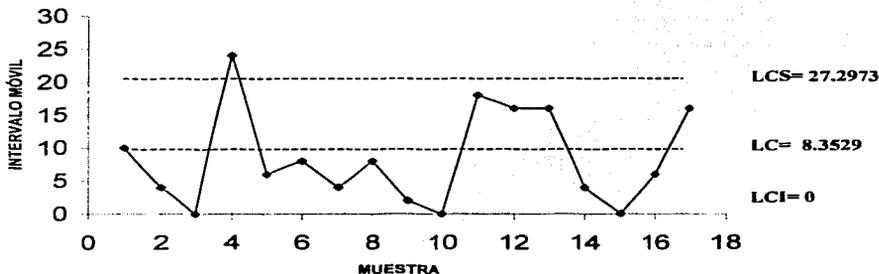
$$LCS = D_4 * \bar{IM} = 3.268(8.3529) = 27.2973 \quad LCI = D_3 * \bar{IM} = (0)(8.3529) = 0$$

GRÁFICO DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES DE TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN EN DIESEL



L.C = Línea Central (\bar{X}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

GRÁFICO DE INTERVALO MÓVIL DE TEMPERATURA DE INFLAMACIÓN EN DIESEL



L.C = Línea Central (\bar{M}) LCS = Límite de Control Superior LCI = Límite de Control Inferior

TESIS CON
FALLA EN ORIGEN

Análisis de varianza

F. variación	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrados medios	F. calculada	F. tablas
Analista	336.4444	2	168.2222	2.0112	3.68
Error	1254.6667	15	83.6444		
Total	1591.1111	17			

Interpretación:

En la gráfica de intervalo móvil e individuales se observa que ningún punto esta fuera de los límites de control, además no se observa una corrida significativa en los puntos graficados. Esto indica que el sistema es estable y que la variación que se observa es debido a causas comunes. Mientras que el análisis de varianza señala que no hay diferencia significativa en los resultados obtenidos por los analistas, es decir, no son significativamente diferentes los resultados obtenidos por los distintos analistas. Por lo anterior se puede decir que los resultados de la temperatura de inflamación en diesel son repetibles y están bajo control.

% CV= 0-10% Muy Bueno

% CV= 10-20% Aceptable

% CV= >20% Mucha dispersión, hay que tomar una muestra más grande.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.2 Resumen de los resultados obtenidos

De las 5 pruebas seleccionadas para evaluar la calidad de los resultados se obtuvo lo siguiente:

<i>Prueba</i>		<i>Resultado del Análisis de variancia</i>	<i>Resultado de Gráfica X-R</i>
Acero	Mo	Los Resultados obtenidos por los diferentes analistas son Repetibles	Bajo control
	Si	Los Resultados obtenidos por los diferentes analistas son Repetibles	Fuera de control
	Mn	Los Resultados obtenidos por los diferentes analistas son Repetibles	Fuera de control
Aceite Lubricante	Viscosidad Cinemática	Los Resultados obtenidos por los diferentes analistas son Repetibles	Bajo control
Pemex Diesel	Temperatura de inflamación	Los Resultados obtenidos por los diferentes analistas son Repetibles	Bajo control

CONCLUSIONES

Un laboratorio de análisis de pruebas químicas debe tener como uno de sus propósitos principales la producción de datos analíticos de alta calidad por medio del uso de mediciones analíticas que sean precisas, confiables y adecuadas para la satisfacción de los clientes. Este propósito puede alcanzarse de una manera eficaz si se cuenta con un sistema planificado y documentado de la calidad de las actividades. La aplicación de los controles y las verificaciones necesarias para asegurar esta calidad no es una tarea sencilla, requiere no sólo el conocimiento claro de los propósitos y operaciones de un laboratorio, sino la dedicación de los directivos y del personal operativo para alcanzar niveles de excelencia.

Para alcanzar este nivel de distinción, el laboratorio necesitará operar bajo un sistema de aseguramiento de calidad.

De acuerdo a lo planteado en este trabajo en la Etapa I: Selección de los laboratorios y de las muestras que funcionaron como muestras control, las muestras fueron tomadas como doble ciegas, es decir, los analistas desconocían su composición, su identificación como muestra control, los parámetros que se le determinaron a las muestras control son los que se presentan en la página 29, todas las muestras fueron registradas en una bitácora de registro con la finalidad de hacer el tratamiento estadístico de los resultados obtenidos, contemplado en la Etapa 4 del Desarrollo de la Parte Experimental, estos registros de calidad proporcionan la evidencia objetiva del grado de cumplimiento de los requisitos de calidad o la efectividad de la operación del sistema, por lo que deben ser de todas las actividades que se realizan y de sus resultados, con suficientes detalles para explicar la causa de cualquier error y así poder demostrar la validez de cada dato, ya que son la principal fuente de información que habla de la implantación y comportamiento del sistema.

La Etapa II: Establecimiento del mecanismo de envío de muestras control se llevó a cabo mediante el diagrama expuesto en la página 30, respetando tiempos de recepción y entrega de resultados a cada uno de los involucrados para evitar confusiones en cada uno de los registros.

En la Etapa III: Registros de Calidad se estuvo trabajando muy de cerca con los laboratorios involucrados para que no hubiese errores en los resultados y fueron entregados al área de calidad solicitante, estos registros son un parte importante ya que

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

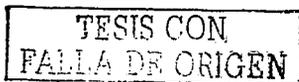
de estos se derivan las gráficas de control utilizadas en los experimentos, esta etapa fue necesaria debido a que la calidad de un resultado depende en gran parte de un control efectivo de cada una de las actividades que realiza un laboratorio de prueba y permite al laboratorio alcanzar la consistencia de los análisis realizados.

De los resultados que se obtuvieron en los laboratorios se observa que tres de las determinaciones fueron adecuadas (repetibles y en control), y dos de ellas se encontraron repetibles y fuera de control, por lo que requiere de investigación y de acciones para su corrección. En la Tabla de la página 61 muestra que la repetibilidad de un resultado por los distintos analistas no es un parámetro representativo para determinar la calidad de los resultados ya que puede ser repetible y estar fuera de control. Esto denota que la repetibilidad evalúa únicamente errores aleatorios más no detecta la presencia de errores sistemáticos que afecta la exactitud del resultado por eso se propuso la Etapa IV: Tratamiento Estadístico para que el laboratorio realice gráficas de control y puedan detectar causas o errores sistemáticos por lo que se puede decir que el control estadístico de calidad de proceso tiene como objetivo principal la reducción de variabilidad en las características de calidad clave del producto, es una técnica más sensible para detectar variabilidad que un análisis de varianza. Cabe mencionar que los límites de control que se reportan en las gráficas son límites tentativos dado que los límites verdaderos se definirán una vez que se eliminen las causas asignables del sistema y la cantidad de datos con que se dispongan sean más representativos.

Los objetivos planteados se cumplieron, se pudo evaluar la calidad de los resultados analíticos que emite un laboratorio de pruebas, así como establecer las gráficas de control de medidas individuales como una herramienta para evaluar la variabilidad de los resultados. Por esto es importante implantar un Sistema de Aseguramiento de Calidad para poder determinar que métodos, equipos, etc. requieren de acciones correctivas para disminuir la variación cuando sea requerido.

Programas efectivos de Sistemas de Aseguramiento de Calidad pueden generar mayor penetración en el mercado, mayor productividad, y menores costos generales de fabricación y servicio. Por lo tanto, las empresas con tales programas pueden gozar de ventajas competitivas importantes.

Específicamente, la función del Aseguramiento de la Calidad equivale a un almacén tecnológico que contiene las capacidades y los recursos necesarios para generar productos de una calidad aceptable en el mercado.



Se concluye mencionando que la calidad depende básicamente de una actitud profesional, de la importancia que tienen los laboratorios de prueba dentro de una empresa en la toma de decisión de aceptación o rechazo del lote analizado y la satisfacción plena de los clientes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

64-A

Anexo A
Índice del Manual de
Calidad de la Gerencia de
Laboratorio Central

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

64-B



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
IG-00

REVISIÓN: 4

HOJA:

MANUAL DE CALIDAD

GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL

EDICIÓN 4

FECHA: Marzo, 2001

Este Manual no debe ser reproducido sin la autorización previa del Gerente de Laboratorio Central.

ING. DORA LUZ VELAZQUEZ HUIDOBRO
UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE LA
GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL
Elaboró

REPRESENTANTES DE
LABORATORIOS DE LA
GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL.
Revisó

Q. LINO CONROY PAZ
GERENTE DE LABORATORIO CENTRAL
Autorizó

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
IG-00

REVISIÓN: 4

HOJA:

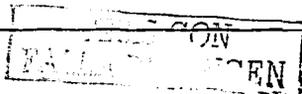
MANUAL DE CALIDAD DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL

OBJETIVO

Documentar el sistema de calidad de la Gerencia de Laboratorio, para la administración y aseguramiento de la calidad de los servicios que presta, en cumplimiento a la norma NMX-EC-025-IMNC-2000 ISO/IEC GUIDE 25: 1990, así como de conformidad con la norma NMX-CC-004-1995) / ISO-9002:1994 referente a Sistemas de Calidad con apego al Modelo para el Aseguramiento de la Calidad en Producción, Instalación y Servicios para obtener la certificación.

ALCANCE

Los lineamientos que describe el presente manual se aplican a todas las áreas y laboratorios de la Gerencia de Laboratorio Central.





GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
IG-00

REVISIÓN: 4

HOJA:

**MANUAL DE CALIDAD DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL
PERSONAL RESPONSABLE DE CALIDAD
DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL**

	NOMBRE	CARGO EN LA GERENCIA	FIRMA	ANTEFIRMA
1	Q. Lino Conroy Paz	Gerente		
2	Ing. Dora Luz Velázquez Huidobro	Responsable de la UCC		
3	Q. Natividad Panivino Calvo	División de Petróleo y Derivados		
4	Ing. Ma. Teresa López Herrera	Representante del laboratorio de Absorción Atómica		
5	Ing. Javier Rodríguez Salazar	Representante del laboratorio de Análisis Físicos		
6	Q. Hector del Río Moreno	Representante del laboratorio de Análisis Químico		
10	Q. Rosendo Castellanos Tamayo	Representante de calidad del laboratorio de Emisión de Plasma		
12	Ing. Angel Guzmán Tapia	Representante del laboratorio de Aceites y Grasas Lubrificantes		
7	Q. Beatriz Mar Mar	Representante del laboratorio de Catalizadores		
8	Ing. Antonio Badillo García	Representante del laboratorio de Cromatografía		
9	Q. Jorge Alberio García Martínez	Representante del laboratorio de Espectrometría de Masas		
11	Q. Victoria E. Aguilar Iris	Representante de calidad del laboratorio de Espectrometrías		
13	Q. Emma García-Figueroa	Representante del laboratorio de Microscopías		
14	Ing. Georgina Uribe Soto	Representante del laboratorio de Rayos X		

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
1G-00

REVISIÓN: 4

HOJA:

MANUAL DE CALIDAD DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL

ÍNDICE

DOCUMENTO

No. DE CLAVE

- CARATULA
- OBJETIVO
- ALCANCE
- REPRESENTANTES DE CALIDAD DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL
- ÍNDICE

1G-00

CAPÍTULO 1

1.0 INTRODUCCIÓN

1G-01

- 1.1 ANTECEDENTES DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
 - 1.1.1 DATOS GENERALES DEL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
- 1.2 ANTECEDENTES DE LA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INVESTIGACIÓN
 - 1.2.1 DATOS GENERALES DE LA DIRECCIÓN EJECUTIVA DE INVESTIGACIÓN
- 1.3 ANTECEDENTES DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL
 - 1.3.1 DATOS GENERALES DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL
- 1.4 INTRODUCCIÓN AL MANUAL DE CALIDAD

FESES CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
1G-00

REVISIÓN: 4

HOJA:

MANUAL DE CALIDAD DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL

ÍNDICE

CAPÍTULO 2

2.0 ESTRUCTURA ORGANICA

1G-02

2.1 ORGANIGRAMA DEL IMP

2.2 ORGANIGRAMA DE LA DIRECCIÓN
EJECUTIVA DE INVESTIGACIÓN

2.3 ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

2.4 PLANTILLA DEL PERSONAL

2.5 PERFILES DE PUESTOS

2.6 SIGNATARIOS AUTORIZADOS

CAPÍTULO 3

3.0 DEFINICIONES

1G-03

CAPÍTULO 4

4.0 CRITERIOS DE LA NORMA

1-G-04

4.1 RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN

4.1.1 POLÍTICA DE CALIDAD

4.1.1.1 OBJETIVOS DE LA CALIDAD

4.1.2 ORGANIZACIÓN

4.1.2.1 RESPONSABILIDAD Y DIRECCIÓN

4.1.2.2 RECURSOS

4.1.2.3 REPRESENTANTE DE LA GERENCIA

4.1.3 REVISIÓN POR LA DIRECCIÓN

4.1.4 COMPROMISO DE CALIDAD

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

Nº. DE CONTROL
IG-00

REVISIÓN: 4

HOJA:

ÍNDICE

4.1.5 CONFIDENCIALIDAD Y SEGURIDAD	1-G04
4.1.6 FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	
4.1.7 VISIÓN	
4.1.8 MISIÓN	
4.1.9 VALORES	
4.1.10 REFERENCIAS	
4.2 SISTEMA DE CALIDAD	
4.2.1 GENERALIDADES	
4.2.1.1 OBJETIVO	
4.2.1.2 CAMPO DE APLICACIÓN	
4.2.2 DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD	
4.2.2.1 JERARQUIZACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN	
4.2.2.2 ESTRUCTURA DE LA DOCUMENTACIÓN	
4.2.3 PLANEACIÓN DE LA CALIDAD	
4.2.3.1 REQUISITOS PARA LA CALIDAD	
4.2.3.2 PLAN DE CALIDAD	
4.2.3.3 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD	
4.2.4 REFERENCIAS	
4.3 REVISIÓN DEL CONTRATO	
4.4 CONTROL DE DISEÑO	
4.5 CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS	
4.6 ADQUISICIONES	
4.7 CONTROL DE PRODUCTOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE	
4.8 IDENTIFICACIÓN Y RASTREABILIDAD DEL PRODUCTO	
4.9 CONTROL DE PROCESO	
4.10 INSPECCIÓN Y PRUEBA	
4.11 CONTROL DE EQUIPO DE INSPECCIÓN	
4.12 ESTADO DE INSPECCIÓN Y PRUEBA	
4.13 CONTROL DE PRODUCTOS NO CONFORMES	
4.14 ACCIÓN CORRECTIVA Y PREVENTIVA	
4.15 MANEJO, ALMACENAMIENTO, EMPAQUE, CONSERVACIÓN Y ENTREGA	
4.16 CONTROL DE REGISTROS DE CALIDAD	
4.17 AUDITORÍAS DE CALIDAD INTERNAS	

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
1G-00

REVISIÓN: 4

HOJA:

4.18 CAPACITACIÓN

MANUAL DE CALIDAD DE LA GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL

ÍNDICE

4.19 SERVICIOS	1-G-04
4.20 TÉCNICAS ESTADÍSTICAS	
CAPÍTULO 5	
5.0 DESCRIPCIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES	1-G-05
CAPÍTULO 6	
6.0 RELACIÓN DE PROCEDIMIENTOS GENERALES	1-G-06
CAPÍTULO 7	
7.0 PROGRAMAS DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO	1-G-07
CAPÍTULO 8	
8.0 ANEXOS DEL MANUAL DE CALIDAD	1-G-08
CAPÍTULO 9	
9.0 PROCEDIMIENTOS REFERENTES A LA RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN	1-G-09
CAPÍTULO 10	
10.0 BIBLIOGRAFIA	1-G-10
CAPÍTULO 11	
11.0 GLOSARIO DE TÉRMINOS	1-G-11

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo B
PROCEDIMIENTO
PARA ELABORAR
GRÁFICAS DE
CONTROL DE
DETERMINACIONES
INDIVIDUALES

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

71-A



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001.

Nº. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 1 DE 6

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR GRÁFICAS DE CONTROL DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES

ING. DORA LUZ VELÁZQUEZ H.
CONTROL DE CALIDAD
GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL

Elaboró

*COMITÉ DE CALIDAD DE LA SPA

Revisó

DR. FRANCISCO GUZMAN
LÓPEZ-FIGUEROA
SUBDIRECTOR DE PROTECCIÓN
AMBIENTAL

Autorizó

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

Nº. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 2 DE 6

1.0 PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR GRÁFICAS DE CONTROL DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES

2.0 OBJETIVO

Definir el tratamiento matemático que debe aplicarse a los resultados de las muestras analizadas en determinaciones individuales.

3.0 ALCANCE

Este procedimiento aplica únicamente a los resultados obtenidos de determinaciones Individuales y puede ser utilizado en los laboratorios de la Gerencia de Laboratorios.

4.0 RESPONSABILIDAD

Es responsabilidad del Subdirector de la Gerencia autorizar el presente documento.

Es deber del responsable y personal de laboratorio seguir los lineamientos descritos en este procedimiento.

5.0 DEFINICIONES

Gráficas de control.- Es una herramienta estadística para controlar el proceso.

Muestras control.- Muestras enviadas periódicamente de acuerdo a un programa y de las cuales se conocen algunos datos, los cuales serán comparados con los resultados reales obtenidos en el análisis.

6.0 DESARROLLO

6.1 Introducción

La gráfica de control para determinaciones individuales es una gráfica de control usada para estudiar la variación de los resultados con una distribución normal y es particularmente útil para controlar un sistema analítico.

Las gráficas de control para medidas individuales se usan cuando:

Los resultados del proceso están medidos sobre una escala continua (por ejemplo: temperatura, peso, tiempo, etc.)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 3 DE 6

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR GRÁFICAS DE CONTROL DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES

Los resultados del proceso siguen o tienen una distribución normal.

Cuando se quiere evaluar la repetibilidad de los análisis (replicas de análisis) es decir cuando se analiza el mismo espécimen en tiempos diferentes. Cuando solo se cuenta con un resultado o dato de la determinación.

6.2 Resultados

Los resultados obtenidos en un laboratorio deben registrarse en el orden de cómo se recibieron las muestras en el laboratorio en un formato con la siguiente información:

RESULTADOS MENSUALES POR MUESTRA

No. de muestra	Fecha de análisis	Resultado	Intervalo móvil (IM)	Método	Analista
1		X_1			
2		X_2	$X_2 - X_1$		
3		X_3	$X_3 - X_2$		
4		X_4	$X_4 - X_3$		
5		X_5	$X_5 - X_4$		
N		X_n	$X_n - X_{n-1}$		

6.3 Calcular el promedio llamado \bar{X} de los resultados de las muestras analizadas, mediante la siguiente expresión:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Donde: n = Número de resultados (determinaciones individuales)

$\sum X$ = Sumatoria de los resultados

X = Promedio de resultados (obtenido de las muestras analizadas)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL.

REVISIÓN: 4

HOJA: 4 DE 6

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR GRAFICAS DE CONTROL DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES

6.4 Calcular los intervalos móviles

Los intervalos móviles se calculan a partir de la diferencia de dos resultados como $X_2 - X_1$, $X_3 - X_2$ y así sucesivamente. No debe hacer caso de las diferencias negativas.

6.5 Calcular el promedio de todos los intervalos móviles (IM), obtenidos, mediante la expresión siguiente:

$$IM = \frac{\sum IM}{n-1}$$

Donde: IM = Promedio de intervalo móvil

$\sum IM$ = Sumatoria de los intervalos móviles

$n-1$ = Número de intervalos móviles

6.6. Calcular los límites de control para la gráfica X

Los límites de control de la gráfica se establecen al 95% de confianza y se calculan con las siguientes expresiones:

$$LCS = \bar{X} + 2.66 \times IM$$

$$LCI = \bar{X} - 2.66 \times IM$$

El valor de 2.66 resulta de la relación $3/d_2$ donde d_2 es un valor que se obtiene de tablas universales y su valor es de 1.128.

$$d_2 = 1.128$$

6.7 Calcular los límites de control para la gráfica de intervalo móvil, con las siguientes expresiones:

$$LCS = D_4 \times IM =$$

$$LCI = D_3 \times IM = 0$$

$$\text{Donde: } D_4 = 3.267$$

$D_3 = 0$ para determinaciones individuales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 5 DE 6

PROCEDIMIENTO PARA ELABORAR GRÁFICAS DE CONTROL DE DETERMINACIONES INDIVIDUALES

6.8 Construir las gráficas de control, registrando en el eje de la "X" las muestras analizadas y en el eje de las "Y", el valor o resultado de la muestra control analizada para la gráfica X y para la gráfica de intervalo móvil (IM) el valor de intervalo móvil.

6.9 Interpretación

El proceso está fuera de control cuando un punto de la gráfica X este fuera de los límites de control o cuando algún punto en la gráfica RM este por arriba del límite superior. Cuando suceda esto investigue, la causa y documento como esta fue corregida.

Se considera que el proceso esta afectado por causas especiales cuando se presenten corridas o tendencias (serie de más de 8 datos)

Observación: Cuando empiece una gráfica de control, el proceso puede estar fuera de control, así que los límites calculados de 20 determinaciones son límites condicionales. Cuando tenga una secuencia de 20 puntos en un período y el proceso este operando en control, recalculé los límites de control de las gráficas.

7.0 DISTRIBUCIÓN DE DOCUMENTOS

Este procedimiento será distribuido de acuerdo a lo indicado en el procedimiento para Elaborar procedimientos clave MPG-D-01 punto 7.0

8.0 BIBLIOGRAFÍA

Montgomery D. Control estadístico de la calidad, grupo editorial Iberoamericana, impreso en México, 1991. Pp. 175-177.

ASTM E-882, Accountability and Quality Control in the Chemical Analysis Laboratory.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 6 DE 6

9.0 ANEXOS

Ninguno

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Anexo C
PROCEDIMIENTO
PARA CONTROL DE
PRODUCTO
NO CONFORME

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL.

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001.

No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 1 DE 6

**PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE PRODUCTO
NO CONFORME**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ING. DORA LUZ VELÁZQUEZ H.
CONTROL DE CALIDAD
GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL.
Elaboró

*COMITÉ DE CALIDAD DE LA SPA

Revisó

DR. FRANCISCO GUZMAN
LÓPEZ-FIGUEROA
SUBDIRECTOR DE PROTECCIÓN
AMBIENTAL
Autorizó



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 2 DE 6

1.0 PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME

2.0 OBJETIVO

Establecer los lineamientos a seguir para la atención, control y registro de producto no conforme.

3.0 ALCANCE

Aplica a las Gerencias del Laboratorio Central

4.0 RESPONSABILIDAD

Es responsabilidad del gerente del Laboratorio Central autorizar este procedimiento.

Es responsabilidad del Coordinador de Calidad, vigilar el cumplimiento correcto del Presente documento.

Es deber del personal responsable del laboratorio, jefe de proyecto o área aplicar este procedimiento.

Es responsabilidad de los Gerentes Jefes de división Unidades y áreas difundir e implantar en los Laboratorios este procedimiento y llevar un registro de las no conformidades presentadas por los clientes.

5.0 DEFINICIONES

Producto.- Es el informe generado por un análisis, un proyecto, una asesoría, etc.

Conformidad.- Cumplimiento con los requisitos especificados .

Producto no conforme.- Es todo informe que no satisface los requisitos del cliente.

6.0 DESARROLLO

6.1 Presentación de la no conformidad por el cliente

Las no conformidades y solicitudes de aclaración presentadas por el cliente deben ser por escrito indicando lo más claro posible el motivo de la inconformidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 3 DE 6

PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME

6.2 Atención de la no conformidad

El jefe de división, unidad o área responsable de aclarar la no conformidad debe Realizar las siguientes actividades:

- Revisar el expediente del producto no conforme.
- Comunicarse con el cliente para tener mayor información sobre la no conformidad.
- Revisar el registro del producto, análisis, cálculos e informe, etc.
- Supervisar todos los factores que intervienen directa e indirectamente en el resultado final.

6.3 Informe de la acción correctiva

El jefe de división, unidad o de área contestará por escrito al cliente la acción correctiva a la no conformidad y mantendrá comunicación constante con el cliente hasta su completa satisfacción.

6.4 Registro y archivo

Todas las no conformidades se deben registrar en el formato de Registro de no conformidades (Anexo I) y deben ser archivadas en un registro único, por un período de dos años.

6.5 Cuestionario para clientes

La Gerencia de Laboratorio Central aplica un cuestionario a los clientes (anexo II) sobre la calidad de los productos, que comercializa, de esta manera asegura que éstos satisfacen las necesidades del cliente.

7.0 BIBLIOGRAFÍA

NMX.CC001:1995 (ISO 8402:1994) Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

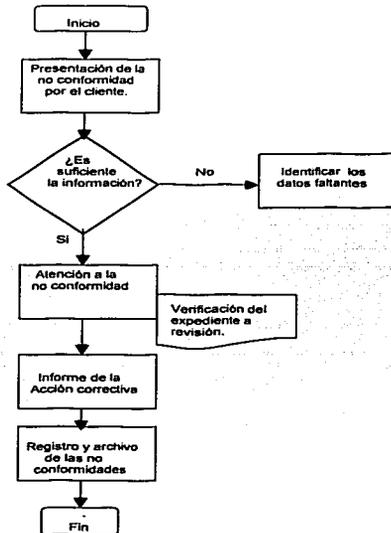
No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 4 DE 6

PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME

8.0 DIAGRAMA DE FLUJO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL.

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 5 DE 6

PROCEDIMIENTO PARA CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME

9.0 ANEXOS

- ANEXO I.- Registro de no conformidades.
- ANEXO II.- Cuestionario para clientes

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



GERENCIA DE
LABORATORIO CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL

REVISIÓN: 4

HOJA: 6 DE 6

ANEXO I

REGISTRO DE NO CONFORMIDADES

No	Datos del producto	Motivo de la no conformidad	Fecha de inconformidad	Fecha de atención	Responsable Nombre y firma	Observaciones

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

	GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL	VIGENTE A PARTIR DE: MARZO, 2001	No. DE CONTROL
		REVISIÓN: 4	HOJA: 6 DE 6

ANEXO II

**INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO
GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL
CUESTIONARIO**

Eje central Lázaro Cárdenas No. 152 Col. San Bartolo Atepehuacan,
México, D. F.C.P.07730

Cliente: _____ Fecha de atención _____

Gerencia/División/Unidad/Área: _____

Producto: _____

Con el objeto de mejorar la calidad de nuestros servicios, solicitamos a todos nuestros clientes llenar el siguiente cuestionario y enviarlo a nuestra dirección o al Fax:

ATENCIÓN Y OPORTUNIDAD:			
Muy buena ()	Buena ()	Regular ()	Mala ()
CALIDAD:			
Muy buena ()	Buena ()	Regular ()	Mala ()
PRECIO ADECUADO:			
Si ()	No ()		
Si su respuesta es regular, mala o no, favor de indicar su razón.			
OBSERVACIONES: _____			

RECIBÍÓ
Nombre y firma

Fecha _____

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Anexo D
PROCEDIMIENTO
PARA LA
APLICACIÓN DE
TÉCNICAS
ESTADÍSTICAS EN
EL CONTROL DE
PROCESO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

Nº. DE CONTROL
IG-004

REVISIÓN: 4

HOJA: -DE 7

PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS EN EL CONTROL DE PROCESO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ING DORA LUZ VELAZQUEZ HUIDOBRO
UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DE LA
GERENCIA DE LABORATORIO CENTRAL
Elaboró

REPRESENTANTES DE
LABORATORIOS DE LA
GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL
Revisó

Q. LINO CONROY PAZ
GERENTE DE LABORATORIO CENTRAL
Autorizó



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

Nº. DE CONTROL
IG-004

REVISIÓN: 4

HOJA: -DE 7

1.0 OBJETIVO

Definir el tratamiento estadístico de las muestras de control recibidas por el Laboratorio Central, para evaluar la repetibilidad de los resultados.

2.0 ALCANCE

Los criterios estadísticos que indica este procedimiento aplican únicamente a muestras de control de materiales de prueba, que se reciben en el Laboratorio Central.

3.0 RESPONSABILIDADES

Es responsabilidad de la Unidad de Control de Calidad seguir los lineamientos de éste procedimiento para evaluar los resultados de las muestras de control.

Es deber de toda persona que usa este procedimiento respetar las condiciones y restricciones indicadas en éste.

Es responsabilidad de todo el personal de la Gerencia de Laboratorio Central apearse a éste procedimiento.

4.0 RESUMEN

Este procedimiento describe los cálculos a efectuar para evaluar con criterios estadísticos los resultados de las muestras de control que se envían al Laboratorio Central, así como los pasos a seguir para construir gráficas de control.

El control más simple de precisión es conseguido por muestras duplicadas doble ciegas, incluidas como muestras de análisis rutinario que analiza el laboratorio. Las muestras duplicadas permiten un control sobre la presencia de errores significativos.

Los duplicados se obtienen al dividir un material de prueba en dos porciones iguales y estas submuestras se analizan como muestras independientes en el mismo periodo de tiempo, para que las condiciones de análisis (analistas, día, reactivo, equipo, etc.) se mantengan constantes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001.

No. DE CONTROL
IG-004

REVISIÓN: 4

HOJA: -DE 7

Las ventajas que presentan los análisis de muestras duplicadas son:

El análisis de muestras duplicadas permite evaluar la magnitud y dirección de las diferencias, son particularmente útiles cuando no se tienen el material de referencia adecuado, ya sea por inestabilidad del material, o por matriz no representativa.

Los duplicados permiten un control de repetibilidad sobre muestras reales, ya que todas las tendencias son eliminadas, cuando el analista desconoce que está analizando muestras duplicadas.

5.0 PROCEDIMIENTO

5.1 Las muestras duplicadas se preparan a partir de un material de prueba real, el cuál se homogeniza y se divide en 2 porciones, dando lugar a una muestra X_A y X_B , las cuales son muestras duplicadas de un mismo material de prueba (X).

Para construir la gráfica de control es necesario analizar 20 duplicados, pero cuando no es posible, un mínimo de 10 duplicados deben ser analizados.

Cada muestra del duplicado se identifica como una muestra independiente y se envía al laboratorio correspondiente para su análisis, para que las dos muestras sean tratadas bajo las mismas condiciones de análisis en el mismo tiempo, determinándose así la variación interlaboratorio.

5.2 Cálculos para muestras duplicadas

Los datos obtenidos de los duplicados se ordenan en una tabla como la siguiente:

Muestras duplicadas		Diferencia (d)	Diferencia al cuadrado
Análisis 1	Análisis 2	$(X_A - X_B)$	$d^2 = (X_A - X_B)$

5.2.1 Calcular la diferencia (d) de cada par duplicados, como sigue:

$$d = (X_A - X_B)$$

Donde:

X_A es el resultado de la muestra 1 duplicada de la muestra X
 X_B es el resultado de la muestra 2 duplicada de la muestra X

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
IG-004

REVISIÓN: 4

HOJA: DE 7

El signo de la diferencia permite reconocer rápidamente la tendencia que tiene el segundo resultado con respecto al primero.

5.2.2 Elevar al cuadrado cada una de las diferencias (d) obtenidas en los duplicados y anotar su valor en la cuarta columna de la tabla anterior.

5.2.3 Sumar las diferencias al cuadrado de todos los duplicados analizados.

5.2.4 Calcular la desviación estándar de los duplicados, con la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\text{Suma de los cuadrados de todas las diferencias}}{2 \times \text{número de duplicados}}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

Donde:

S = Desviación estándar.

n = Número de muestras analizadas.

5.2.5 Construcción de la gráfica de control para duplicados.

La gráfica de control de duplicados no requiere de cálculos complicados, por lo que es ampliamente usada en los laboratorios para monitorear la precisión.

Para calcular los límites de control de la gráfica de duplicados, se aplican las siguientes ecuaciones:

$$\text{Límite de control superior (LCS)} = +3\sqrt{2S}$$

$$\text{Límite de control inferior (LCI)} = -3\sqrt{2S}$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
IG-004

REVISIÓN: 4

HOJA: -DE 7

La línea central de la gráfica de control es cero, ya que es el valor esperado de la diferencia de cualquier duplicado ($X_A - X_B = 0$)

La gráfica se construye, con el valor de las diferencias de los duplicados, respetando el signo de la diferencia (+/-).

5.2.6 Interpretación

La gráfica de duplicados indica la magnitud de la variación que se presenta en los resultados, señalando posibles tendencias. Se espera que la mayor parte de los puntos estén localizados en la línea central de la gráfica, dado que es la misma muestra analizada bajo las mismas condiciones de operación.

5.3 Calcular el coeficiente de variación de los resultados (% CV)

El coeficiente de variación también se le conoce como desviación estándar relativa, el cual es un parámetro que indica la variación de una serie de medidas. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$\%CV = (S / \bar{X}) \times 100$$

Donde:

\bar{X} = es la suma de todos los resultados de las muestras que conforman los duplicados, dividida entre el número total de resultados.

S = Es la desviación estándar, calculada en el punto 5.2.4

5.4 Límites de verificación para duplicados al 95%

Para obtener éstos límites se multiplica el coeficiente de variación de los duplicados por el factor de grados de libertad según corresponda al número total y de muestras.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



GERENCIA DE LABORATORIO
CENTRAL

VIGENTE A PARTIR DE:
MARZO, 2001

No. DE CONTROL
IG-004

REVISIÓN: 4

HOJA: -DE 7

6.0 BIBLIOGRAFÍA

Milnev, Successful Management of the Analytical Laboratories. Lewis Publishers, Printed in The United States of America, 1992, Pp. 113-114.

ASTM E-180-83, Standard Practice for Determining the Precision of ASTM Method for Analysis and Testing of Industry Chemical.

Bennett C. And Franklin, Statistical Analysis in Chemistry and the Chemical industry. John Wiley and Sons- Printed in The United States of America, fifth printing, January 1967.

7.0 ANEXOS

Ninguno

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA.

1. ASTM-E-180-85, Determining the precision of ASTM methods for analysis and testing of industry chemical.
2. ASTM E-882, Accountability and Quality Control in the Chemical Analysis Laboratory
3. Bennett C. Statistical Analysis in Chemistry and the chemical industry, New York, John Wiley and Sons.
4. Bode Peter, Quality Management and Laboratory Accreditation at a University Analyst, Vol. 20, May 1995.
5. Crosby N. Ad Hoc Analysis How do you know you have got it right. Analytical Proceeding, Vol. 28, May 1991.
6. Douglas C. Montgomery, Control Estadístico de la Calidad. Grupo Editorial Iberoamericana. México, 1991.
7. Gardner J, Charting to Success within Analytical Laboratories, Analytical Proceeding, Vol. 30, July 1993.
8. Garfield Frederick, Principios de garantía de calidad para laboratorios analíticos, AOAC, Impreso en EUA 1993.
9. Graham R. Data Analysis for the Chemical Sciences a guide to statistical Techniques, printes in the United States of America, 1993.
10. Guide ISO/IEC 43. Proficiency testing by interlaboratory comparisons. February 1996.
11. International protocol for proficieny testing of chemical analytical laboratories. Journal of AOAC international. Vol. 76, No. 4, 1993.
12. ISO 8402 (Vocabulario)
13. Manual de Calidad implantado en la Gerencia de laboratorios del Instituto Mexicano del Petróleo
14. Miller I. Oscar, Successful Management of the analytical Laboratories, Lewis Publishers, printed in the USA, 1992
15. Mitra, A., Fundamentals of Quality Control & Improvement; Prentice Hall, 2nd ed., 1998
16. NMX-CC-13: 1992, Criterios Generales para la Operación de Laboratorios de Pruebas.
17. Normas Oficiales Mexicanas de Sistemas de Calidad (NOM.CC)
18. Rios A. Representativeness of analytical results. Analyst. Vol. 119, January 1994.
19. Royal Society of Chemistry. Internal Quality of Analytical Data. Analyst. Vol. 120 January 1995.

TRFCS CON
FALLA DE ORIGEN

20. Seminario de Investigación III en la UAM Iztacalco (2001): ISO 9000 Aplicado a la calidad en la Educación
21. Taller: "Análisis e Interpretación de la Norma ISO – 9001"
22. Taller: "Revisión del Vocabulario y Análisis e Interpretación de la Norma ISO 9001: 1994"
23. Tesis: Dejanira Juárez Hernández, UNITEC "Normas ISO 9000", 2000
24. Tesis: Liliانا Astudillo López, Universidad La Salle "Propuesta Metodológica para la implantación de un Sistema de Calidad", 2001
25. Thompson M. Quality concepts and practices applied to sampling an exploratory study. Analyst, Vol. 120, February 1995.
26. Thompson M. Quality Control of Analytical Systems, Analytical Proceedings, Vol. 29, May 1992.
27. Thompson M. What exactly is fitness for purpose in analytical measurement. Analyst. Vol. 121 March 1996.
28. Valcárcel Ríos, La calidad en los laboratorios analíticos, Ed, Reverté, España, 1992.
29. Walker Ronald, Chemical reference materials. Analytical Proceedings, Vol. 29, May 1992.
30. Williams A. Measurement Uncertainty in chemical analysis. Analytical Proceeding, Vol. 230 June 1993.

Direcciones Electrónicas Consultadas.

www.aimplas.com

www.aiteco.com

www.calidad.com.ar

www.geocities.com/calidad_cep/xr.htm

www.iso.ch

www.simiconsultora.com.ar/calidad.asp

www.sundevil.com

www.usuarios.intercom.es/calidad/calidad/peqintro.htm

www.usuarios.intercom.es/calidad/calidad/sasegur.htm

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FALLA DE ORIGEN
TESIS CON