



ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

**CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**"ELABORACION DE LA DOCUMENTACION NECESARIA
ESTABLECIDA EN LA NORMA 17025 PARA EL LABORATORIO
DE TOPOGRAFIA DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA
TIERRA Y CONSTRUCCION EN ENSAYOS DE CALIBRACION
PARA ESTACIONES TOTALES Y TEODOLITOS"**

ALEJANDRO CARDENAS

**ANTEPROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO GEOGRAFO Y DEL MEDIO AMBIENTE**

AÑO 2011

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, JOSÉ ALEJANDRO CÁRDENAS CARRERA

DECLARO QUE:

El proyecto de grado titulado “ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN NECESARIA ESTABLECIDA EN LA NORMA ISO 17025 PARA EL LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN EN ENSAYOS DE CALIBRACIÓN PARA ESTACIONES TOTALES Y TEODOLITOS”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Sangolquí, 15 de Septiembre de 2011

José Alejandro Cárdenas Carrera

CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE**CERTIFICADO**

Nosotros: ING. MARCO LUNA e ING. PAULINA GUEVARA

CERTIFICAMOS

Que, el Proyecto de grado titulado “ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN NECESARIA ESTABLECIDA EN LA NORMA ISO 17025 PARA EL LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN EN ENSAYOS DE CALIBRACIÓN PARA ESTACIONES TOTALES Y TEODOLITOS”, realizado por el Sr. José Alejandro Cárdenas Carrera, ha sido revisado prolijamente y cumple con los requerimientos: teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la ESPE, por lo que nos permitimos acreditarlo y autorizar su entrega al Sr. Ing. Francisco León L., en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente. El trabajo en mención consta de dos empastados y dos discos compactos el cual contienen el documento en formato portátil de Acrobat (pdf).

Sangolquí, 15 de Septiembre de 2011

ING. MARCO LUNA
DIRECTOR

ING. PAULINA GUEVARA
CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRICTO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO
AMBIENTE

AUTORIZACIÓN

Yo, JOSE ALEJANDRO CARDENAS

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado “ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN NECESARIA ESTABLECIDA EN LA NORMA ISO 17025 PARA EL LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA DEL DEPARTAMENTO DE LA CIENCIA DE LA TIERRA Y CONSTRUCCIÓN EN ENSAYOS DE CALIBRACIÓN PARA ESTACIONES TOTALES Y TEODOLITOS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 15 de Septiembre de 2011

José Alejandro Cárdenas Carrera

DEDICATORIA

El presente, trabajo está dedicado a mis padres, quienes con amor y sacrificio me han guiado y acompañado durante todas las etapas de mi carrera estudiantil.

Reconozco y valoro en ellos su ejemplo de lucha y abnegación que me han dado fortaleza en los momentos de debilidad y amor durante toda mi existencia.

Quiero dedicar este trabajo, mi carrera profesional y mi vida entera a Dios que me ha bendecido de todas las formas posibles y me ha dado las oportunidades necesarias para salir adelante con todos mis proyecto.

Con todo mi amor y agradecimiento:

Su hijo

Alejandro

AGRADECIMIENTO

Con este trabajo, quiero expresar y dejar constancia de mi agradecimiento a la Escuela Politécnica del Ejército, noble institución que me abrió las puertas y que a lo largo de toda mi formación universitaria, constituyo un soporte técnico, científico y académico, que ha dejado en mi un cúmulo de conocimientos, pero sobre todo valores que me comprometo a mantenerlos en el ejercicio de mi profesión y de mi vida.

Mi especial gratitud, a todos aquellos maestros que dentro de las aulas fueron brillantes guías y modelos a seguir, y que fuera de ellas fueron amigos con los que pude contar en todo momento.

Un agradecimiento muy especial a los señores Ing. Marco Luna Director de Tesis y a la Ing. Paulina Guevara Codirectora, su valiosa colaboración, dirección y acompañamiento, han permitido que concluya con éxito mi trabajo.

Hago extensivo mi agradecimiento al Ing. Alexander Robayo, su incondicional ayuda y su amistad han sido un factor importante en mi formación académica, profesional y humana.

Quiero agradecer a mis padres, pilar fundamental de mi vida, a mi hermano y a toda mi familia que siempre han confiado en mí.

Alejandro

INDICE

PORTADA.....	1
CERTIFICACIONES.....	2
AGRADECIMIENTO.....	6
INDICE	7
CAPITULO I	10
1 DESCRIPCION DEL PROYECTO	10
1.1 Antecedentes	10
1.2 Definición del problema.....	11
1.3 Justificación e importancia del proyecto.....	12
1.4 Objetivos	13
1.4.1 General.....	13
1.4.2 Específicos	14
1.5 Metas.	14
CAPITULO II	15
2 NORMAS PARA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS Y DESCRIPCIÓN DE LA NORMA ISO 17025 REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN.	15
2.1 Resumen.....	15
2.2 Introducción.....	17
2.3 Desarrollo.....	19
2.3.1 Organización y gestión	19
2.3.2 Sistema de gestión	22
2.3.3 Revisión de la solicitud, la oferta o el contrato.....	24
2.3.4 Compra de servicios y suministros	34

2.3.5	Servicio al cliente.....	36
2.4	Diagnostico	38
2.4.1	Quejas	38
2.4.2	Control de trabajos de ensayos no conformes	41
2.4.3	Mejora continua	45
2.4.4	Auditorías internas.....	46
2.4.5	Revisiones de la dirección	47
2.4.6	Registros	48
2.4.7	Registros técnicos	49
2.5	Capacitación	51
2.5.1	Acciones preventivas.....	51
2.5.2	Acciones correctivas.....	52
2.6	Confección de documentos.....	56
2.6.1	Control de los documentos	56
2.6.2	Aprobación y emisión de documentos	58
2.6.3	Cambios en los documentos	59
CAPITULO III		60
INSTRUMENTOS.....		60
CAPITULO IV		114
PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN.....		114
•	Radiocomunicaciones	120
•	Miras invar.....	130
CAPITULO V		137
IMPLANTACION DE LABORATORIO DE CALIBRACION DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS.		137

• REVISION EQUIPOS Y CALIBRACION DE NIVELES LASER Y OPTICOS: 160	
• REVISION EQUIPOS Y CALIBRACION DE TEODOLITOS:	160
• REVISION EQUIPOS Y CALIBRACION ESTACION TOTAL:	160
CAPITULO VI	168
3 IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO 17025	168
Métodos de ensayo	189
3.1 Equipos	194
3.2 Trazabilidad de las medidas.....	200
3.3 Aseguramiento de la calidad de los resultados	204
3.4 Informe de Resultados	209
CONCLUSIONES.....	217
RECOMENDACIONES	218
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	219

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes

“La Metrología (del griego, medidas y tratado) es la ciencia y técnica que tiene por objeto el estudio de los sistemas de pesos y medidas, y la determinación de las magnitudes físicas” ¹.

La Metrología es la ciencia de la medida y se ocupa de cuantificar mediante el resultado numérico de las mediciones, los atributos observables, fenómenos y características que conforman la naturaleza o medio físico en los que el hombre se desenvuelve, mediante sus propiedades, en lo que se lo llama magnitudes físicas.

De esta forma, el mundo experimental y el teórico se integran, sin pretender alcanzar la verdad, para interpretar el resultado de lo observable y prever lo medible, cuyos resultados utilizará y aprovechará posteriormente el técnico, a fin de aplicarlo y para que redunde en beneficio de todos.

La Metrología es, pues, el conjunto de conocimientos y aplicaciones que sirven de base para establecer las leyes de la naturaleza, así como para explicar y predecir los fenómenos que en ella tienen lugar.

Por la importancia del tema y de las características que cada equipo maneja se busca implementar en la Escuela Politécnica del Ejército un centro calificado

¹ María Moro Piñeiro; Metrología: Introducción, conceptos e instrumentos Universidad de Oviedo

para la certificación y calibración de equipos de medición Topográfica a Nivel Nacional y a la vez utilizarlos en los diferentes proyectos y estudios.

El Centro de Calibración para instrumentos de medición topográfica, deberá estar dotado con todas las herramientas necesarias para asegurar un correcto funcionamiento en la medición, considerando que una calibración puede también servir para determinar otras propiedades metroológicas tales como los efectos de las magnitudes de influencia.

Con la implementación de este proyecto se podrá asegurar que algunos instrumentos como teodolitos, medidores de distancias etc. se muestren como eficaces aliados para la solución de muchos problemas de medida.

1.2 Definición del problema.

En los países desarrollados, la existencia de una Base de Calibración de Instrumentos Topográficos y Geodésicos es indispensable para poder controlar la producción en los ámbitos de la ingeniería.

Es estos países se cuentan con contratos comerciales que hace necesario contar con recursos estandarizados para un intercambio comercial, es decir homogeneidad en los procesos de producción.

El Centro garantizará la precisión y exactitud del equipo a patrones internacionales, si mismo, a petición de empresas o usuarios interesados, se podría expedir certificaciones de calibración, verificación o informes técnicos de ajuste de los instrumentos, que complementarían a las que emiten por las empresas distribuidoras de dichos equipos y ayudaría a resolver sus problemas.

Los problemas identificados en este estudio son:

1. Mediciones con cierto grado de error o incertidumbre.
2. Falta de emisiones de documentos certificados en los equipos de medición topográfica.
3. Falta de equipos calibrados que son necesarios para el trabajo.
4. Equipos sin aseguramiento de calidad para su funcionamiento.
5. Falta de un inventario de equipos certificados, calificados para la contratación pública.

1.3 Justificación e importancia del proyecto.

Las obras de construcción, las obras de minería y la inspección de ingeniería requieren cada vez más de la competencia de los profesionales que trabajan en sus obras, así como también de la calibración de los instrumentos que estos utilizan.

Una parte sumamente importante en la realización de estos trabajos son los instrumentos de Topografía, los cuales deben poseer un certificado de calibración cuyo "error" (errores sistemáticos) e incertidumbre asociada a este error (errores aleatorios) sean conocidos y a la vez trazables a un patrón internacional. Estos errores e incertidumbres deben ser obtenidos por un Centro de Calibración que posea trazabilidad, competencia técnica (conocimientos) y capacidad de medida (equipos) para cada magnitud en cuestión.

El Centro de Calibración destina sus esfuerzos al aseguramiento de la calidad en la realización de los distintos trabajos de ingeniería y construcción tanto públicas como privadas en lo que a medición se refiere, partiendo desde un requisito gubernamental hasta lograr aplicar hoy en día el beneficio

diferenciador de la eficiencia de los servicios prestados, tanto en la competencia del personal como en la certificación de su sistema de gestión.

El Centro de calibración que se implementará en las instalaciones de la Escuela Politécnica del Ejército trabajará de acuerdo a las normas establecidas por el INEN (Instituto Nacional de Normalización), y basará sus procedimientos de calibración en el compendio de Normas internacionales para pruebas con Instrumentos geodésicos ISO 17125.

Los certificados de calibración serán elaborados por el Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción de la Escuela Politécnica del Ejército bajo una guía de calibración, lo que permitirá entregar un servicio completo para los instrumentos de medición topográfica.

Cada espacio físico correspondiente al Centro de Calibración será controlado por equipos auxiliares de calibración (equipos destinados a apoyar el proceso de calibración), los cuales serán correctamente calibrados en centros acreditados y con trazabilidad en la magnitud respectiva.

Estos equipos estarán dispuestos en bancos de prueba validados y los registros que emanen del proceso de calibración se mantendrán bajo un control documentado como respaldo de las acciones realizadas.

1.4 **Objetivos**

1.4.1 **General**

“Diseñar la norma ISO 17025 para el Centro de Calibración de topografía del Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción en ensayos de calibración para estaciones totales y teodolitos.

1.4.2 Específicos

Dentro de los objetivos específicos se tiene los siguientes:

- Estudiar la norma ISO 17025 requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- Diseñar estructuralmente el centro de calibración de equipos de topografía.
- Implantar la norma ISO 17025 para el laboratorio de calibración de equipos topográficos
- Elaborar los ensayos de calibración y validar el manual de procedimientos

1.5 Metas.

Un juego de planos del diseño del centro de calibración de equipos

Elaboración del manual de Capacitación del personal a cargo del Centro de Calibración y Certificación de Equipos de medición Topográficos.

Elaboración del formato de hojas de vida para los equipos de medición topográfica que ingresen al centro.

Elaborar el manual de calidad del centro de calibración de equipos topográficos.

Elaborar el manual de procedimientos necesarios para la calibración de equipos topográficos.

Elaborar una lista de materiales e instrumentos básicos indispensables para que funcione dicho centro.

Un juego de registros de las pruebas de calibración realizadas.

Elaborar el plan de seguimiento del sistema de calidad para calibración de equipos.

CAPITULO II

NORMAS PARA CALIBRACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS Y DESCRIPCIÓN DE LA NORMA ISO 17025 REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y CALIBRACIÓN.

2.1 Resumen.

Las normas ISO surgen para armonizar la gran cantidad de normas sobre gestión de calidad que estaban apareciendo en distintos países del mundo.

Los organismos de normalización de cada país producen normas que resultan del consenso entre representantes del estado y de la industria. De la misma manera las normas ISO surgen del consenso entre representantes de los distintos países integrados a la I.S.O.

La norma ISO/DIS 17025 se creó como consecuencia de la basta experiencia que se obtuvo de la guía 25:1990 de ISO/IEC y la EN 45001:1989 y de la necesidad de actualizar el documento, de esta forma la norma 17025 pasó a sustituir a estos documentos, muchos países ya han adoptado la norma 17025 como base para establecer sistemas de calidad en laboratorios y para reconocer su capacidad y competencia.

La norma ISO/DIS 17025 contiene todos los requisitos que deben cumplir los laboratorios de calibración y ensayo, para demostrar que son técnicamente competentes, operacionalmente capacitados, como su calidad en trabajo para poder generar resultados técnicamente validos.

Esta norma internacional es aplicable a todos los laboratorios, independientemente de la cantidad de empleados o de la extensión del alcance de las actividades de ensayo o de calibración. Cuando un centro de calibración no realiza una o varias de las actividades contempladas en esta norma internacional, tales como el muestreo o el diseño y desarrollo de nuevos métodos, los requisitos de los apartados correspondientes no se aplican.

Los principales objetivos de la 17025 son:

- Establecer un patrón internacional único para testificar la competencia de los laboratorios para realizar ensayos y/o calibraciones, incluyendo muestreo. Tal patrón facilita el establecimiento de acuerdos de reconocimiento mutuo entre organismos de acreditación nacionales.
- Facilitar la interpretación y la aplicación de los requisitos, evitando, al máximo posible, opiniones divergentes y conflictivas. Al incluir muchas notas que prestan aclaraciones sobre el texto, ejemplos y orientaciones, la 17025 reduce la necesidad de documentos explicativos adicionales.
- Extender el alcance en relación a la ISO Guía 25, abarcando también muestreo y desarrollo de nuevos métodos.
- Establecer una relación más estrecha, clara y sin ambigüedad con la ISO 9001 y 9002 (la 17025 es de 1999, por lo tanto, anterior a la publicación de la 9001:2000).

Los laboratorios de calibración y ensayo que cumplen lo establecido en esta Norma Internacional también operan en conformidad con la ISO 9001 o la ISO

9002 y son capaces, si así lo desean, de aplicar un único sistema de la calidad que cumpla a la vez los requisitos de esta Norma Internacional y de la ISO 9001-2.

La norma ISO 17025 regula aspectos esenciales de un centro de calibración y los cuales se resumen en 2 tipos de requisitos:

- Requisitos relativos a la gestión
- Requisitos Técnicos

Como se citó en el principio, esta norma es la creación de toda las experiencia de las normativas 25:1990 de ISO/IEC y la EN 45001:1989, por tal razón es una norma que abarca varios parámetros que son esenciales.

2.2 Introducción

Esta Norma Internacional contiene todos los requisitos que deben cumplir los laboratorios de calibración y ensayo que desee demostrar que trabajan con un sistema de la calidad, son técnicamente competentes y tienen capacidad para generar resultados técnicamente válidos.

Las razones principales por las cuales un centro de calibración se acredita son:

- Identificar la competencia específica de los laboratorios.
- Establecer estándares mínimos de competencia.
- Mejora el cumplimiento de Normas.
- Conocer los requerimientos regulatorios.
- Asegurar la aceptación de los datos del laboratorio.

En el presente capítulo se tratará cuatro aspectos que ayudarán a entender mejor la norma ISO 17025 y serán la base para poder integrar la norma al Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción de la Escuela Politécnica del Ejército.

Los aspectos antes mencionados son:

- ✓ Desarrollo
- ✓ Diagnóstico
- ✓ Capacitación
- ✓ Confección de documentos

➤ Desarrollo

En el desarrollo se tratará aspectos tales como la organización y gestión, la subcontratación de ensayos y calibración, el sistema de calidad, el servicio al cliente, que se deben de llevar por medio de esta norma.

➤ Diagnóstico

El diagnóstico enfocará aspectos que ayudarán a conocer el nivel en el que se encuentra los laboratorios por medio de control de trabajo de ensayos no conforme, quejas, la revisión de pedidos ofertas, acuerdos y auditorías internas.

➤ Capacitación

Para poder cumplir la normas ISO 17025 se debe llevar un proceso de capacitación que con lleva acciones correctivas y preventivas, mejoras continuas, las mismas que ayudarán a mantener el estándar de calidad que se pretende obtener por medio de la norma.

➤ **Confección de documentos**

El llevar una normativa en cuanto a la confección de documentos ayuda a controlar los mismos y tener respaldos en los cuales poder basarse.

2.3 Desarrollo

2.3.1 Organización y gestión

Para poder cumplir la norma ISO 17025 el centro de calibración o la organización de la que forma parte será una entidad con responsabilidad legal.

Es responsabilidad del centro de calibración realizar sus actividades de ensayo y de calibración de modo que cumplan los requisitos de esta norma internacional y se satisfaga las necesidades de los clientes, autoridades reglamentarias u organizaciones que otorgan reconocimiento.

El centro de calibración se organizará y operará de modo que cumpla todos los requisitos de esta Norma Internacional, ya sea al trabajar en sus instalaciones permanentes, en lugares ajenos a éstas o en instalaciones - temporales o móviles asociadas.

Si el centro de calibración forma parte de una organización que realiza actividades que no sean calibraciones y/o ensayos, se definirán las responsabilidades del personal fundamental de la organización que participe o influya en las actividades de calibración y/o ensayo del laboratorio, con el fin de identificar conflictos potenciales de intereses.

Connotación

- Si el centro de calibración forma parte de una organización de mayor tamaño, se tomarán medidas organizativas tales que los departamentos donde existan conflictos de intereses en áreas tales como producción, comercialización o finanzas no afecten la conformidad del centro de calibración con los requisitos de esta Norma Internacional.

El Centro de Calibración:

- ✓ Contará con un personal gerencial y técnico con la autoridad y los recursos necesarios para realizar sus deberes e identificar la ocurrencia de desviaciones en el sistema de la calidad o en los procedimientos de calibración y/o ensayo, y emprender acciones para prevenir o minimizar dichas desviaciones.
- ✓ Tomará medidas para asegurar que su gerencia y personal estén exentos de cualquier tipo de presiones comerciales, financieras o de otro tipo, tanto internas como externas, que puedan influir de manera adversa en la calidad de su trabajo;
- ✓ Contará con políticas y procedimientos para asegurar la protección de la información confidencial y los derechos de propiedad de sus clientes, incluyendo procedimientos para proteger la transmisión electrónica de los resultados;
- ✓ Contará con políticas y procedimientos para evitar la participación en toda actividad que pueda perjudicar la confianza existente en su competencia, imparcialidad, juicio o integridad operativa;

- ✓ Definirá, con la ayuda de gráficos ilustrativos, la estructura organizativa y administrativa del laboratorio, su lugar en alguna organización matriz, y los vínculos entre la administración, las operaciones técnicas, los servicios de apoyo y el sistema de la calidad;
- ✓ Especificará la responsabilidad, autoridad e interrelaciones de todo el personal que dirige, ejecuta o verifica el trabajo relacionado con la calidad de las calibraciones y/o los ensayos;
- ✓ Proveerá la supervisión adecuada del personal de calibración y ensayo, incluyendo a los adiestrados, por parte de personas familiarizadas con los métodos y procedimientos de calibración y/o ensayo, el objetivo cada calibración y/o ensayo, y la evaluación de los resultados de calibración y/o ensayo;
- ✓ Contará con una gerencia técnica con responsabilidad global por las operaciones técnicas y el suministro de recursos necesarios para asegurar la calidad requerida del trabajo del laboratorio;
- ✓ Designará a un miembro del personal como gerente de la calidad (o algún otro nombre), el cual, independientemente de otros deberes y responsabilidades, tendrá responsabilidad y autoridad definidas para garantizar que se aplique y respete en todo momento el sistema de la calidad; el gerente de la calidad tendrá acceso directo al máximo nivel de dirección en que se toman las decisiones sobre la política o los recursos del laboratorio;
- ✓ Designará responsables para cargos gerenciales claves, tales como el de gerente de la calidad.

Connotaciones

- Puede haber requisitos legales o de otro tipo donde se especifique que el centro de calibración sea un centro calificado.
- Todo centro de calibración que desee ser reconocido como centro de calibración de tercera parte puede enfrentarse a la necesidad de presentar evidencia documental a sus clientes y otras partes interesadas de que no está sometido a ninguna influencia que pueda comprometer su independencia e imparcialidad.
- En los laboratorios con un pequeño número de personal, es posible que los individuos desempeñen más de una función y no resulte práctico designar responsables para cada una de las funciones.

Para poder contar con una organización adecuada es vital y necesario tener un organigrama estructural del centro de calibración para que el personal tenga en claro su puesto y funciones.

2.3.2 Sistema de gestión

El Centro de calibración debe establecer, implementar y mantener un sistema de gestión apropiado al alcance de sus actividades. El Centro de calibración debe documentar sus políticas, sistemas, programas, procedimientos e instrucciones tanto como sea necesario para asegurar la calidad de los resultados de los ensayos o calibraciones. La documentación del sistema debe ser comunicada al personal pertinente, debe ser comprendida por él, debe estar a disposición y debe ser implementada por él.

Las políticas del sistema de gestión del Centro de calibración concernientes a la calidad, incluida una declaración de la política de la calidad, deben estar definidas en un manual de la calidad (o como se designe). Los objetivos generales deben ser establecidos y revisados durante la revisión por la dirección. La declaración de la política de la calidad debe ser emitida bajo la autoridad de la alta dirección. Como mínimo debe incluir lo siguiente:

- ✓ El compromiso de la dirección del centro de calibración con la buena práctica profesional y con la calidad de sus ensayos y calibraciones durante el servicio a sus clientes.
- ✓ Una declaración de la dirección con respecto al tipo de servicio ofrecido por el centro de calibración.
- ✓ El propósito del sistema de gestión concerniente a la calidad.
- ✓ Un requisito de que todo el personal relacionado con las actividades de ensayo y de calibración dentro del centro de calibración se familiarice con la documentación de la calidad e implemente las políticas y los procedimientos en su trabajo.
- ✓ El compromiso de la dirección del centro de calibración de cumplir esta norma internacional y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión.

Connotación

- Es conveniente que la declaración de la política de la calidad sea concisa y puede incluir el requisito de que los ensayos y las calibraciones siempre deben efectuarse de acuerdo con los métodos establecidos y los requisitos de los clientes. Cuando el centro de calibración de ensayo o de calibración forme parte de una organización mayor, algunos elementos de la política de la calidad pueden estar en otros documentos

La alta dirección debe proporcionar evidencias del compromiso con el desarrollo y la implementación del sistema de gestión y con mejorar continuamente su eficacia.

La alta dirección debe comunicar a la organización la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios

El manual de la calidad también incluirá o hará referencia a los procedimientos de apoyo, incluyendo los de tipo técnico, y destacará la estructura de la documentación utilizada en el sistema de la calidad. El manual de la calidad se mantendrá actualizado.

El manual de la calidad definirá las funciones y responsabilidades de la gerencia técnica y del gerente de la calidad, incluyendo su responsabilidad en garantizar la conformidad con esta Norma Internacional.

La alta dirección debe asegurarse de que se mantiene la integridad del sistema de gestión cuando se planifican e implementan cambios en éste.

2.3.3 Revisión de la solicitud, la oferta o el contrato.

El centro de calibración establecerá y mantendrá procedimientos para la revisión de solicitudes, ofertas o contratos. Las políticas y los procedimientos para la revisión de cada contrato, solicitud u oferta que conduzca a un contrato de calibración y/o ensayo garantizará que:

- ✓ Los requisitos, incluyendo los métodos a aplicar, estén adecuadamente definidos, documentados y comprendidos.

- ✓ El centro de calibración tiene la capacidad y los recursos para cumplir los requisitos.
- ✓ Se escogió el método de calibración y/o ensayo adecuado para cumplir los requisitos del cliente.

Antes de comenzar el trabajo se resolverá toda diferencia entre la solicitud u oferta y el contrato. Cada contrato debe ser aceptable tanto para el centro de calibración como para el cliente.

Connotaciones

- La revisión de la solicitud, oferta o contrato debe ser práctica y eficaz, y se debe tener en cuenta el efecto de aspectos financieros, legales y relativos al cronograma de trabajo.
- La revisión de la capacidad debe establecer que el centro de calibración tenga los recursos físicos, intelectuales e informativos necesarios y que el personal del centro de calibración posee los conocimientos y las habilidades requeridos para hacer las calibraciones y/o los ensayos en cuestión. La revisión puede incluir también resultados de participaciones anteriores en comparaciones inter-laboratorios o ensayos de aptitud y/o la aplicación de pruebas de calibración o ensayo con muestras o artículos de valor conocido para definir incertidumbres de medición, límites de detección y de confianza, etc.
- El contrato puede ser cualquier acuerdo escrito mediante el cual el cliente pueda contar con servicios de calibración y/o ensayo.
- Se conservarán registros de estas revisiones, incluyendo todo cambio significativo. También se conservarán registros de las reuniones pertinentes con el cliente en las que se hayan analizado sus requisitos

o los resultados del trabajo realizado durante el período de ejecución del contrato.

Para las tareas de rutina y otras labores sencillas, se consideran suficientes la fecha y la identificación (por ejemplo, las iniciales) de la persona del centro de calibración responsabilizada con el trabajo contratado. En el caso de tareas de rutina repetitivas, basta sólo con que la revisión se realice en la etapa inicial de encuesta o en el momento que se otorgue el contrato para trabajos de rutina en curso, realizados a partir de un acuerdo general con el cliente, siempre que los requisitos del cliente permanezcan invariables. En el caso de tareas de calibración y/o ensayo que sean nuevas, complicadas o avanzadas, se conservará un registro más abarcador.

La revisión incluirá también todo trabajo que sea sub-contratado por el laboratorio.

Si es necesario modificar un contrato una vez comenzado el trabajo, se repetirá el mismo proceso de revisión del contrato y se comunicará al personal pertinente toda modificación realizada.

Para poder realizar la revisión de solicitudes, ofertas, es necesario codificar los pedidos, ofertas, acuerdos, ordenes de trabajo para de esta forma llevar un control, a continuación se presenta un esquema de la codificación que se debe efectuar en el laboratorio

Tabla. 2.1. Codificación Del Pedido Del Cliente

PC XYYYY	
Código	Significado
PC:	Abreviatura de pedido del cliente
XX:	Números correspondientes a las dos últimas cifras del año vigente.
YYY:	Número correlativo del pedido.
EJEMPLO:	PC 11001

Tabla. 2.2. Codificación del registro oferta de servicios

OF XYYYY	
Código	Significado
OF:	Abreviatura de oferta de servicios
XX:	Números correspondientes a las dos últimas cifras del año vigente.
YYY:	Número correlativo del pedido.
EJEMPLO:	OF 11001

Tabla. 2.3. Codificación Del Acuerdo De Trabajo

AT XYYYY	
Código	Significado
AT:	Abreviatura de acuerdo de trabajo
XX:	Números correspondientes a las dos últimas cifras del año vigente.
YYY:	Número correlativo del pedido.
EJEMPLO:	AT 11001

Tabla. 2.4. Codificación Del Registro Orden De Trabajo

OT XYYYY	
Código	Significado
OT:	Abreviatura de orden de trabajo
XX:	Números correspondientes a las dos últimas cifras del año vigente.
YYY:	Número correlativo del pedido.
EJEMPLO:	OT 11001

Tabla. 2.5. Codificación de las muestras

ML XXYYY	
Código	Significado
M:	Abreviatura de muestra
L:	Área de trabajo designada
XX:	Números correspondientes a las dos últimas cifras del año vigente.
YYY:	Número correlativo del pedido.
EJEMPLO:	MG 11001

✓ Codificación Muestras

Después de realizar una codificación de los pedidos, se procede a la revisión de dichos pedidos, ofertas y acuerdos, para realizar esta función, se detalla una tabla de actividades.

Tabla. 2. 6. Pedido al cliente

	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION DE PEDIDOS, OFERTAS Y ACUERDOS
	ACTIVIDAD
PEDIDO DEL CLIENTE:	<p>Recibir solicitudes escritas</p> <p>Documentar solicitud o pedido en el formato RMC-04-01: I</p> <ul style="list-style-type: none"> •Datos del Cliente •Servicio solicitado <p>Asignar código cuya sistemática se describe en el ANEXO I</p> <p>Despejar todas las inquietudes que puede presentarse en el cliente al momento de solicitar el servicio.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Explicación de requisito: cantidad de muestra, método a emplear, <p>Si la solicitud procede se elaborara la oferta de servicios</p>

	caso contrario, el Registro empleado RMC-04-01 caducará su validez y se destinará según ARCHIVO PGI-LMA-03.
DOCUMENTO	RMC-04-01 PEDIDO DEL CLIENTE.
RESPONSABLE:	RT: Responsable Técnico

Tabla 2. 7. Oferta de servicios

	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION DE PEDIDOS, OFERTAS Y ACUERDOS
ACTIVIDAD	
OFERTA DE SERVICIOS:	<p>Si realizara la oferta cuando proceda de una solicitud o directamente requerida por el cliente</p> <p>La oferta contendrá los datos generales del cliente, el ensayo solicitado, el número de ensayos, el método a emplear y el costo parcial y total.</p> <p>La oferta será informada al director del departamento como constancia del servicio.</p> <p>Asignar el código correspondiente al formato.</p> <p>NOTA: Caso de no concretarse la oferta de servicios por cualquier motivo, el Registro empleado RMC-04-02 caducará su validez y se destinará según ARCHIVO PGI-LMA-03.</p>
DOCUMENTO	RMC-04-02 OFERTA DE SERVICIOS
RESPONSABLE:	RT: Responsable Técnico

Tabla. 2. 8. Acuerdos

	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION DE PEDIDOS, OFERTAS Y ACUERDOS
	ACTIVIDAD
ACUERDO:	<p>Se puede realizar sin oferta de servicio, el cliente directamente viene con la muestra y documentos.</p> <p>El cliente entrega la muestra.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asignar el código al formato RMC-04-03 ACUERDO • Recopila toda la información en la solicitud trabajo • En la solicitud de trabajo se señala: <ul style="list-style-type: none"> - Datos del cliente, - Servicio Solicitado, - Datos de la muestra. • Evaluar la muestra para ver si cumple con los requisitos, caso contrario se rechaza dejando constancia de la razón en la solicitud de trabajo. <p>El cliente como el LMA validará la aprobación del acuerdo con sus correspondientes firmas.</p> <p>Para el código del registro ACUERDO DE TRABAJO se emplea la sistemática señalada en el ANEXO I.</p>
DOCUMENTO	RMC-04-03 ACUERDO
RESPONSABLE:	JL: Jefe de Centro de calibración

Tabla. 2. 9. Revisión de acuerdos de trabajo

	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION DE PEDIDOS, OFERTAS Y ACUERDOS
	ACTIVIDAD
REVISIÓN DE ACUERDOS DE TRABAJO:	<ul style="list-style-type: none"> •Se dejará constancia de cualquier modificación o anomalía del acuerdo con conocimiento del cliente. •En el caso que el LMA subcontrate, el cliente debe estar informado. • Se almacena la muestra según su necesidad de conservación.
DOCUMENTO	RMC-04-03 ACUERDO DE TRABAJO
RESPONSABLE:	JL: Jefe de Centro de calibración RT: Responsable Técnico

Tabla. 2. 10. Orden de trabajo

	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION DE PEDIDOS, OFERTAS Y ACUERDOS
	ACTIVIDAD
ORDEN DE TRABAJO:	<ul style="list-style-type: none"> • La Muestra es enviada con la orden de trabajo al centro de calibración y el responsable firmará la recepción y si existiera alguna observación podrá registrar en este apartado.

	<ul style="list-style-type: none"> •Para emitir la orden de trabajo se asignará el código y se especificará si la orden de trabajo proviene de una oferta de servicios o una solicitud directamente, por esto en la orden de trabajo se escribirán los códigos de la Oferta y/o Solicitud de trabajo. •La orden de trabajo será llenada con la siguiente información: <ul style="list-style-type: none"> -Información y datos (códigos) de las Muestras y Submuestras. -La Distribución de las Muestras y Submuestras para los distintos ensayos. -El responsable del ensayo. •Se asigna los ensayos analíticos al analista con la información pertinente. • Realización de análisis • Elaboración de informes • Entrega de resultados • Registro de entrega de resultados
DOCUMENTO	RMC-04-04 ORDEN DE TRABAJO
RESPONSABLE:	JL: Jefe de Centro de calibración RT: Responsable Técnico AN: Analista de laboratorio RC: Responsable de calidad

Tabla. 2. 11. Modificaciones en el acuerdo

	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION DE PEDIDOS, OFERTAS Y ACUERDOS
	ACTIVIDAD
MODIFICACIONES EN EL ACUERDO	<p>Si se solicitara el cambio de un acuerdo de trabajo en proceso por parte de un cliente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar el acuerdo, • Informar a todos los responsables (Responsable Técnico y Analista) del procesamiento de la muestra para que realicen las acciones de cambio. <p>Documentar el cambio en el acuerdo de Trabajo</p>
DOCUMENTO	RMC-04-03 ACUERDO DE TRABAJO
RESPONSABLE:	RT: Responsable Técnico AN: Analista de laboratorio

Tabla. 2. 12. Almacenamiento temporal de las muestras

	PROCEDIMIENTO PARA LA REVISION DE PEDIDOS, OFERTAS Y ACUERDOS
	ACTIVIDAD
ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE LAS MUESTRAS	<ul style="list-style-type: none"> • Las muestras que fueron analizadas se mantendrá en el área de almacenamiento por un tiempo de 1 mes. • Se realizará un seguimiento de las muestras empleando el registro RMC-04-05 EN el cual se detalla la identificación de la muestra, la fecha de recepción, entrega de

	<p>resultados y de prevista eliminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La fecha de la eliminación será registrada según el criterio del Responsable técnico.
DOCUMENTO	<p>RMC-04-05</p> <p>CONTROL DE SEGUIMIENTO DE MUESTRA</p>
RESPONSABLE:	<p>RT: Responsable Técnico</p>

2.3.4 Compra de servicios y suministros

El centro de calibración contará con políticas y procedimientos para la selección y compra de aquellos servicios y suministros que influyan en la calidad de las calibraciones y/o los ensayos. Existirán procedimientos para la compra, la recepción y el almacenamiento de insumos para las calibraciones y los ensayos

El centro de calibración utilizará sólo aquellos servicios y suministros que tengan la adecuada calidad para preservar la confianza en los resultados de calibraciones y/o ensayos. Los servicios y suministros utilizados cumplirán requisitos especificados. Se mantendrán registros de las acciones emprendidas para comprobar dicho cumplimiento.

Los documentos de compra de aquellos artículos que influyen en la calidad de lo que produce el centro de calibración contendrán datos descriptivos del producto solicitado. Se revisará y aprobará el contenido técnico de estos documentos de compra antes de su emisión.

Para realizar el proceso de compras de servicio y suministro se necesita cumplir ciertas actividades las cuales se detallaran a continuación y el responsable encargado de realizarlas.

Tabla. 2. 13. Actividades y responsables del proceso de compra de servicios y suministro.

RESPONSABLE	ACTIVIDAD
Director del departamento	Aprobar y gestionar la adquisición de reactivos, suministros, materiales y servicios.
Jefe del Laboratorio	Solicitar al Director del departamento la adquisición de reactivos, suministros, materiales y servicios.
Responsable Técnico	Elaborar necesidades de adquisición de reactivos, suministros, materiales y servicios.

Connotación

- La descripción puede incluir tipo, clase, grado, identificación exacta, especificaciones, diagramas, instrucciones de inspección y otros datos técnicos, incluyendo la aprobación de los resultados de ensayo, la calidad requerida y la norma del sistema de la calidad a partir de la cual se obtuvieron.

El centro de calibración garantizará que los suministros e insumos comprados que influyen en la calidad no se utilicen antes de haber sido inspeccionados o verificados por alguna otra vía para asegurar su cumplimiento con las especificaciones de la norma o los requisitos definidos en los métodos para las calibraciones y/o los ensayos pertinentes.

El centro de calibración evaluará a los proveedores de servicios esenciales que influyan en la calidad del ensayo y conservará registros de dichas evaluaciones, además de relacionar los aprobados.

2.3.5 Servicio al cliente

El centro de calibración brindará a sus clientes o a sus representantes la colaboración requerida para aclarar la solicitud del cliente y monitorear el desempeño del centro de calibración con respecto al trabajo realizado.

Dicha colaboración puede incluir:

- ✓ Facilitar al cliente o a su representante vías razonables de acceso a las áreas pertinentes del centro de calibración para que presencien las calibraciones y/o los ensayos realizados para el cliente; se sobreentiende que este acceso no perjudicará las reglas de confidencialidad del trabajo de otros clientes ni afectarán la seguridad;
- ✓ Preparar, envasar y enviar los artículos de calibración y/o ensayo que necesita el cliente con vistas a la verificación.

Para realizar el proceso de compras de servicio y suministro se necesita cumplir ciertas actividades las cuales se detallan a continuación y el responsable encargado de realizarlas.

Tabla. 2. 14. Responsables y actividades del proceso de servicio al cliente

RESPONSABLE	ACTIVIDAD
Jefe del Laboratorio	- Mantener una buena comunicación entre el cliente y el servicio que se ofrece. - Asesoramiento y ayuda técnica al cliente
RC	- Recepta y evalúa las encuestas

Connotaciones

- Los clientes valoran la conservación de buenos contactos y la obtención de asesoría y orientación sobre cuestiones técnicas, así como opiniones e interpretaciones basadas en los resultados. Durante todo el trabajo se deben mantener los contactos con el cliente, sobre todo en las tareas de gran magnitud. El centro de calibración debe informar al cliente acerca de toda demora o desviación considerable en la realización de las calibraciones y/o los ensayos.
- El centro de calibración debe buscar otras vías de retroalimentación de sus clientes, tanto positiva como negativa (por ejemplo, a través de encuestas). La retroalimentación se debe utilizar para mejorar el sistema de la calidad, las actividades de calibración y ensayo y el servicio al cliente.

Es de suma importancia conocer como el cliente se siente con respecto al servicio recibido, gracias a esto se puede elaborar una lista de falencias, las mismas que se deberá eliminar para brindar un mejor servicio. Para cumplir con este objetivo se elaboran 2 tipos de registros los cuales son:

- ✓ RMC-07-01 Encuesta de satisfacción al cliente.
- ✓ MC07-HE-01 Hoja de procesamiento de encuestas

2.4 Diagnostico

2.4.1 Quejas

El centro de calibración contará con políticas y procedimientos para atender las quejas recibidas de los clientes o de otras partes. Se conservarán registros de todas las quejas y de las investigaciones y medidas correctivas aplicadas por el laboratorio.

Control de los trabajos no conformes de calibración y/o ensayo

El centro de calibración tendrá una política y procedimientos a aplicar cuando se establezca que algún aspecto de sus trabajos de calibración y/o ensayo o de sus resultados no está en conformidad con sus propios procedimientos o con los requisitos acordados con el cliente. Dicha política y procedimientos garantizarán que sea posible:

- ✓ Designar la responsabilidad y autoridad para la gestión de trabajos no conformes (incluyendo si es necesario la detención del trabajo y el retiro de los informes y certificados de calibración) y definir y emprender acciones cuando se detecte un trabajo no conforme.
- ✓ Realizar una evaluación de la implicación del trabajo no conforme.
- ✓ Adoptar de inmediato acciones remediabiles, junto con toda decisión acerca de la aceptabilidad del trabajo no conforme.
- ✓ Recuperar, en los casos necesarios, los resultados de un trabajo no conforme ya entregados al cliente.

- ✓ Definir la responsabilidad y autoridad para continuar el trabajo.

Se aplicará el proceso de quejas tanto a clientes externos como internos, para poder tener mayor información sobre el nivel de calidad que se está brindando al cliente, y conocer si existe alguna falencia, la cual se deberá eliminar.

A continuación se presenta una tabla del responsable del proceso y la actividad que tendrá que cumplir.

Tabla. 2. 15. Actividad del responsable del proceso de quejas

RESPONSABLE	ACTIVIDAD
Responsable de Calidad	Receptar las quejas para ser tramitadas, para tomar las acciones correctivas pertinentes

Connotación

- La identificación de trabajos no conformes o de problemas con el sistema de la calidad o con las actividades de calibración y/o ensayo puede ocurrir en diversos puntos dentro del marco del sistema de la calidad y las operaciones técnicas tales como quejas del consumidor, control de la calidad, calibración de instrumentos, comprobación de los insumos, observaciones o supervisiones del personal, comprobación de informes de ensayo y certificados de calibración, revisiones de la dirección, y auditorías internas o externas.

Si la evaluación indica que podría repetirse el trabajo no conforme o que existen dudas acerca de la conformidad de las operaciones del centro de calibración con sus propias políticas y procedimientos, se aplicarán de

inmediato los procedimientos de acción correctiva con el fin de identificar la(s) causa(s) principal(es) del problema y eliminarla(s).

Por ser un proceso importante, las quejas se deben llevar en base al gráfico que se presentará a continuación:

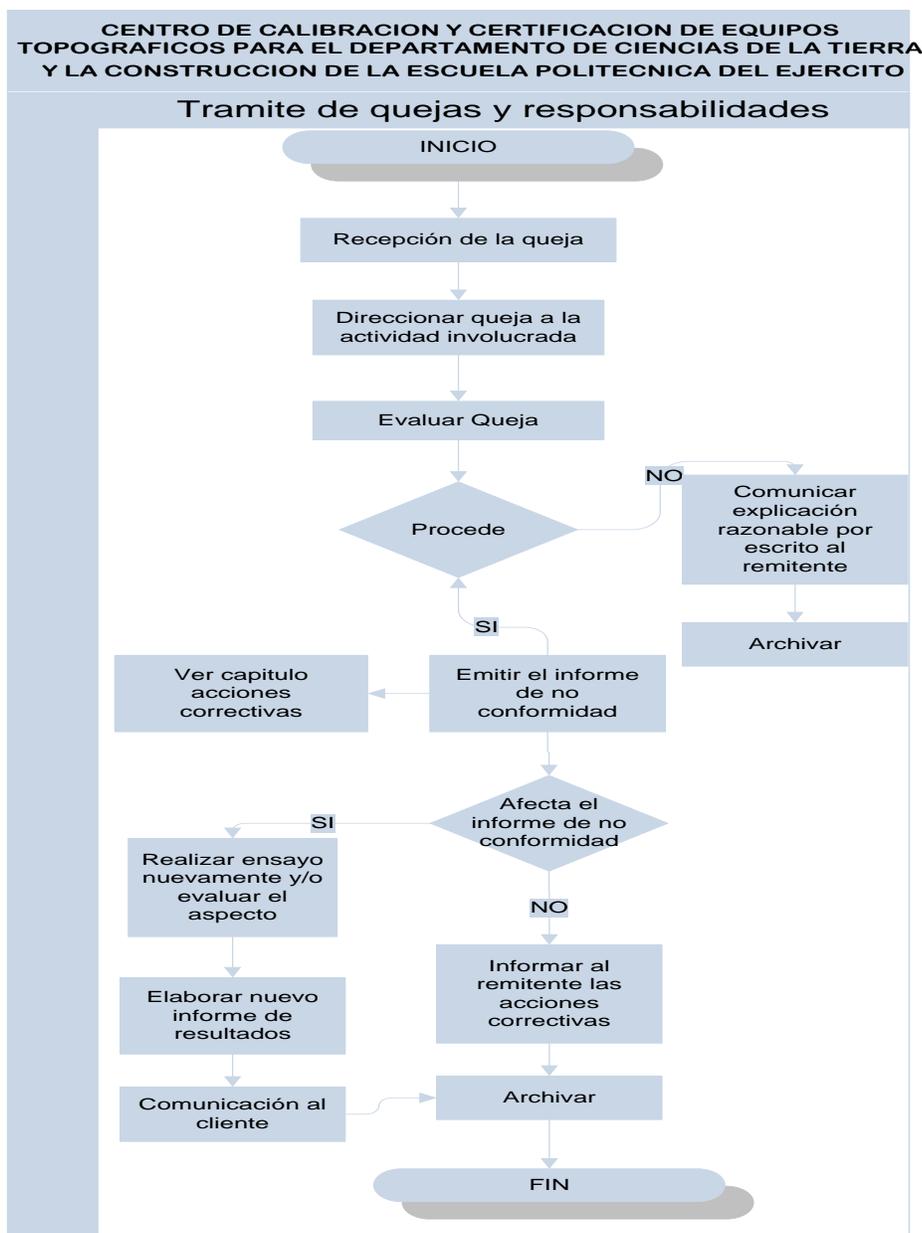


Figura. 2. 1. Diagrama de flujo del trámite de quejas y responsables

2.4.2 Control de trabajos de ensayos no conformes

El objetivo de este proceso es dar a conocer la sistemática que rige en el Centro de calibración para identificar, gestionar y tomar acciones de los trabajos no acordes de las actividades de ensayo respecto con sus propios procedimientos o con los requisitos acordados con el cliente.

En los casos en que se establezca que cualquier aspecto en las operaciones de análisis, o los resultados de estas operaciones no está de acuerdo con lo previamente establecido o con los requerimientos de los clientes, se seguirán el medio descrito a continuación, en éste se establecen:

➤ **Detección de trabajos no conformes**

La detección de trabajos no conformes del sistema de gestión pueden derivarse del:

- ✓ Trabajo rutinario, realizado por cualquier miembro del personal del Laboratorio de Medio Ambiente del Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción.
- ✓ Como resultado de una auditoría externa o interna.
- ✓ Como resultado de la revisión efectuada por la Dirección.
- ✓ Por observaciones o reclamos de parte de clientes.
- ✓ Por la retroinformación proveniente de clientes internos o externos.

La finalidad de detectar trabajos no conformes es el de seguir el procedimiento de implantación de acciones correctivas que eviten que ocurra nuevamente la aparición de los trabajos no conformes.

Las actividades a llevar a cabo, una vez detectada un trabajo no conforme serán:

Tabla. 2. 15. Actividades de trabajos no conformes

A	Documentar la detección del trabajo no conforme.
B	Si el trabajo no conforme es detectado en el curso de una actividad, determinar si se suspende el trabajo.
C	Revisión objetiva del trabajo no conforme.
D	Implementación de Acciones Correctivas.
E	Informar al cliente si procede.

➤ **Documentar la detección del trabajo no conforme**

Cualquier órgano del LMA puede detectar el trabajo no conforme, ejecutado esto, se informará al Jefe del Laboratorio, RT o al RC dependiendo de la actividad del sistema afectada, quienes serán responsables de documentar la localización del trabajo no conforme en el INFORME DE TRABAJOS NO CONFORMES/NO CONFORMIDADES formato RMC completando la siguiente información:

- ✓ Fecha de elaboración del Informe.
- ✓ Descripción clara del trabajo no conforme.
- ✓ Detallar cual es la parte afectada del Sistema.
- ✓ Observaciones sobre el problema.
- ✓ Nombre y Firma del responsable de la detección del trabajo no conforme.

Se codificará el Informe de No Conformidades después de revisar objetivamente el trabajo no conforme, pues servirá para determinar si es efectiva, caso contrario se documentará y explicará razonablemente al personal que detectó el por qué no se acepta como un trabajo no conforme y se enviará al ARCHIVO PGI-LMA-03 junto con su firma de responsabilidad.

El sistema de codificación para los Informes de trabajos no conformes/No Conformidades se detallan a continuación:

Tabla. 2. 16. .

INC XYYYY	
Código	Significado
INC:	Abreviatura de Informe de trabajos no conformes
XX:	Números correspondientes a las dos últimas cifras del año vigente.
YYY:	Número correlativo del pedido.
EJEMPLO:	INC 11005, Informe de trabajos no conformes / No 005 2011

Las responsabilidades para la gestión de trabajos No Conformes se puntualizan en el Grafico 2-3 Diagrama de flujo de la gestión de trabajos No Conformes.

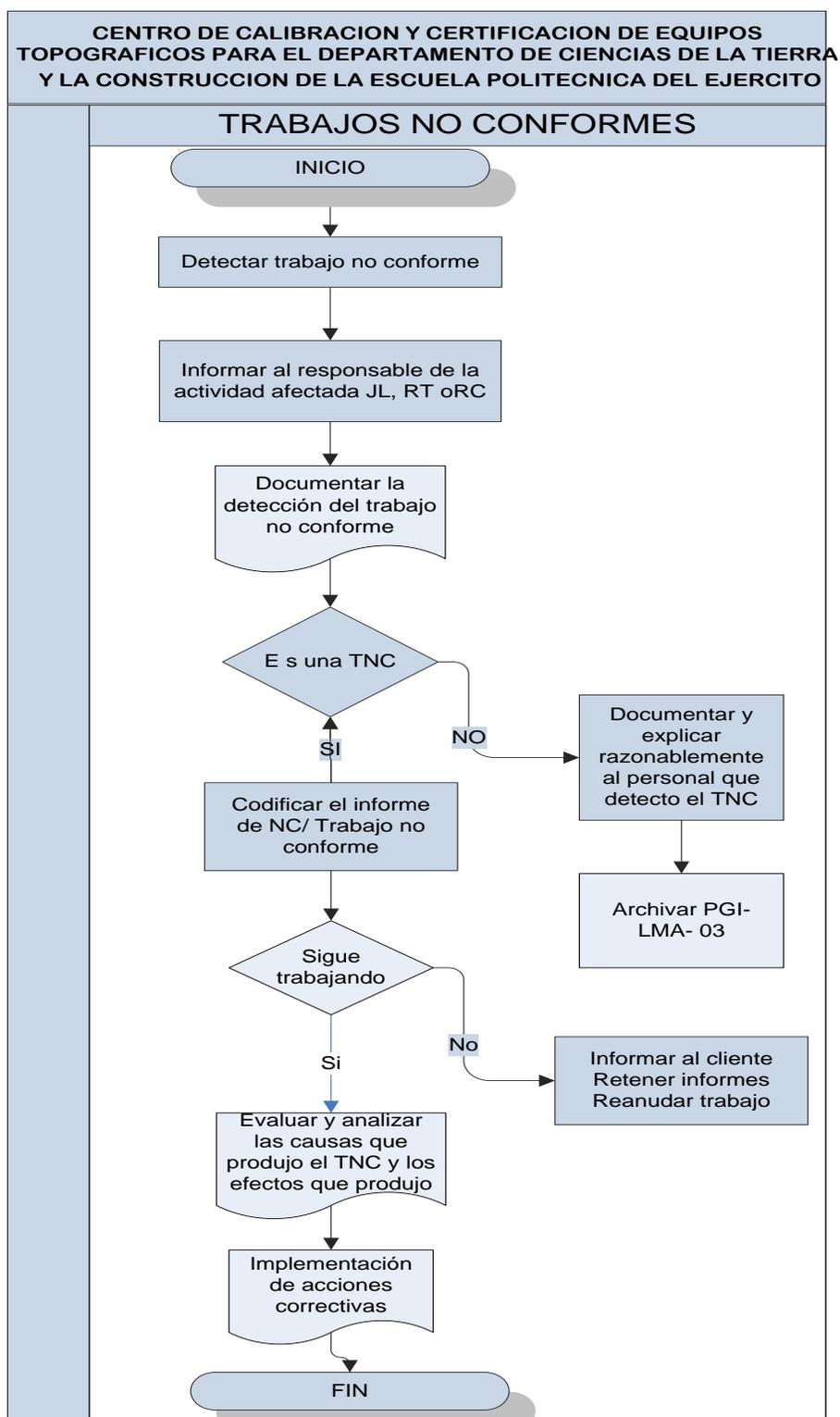


Figura. 2. 2. Trabajos no conformes

2.4.3 Mejora continua

El objetivo de la mejora continua es aplicar y dar a conocer las acciones que lleva a cabo el centro de calibración para mejorar la eficacia en procesos del sistema de gestión de calidad

Este proceso se aplica a todo el sistema de calidad del centro de calibración, mejorar la eficacia tiene que ver con incrementar la capacidad de la organización de cumplir con los objetivos y políticas de calidad establecidos.

Para poder realizar este proceso de mejora de calidad es necesario que intervengan diferentes personas responsables de actividades importantes para el cumplimiento de la mejora de calidad.

Tabla. 2. 17. Responsables y actividades del proceso de mejora de calidad

RESPONSABLE	ACTIVIDAD
Director del Departamento	Establecer reuniones con el personal del LMA para citar aspectos de mejora.
Jefe de laboratorio	Inspeccionar las posibles mejoras que se pueden implantar al Sistema.
Responsable de Calidad	Contribuir a la mejora del Sistema.
Analistas	Contribuir a la mejora de cualquier proceso del sistema de gestión.

2.4.4 Auditorías internas

El centro de calibración organizará auditorías internas periódicas de sus actividades según un programa y un procedimiento predefinidos para verificar que sus operaciones aún cumplen los requisitos del sistema de la calidad y de esta Norma Internacional. El programa de auditorías internas cubrirá todos los elementos del sistema de la calidad, incluyendo las actividades de calibración y/o ensayo. El gerente de calidad es responsable de planificar y organizar las auditorías según lo requiera el cronograma y lo solicite la dirección. Las auditorías serán realizadas por personal calificado y entrenado que, siempre que lo permitan los recursos, será independiente de la actividad auditada. El personal no auditará sus propias actividades, excepto cuando se pueda demostrar que se llevará a cabo una auditoría eficiente.

La Auditoría Interna es aquella que se practica como instrumento de la propia administración encargada de la valoración independiente de sus actividades, y los responsable de este proceso son el responsable técnico, responsable de calidad y personal del laboratorio, a continuación se muestra una tabla con las actividades a cumplirse por cada uno de los responsables del proceso.

Tabla. 2. 18. Actividad y responsable del proceso de auditoría interna

RESPONSABLE	ACTIVIDAD
Responsable Técnico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Auditar y proponer acciones correctivas provenientes de No Conformidades salvo del área que le compete
Responsable de Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificar y organizar las auditorias según el calendario fijado en el Procedimiento PGI-LMA-04 ▪ Auditar y proponer acciones correctivas provenientes de No Conformidades salvo del área que le compete.
Personal del Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efectuar las Auditorias siempre y cuando esté capacitado y calificado

Connotación

- Por lo general, el ciclo de auditorías internas debe completarse en un año.

Si las conclusiones de la auditoría ofrecen dudas sobre la eficiencia de las operaciones o la exactitud o validez de los resultados de la calibración o el ensayo del laboratorio, éste adoptará las acciones correctivas oportunas y avisará por escrito a los clientes si las investigaciones demuestran que pueden haberse afectado los resultados del laboratorio.

Se registrarán el área de actividad auditada, los resultados de la auditoría y las acciones correctivas resultantes de los mismos. La dirección del centro de calibración garantizará que estas acciones correctivas se lleven a cabo apropiadamente en el marco de tiempo acordado.

2.4.5 Revisiones de la dirección

La dirección del centro de calibración con responsabilidad ejecutiva revisará regularmente, según un cronograma y procedimiento predefinidos, el sistema de la calidad del centro de calibración y sus actividades de calibración y/o ensayo para asegurar su idoneidad y eficiencia constantes e introducir mejoras o cambios necesarios. La revisión considerará los informes del personal gerencial y supervisor y los resultados de las últimas auditorías internas, así como acciones correctivas y preventivas, evaluaciones de organismos externos, resultados de intercomparaciones de centro de calibración o de ensayos de aptitud, cambios en el volumen y tipo de trabajo emprendido, retroalimentación de los clientes, incluyendo quejas y otros factores pertinentes tales como las instalaciones de control de la calidad, los recursos y la capacitación del personal.

El proceso de revisión de la dirección es esencial para el sistema de gestión dado que es un proceso de evaluación para comprobar el sistema de gestión y su funcionamiento.

Tabla 2. 19. Responsable y actividad del proceso de revisión de la dirección

RESPONSABLE	ACTIVIDAD
Director del Departamento	Revisar el Sistema de Gestión y las actividades de ensayo

Connotación

- El período típico para realizar una revisión de la dirección es una vez cada doce meses. Los resultados deben tenerse en cuenta para elaborar el programa de planificación corporativa y debe incluir las metas, los objetivos y los planes de acción para el año siguiente.
- La revisión de la dirección puede complementarse con el análisis de tópicos afines en las reuniones periódicas de la dirección.

Se registrarán las conclusiones de las revisiones y las acciones resultantes. La dirección garantizará que estas acciones se lleven a cabo apropiadamente en el marco de tiempo acordado.

2.4.6 Registros

- Generalidades

El centro de calibración establecerá y mantendrá procedimientos para la identificación, la recopilación, la indización, el acceso, el almacenamiento, el mantenimiento y la disposición de los registros de la calidad y los registros técnicos. Los registros de la calidad incluirán informes de auditorías internas y revisiones de la dirección, además de los registros de las acciones correctivas y preventivas.

Todos los registros serán legibles y se conservarán y mantendrán de modo tal que se puedan recuperar fácilmente, en instalaciones que garanticen un ambiente adecuado para evitar su daño, deterioro o pérdida. Se registrará el tiempo de retención de los registros.

Connotación

- Los registros pueden tener la forma de cualquier tipo de medio, tales como copia dura o medios electrónicos.
- Todos los registros estarán protegidos, y se preservará su confidencialidad.

El centro de calibración contará con procedimientos para proteger y garantizar el soporte en todo momento de los datos almacenados en computadoras y evitar el acceso no autorizado o la modificación de los mismos.

2.4.7 Registros técnicos

El centro de calibración conservará las observaciones originales, los datos resultantes y la información suficiente para establecer durante un período definido una cadena de auditorías, registros de calibración, registros del personal y una copia de cada informe de ensayo o certificado de calibración emitido. Los registros de cada calibración o ensayo contendrán información

suficiente para facilitar, si es posible, la identificación de factores que influyan en la incertidumbre y permitir la repetición de la calibración o del ensayo en condiciones tan similares como sea posible a las originales. Los registros incluirán la identidad del personal responsable del muestreo, de la realización de cada calibración y/o ensayo y de la comprobación de los resultados.

Se aplica a todos los registros de calidad y técnicos presentados en papel o soporte informático, que han sido generados en todas las actividades del sistema de gestión de calidad del centro de calibración.

Los registros deben estar disponibles para una rápida utilización por parte del personal autorizado, siendo por tanto su acceso fácil y garantizado, para que esto se cumpla existe un responsable el cual se presentara a continuación.

Tabla 2. 20. Responsable y actividad del proceso de registro

RESPONSABLE	ACTIVIDAD
<p style="text-align: center;">Jefe del Laboratorio</p>	<p>Supervisar que se efectuó el correcto control de los registros de calidad y técnicos</p>

Connotación

- Los registros técnicos son conjuntos de datos e información resultantes de las calibraciones y/o los ensayos, e indican si se han logrado los parámetros especificados de la calidad o del proceso. Pueden incluir modelos, contratos, hojas de trabajo y de chequeo, libros y notas de trabajo, gráficos de control, informes de ensayo, certificados de calibración, notas del cliente, documentos y retroalimentación, además de los informes de ensayo y certificados de calibración entregados al cliente.

Las observaciones, los datos y los cálculos se registrarán clara y permanentemente y serán identificables con respecto al trabajo específico en el momento de su realización.

Si ocurren errores en los registros, éstos no se borrarán ni se harán ilegibles, sino que se tacharán, y se pondrá al lado el valor correcto. Toda alteración de este tipo en los registros llevará la firma o las iniciales de la persona que hizo la corrección. En el caso de datos recopilados en computadora, se adoptarán medidas similares para evitar pérdidas o cambios en los datos originales.

2.5 Capacitación

2.5.1 Acciones preventivas

Se identificarán oportunidades para las mejoras necesarias, así como las fuentes potenciales de no conformidades, ya sea técnicas o del sistema de la calidad. Si se requiere aplicar acciones, se desarrollarán, aplicarán y monitorearán planes de acción para reducir la probabilidad de ocurrencia de dichas no conformidades y aprovechar las oportunidades de mejora.

Entre los procedimientos para las acciones preventivas se incluirán el inicio de tales acciones y la aplicación de controles para garantizar su eficacia.

Para registrar un Plan de Acciones Preventivas (formato RMC-12-01) se usará la siguiente codificación en el Número de Plan de Acciones Preventivas:

Tabla. 2. 21. Codificación en el Número de Plan de Acciones Preventivas

PAP XXYYY	
Código	Significado
PAP:	Plan de Acciones Preventivas se mantendrá en todos los formatos RMC
XX:	Números correspondientes a las dos últimas cifras del año vigente.
YYY:	Número correlativo como se vayan presentando los registros a partir del 001.
EJEMPLO:	PAP 11001

Los responsables de implantación, RT y RC en su ámbito correspondiente, mantendrán registros del Plan de acción de Acciones Preventivas (formato RMC-12-01) justificando los análisis y datos que han llevado a la identificación de oportunidades de mejora. Estos planes de acción serán firmados por los correspondientes responsables de implantación y revisión.

Connotación

- La acción preventiva es un proceso pro-activo para identificar las oportunidades de mejora, y no una reacción ante la identificación de problemas o quejas.
- Además de la revisión de los procedimientos operativos, la acción preventiva podría conllevar el análisis de datos, incluyendo el análisis de tendencias, el análisis de los resultados del ensayo de aptitud y el análisis de riesgos.

2.5.2 Acciones correctivas

- Generalidades

El centro de calibración definirá su política y procedimiento y designará a la autoridad pertinente para aplicar acciones correctivas cuando se hayan identificado trabajos no conformes o violaciones de las políticas y los procedimientos del sistema de la calidad o de las operaciones técnicas.

El centro de calibración documentará y aplicará todo cambio necesario en los procedimientos operativos como resultado de las investigaciones para poner en práctica acciones correctivas.

Las responsabilidades para la Implementación de Acciones Correctivas se las debe detallar de una mejor manera ya que estas acciones correctivas son las que irán eliminando falencias.

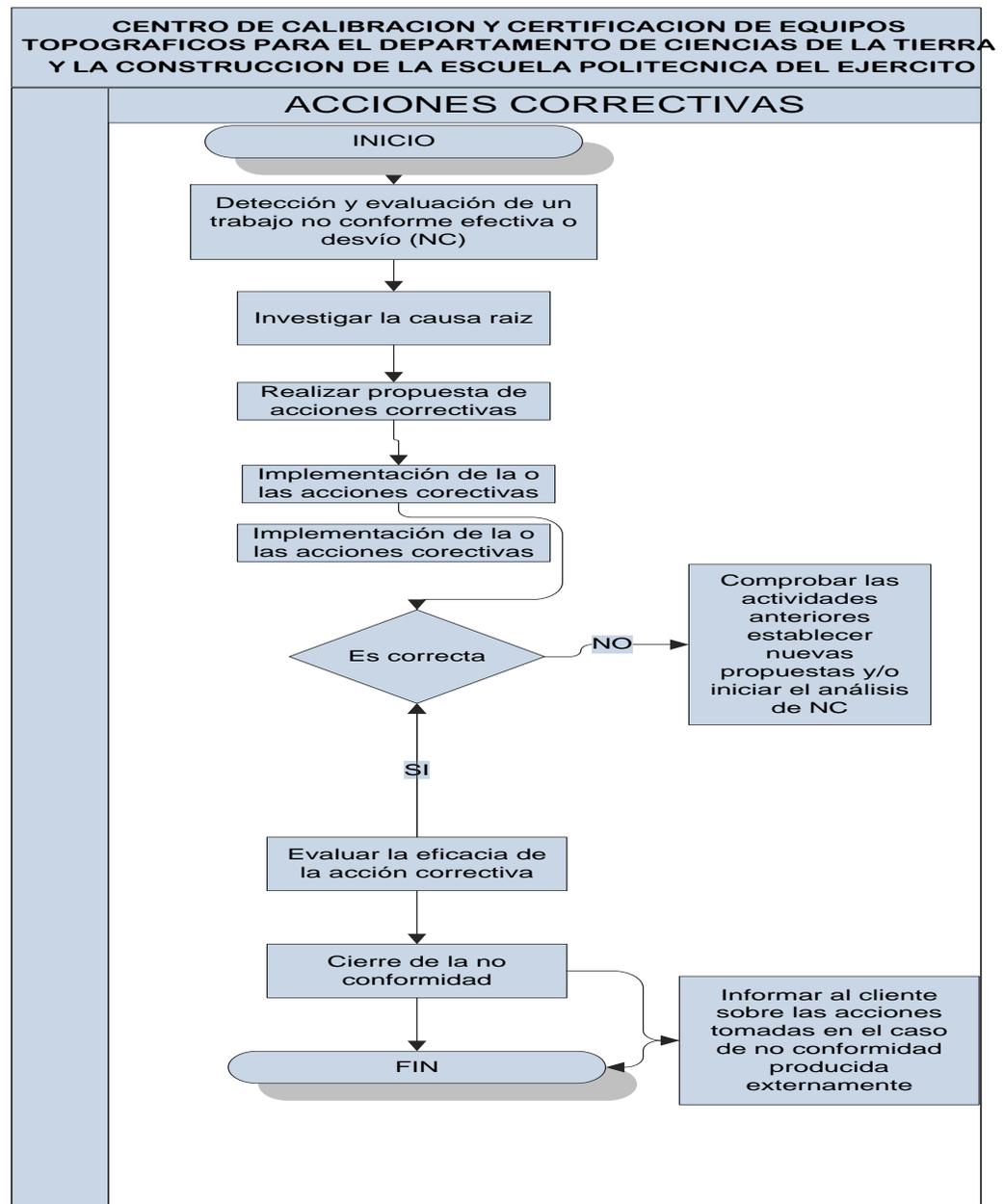


Figura. 2. 1. Diagrama de flujo de implementación de acciones Correctivas

Connotación

- Es posible identificar problemas del sistema de la calidad o con las operaciones técnicas del centro de calibración a través de una serie de actividades, tales como el control de los trabajos no conformes, las auditorías internas o externas, las revisiones de la dirección, la retroalimentación de los clientes o las observaciones del personal.
- Análisis de las causas

Los procedimientos de acción correctiva comenzarán con un proceso investigativo para determinar la(s) causa(s) básica(s) del problema.

Connotación

- El análisis de causa es la parte fundamental y, en ocasiones, la más difícil en el procedimiento de acción correctiva.
 - A menudo no es evidente la causa básica del problema, por lo que se requiere un cuidadoso análisis de todas las causas potenciales del problema, que pueden incluir los requisitos del cliente, las muestras, especificaciones de la muestra, métodos y procedimientos, conocimientos y calificación del personal, insumos, o los equipos y su calibración.
- Acciones correctivas

Tras identificar la(s) causa(s) el centro de calibración definirá las posibles acciones correctivas y seleccionará y aplicará la(s) acción(es) que más probablemente eliminará(n) el problema y evitará(n) su repetición.

Toda acción correctiva aplicada para eliminar la(s) causa(s) de no conformidades u otras desviaciones será(n) proporcional(es) a la magnitud del problema y a los riesgos implicados.

➤ Monitoreo de las acciones correctivas

Tras aplicar la(s) acción(es) correctiva(s), el centro de calibración monitoreará los resultados para garantizar que las acciones tomadas hayan sido eficaces para eliminar los problemas identificados originalmente.

➤ Auditorías especiales

Si la identificación de no conformidades o desviaciones arroja dudas sobre la conformidad del centro de calibración con sus propias políticas y procedimientos o con esta Norma Internacional, el centro de calibración garantizará que se realice cuanto antes una auditoría a las áreas de actividad pertinentes.

Connotación

- Por lo general estas auditorías especiales tienen lugar tras la aplicación de las acciones correctivas para confirmar su eficacia. La auditoría especial debe ser necesaria sólo cuando se identifica una situación grave o cuando existen riesgos para el negocio.

2.6 Confección de documentos

2.6.1 Control de los documentos

➤ Generalidades

El centro de calibración establecerá y mantendrá procedimientos para controlar todos los documentos (tanto internos como externos) que formen parte de su documentación de la calidad. Entre éstos se incluyen documentos de origen externo tales como regulaciones, normas, métodos de calibración y/o ensayo y otros documentos normativos, así como esquemas, especificaciones, instrucciones y manuales.

Los responsable de estos procesos son el jefe de laboratorio, el responsable técnico y el analista, a continuación se detalla una tabla con los responsables y su actividad que ayudan a cumplir los procesos de control de documentos.

Tabla. 2. 1 . Responsables y actividades del proceso de control de documentación

Responsable	Actividad
Jefe del Laboratorio	Supervisar la adecuación de los documentos del sistema conforme se producen cambios.
Responsable Técnico Responsable de calidad Analistas	Cumplir con las responsabilidades que se describen en la documentación.

Connotaciones

- En este contexto, el término "documento" se refiere a toda información o instrucción, incluyendo declaraciones, procedimientos, especificaciones, tablas de calibración, gráficos, libros de texto, afiches,

notificaciones, memorandos, software, esquemas, planes, etc. Estos pueden encontrarse en diversos medios, ya sea en copia dura o electrónica, y pueden ser digitales, analógicos, fotográficos o escritos.

2.6.2 Aprobación y emisión de documentos

Todos los documentos emitidos para el personal del centro de calibración como parte del sistema de la calidad serán revisados y aprobados para uso del personal autorizado antes de su emisión. Se establecerá una lista de control u otra equivalente que identifique el estado actual de la revisión y la distribución de documentos en el sistema de la calidad, y será de fácil acceso para evitar el uso de documentos invalidados y/u obsoletos.

El(los) procedimiento(s) adoptado(s) garantizará(n):

- ✓ La disponibilidad de las ediciones autorizadas de los documentos apropiados en todos los lugares donde se realicen operaciones esenciales para el funcionamiento eficiente del laboratorio;
- ✓ La revisión y, si es necesario, la modificación periódicas de los documentos para garantizar su permanente idoneidad y conformidad con los requisitos pertinentes;
- ✓ La rápida eliminación de los documentos invalidados u obsoletos de todos los puntos de emisión o utilización, o de lo contrario, la adopción de medidas para evitar su uso inadecuado;
- ✓ La retención de documentos obsoletos debidamente marcados ya sea con fines legales o con vistas a preservar los conocimientos.

Los documentos del sistema de la calidad generados por el centro de calibración llevarán una identificación única, la cual incluirá la fecha de emisión y/o la identificación de la revisión, el número total de páginas, o una marca que destaque el final del documento y la autorización para su emisión.

2.6.3 Cambios en los documentos

Los cambios en los documentos serán revisados y aprobados por la misma instancia que realizó la revisión original, a menos que se adopte específicamente otra decisión. El personal designado tendrá acceso a la información existente pertinente en la cual basará su revisión y aprobación.

En los casos posibles, la naturaleza del cambio se identificará en el documento o en materiales anexos apropiados.

Si el sistema de control de la documentación del centro de calibración permite la modificación manual de los documentos antes de su posible reedición, se definirán los procedimientos y las personas autorizadas para realizar dichas modificaciones, las cuales estarán claramente marcadas, inicializadas y fechadas. Todo documento revisado se reeditará formalmente tan pronto como sea posible.

Se establecerán procedimientos para describir cómo se hacen los cambios a los documentos conservados en sistemas computarizados.

Todas las normas antes expuestas son las que un centro de calibración tiene que cumplir a cabalidad para aplicar en su totalidad la Norma ISO 17025, una vez destacado los cumplimientos de esta norma se procederá a implementarla en el Centro de Calibración de Topografía del Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción en ensayos de calibración para estaciones totales y teodolitos"

Todos los procesos hablados del control de documentación es concerniente al sistema de calidad del centro de calibración.

CAPITULO III

INSTRUMENTOS

3.1 TEODOLITOS

El teodolito es un instrumento de medición mecánico-óptico universal que sirve para medir ángulos verticales, y horizontales o de altura, también se utiliza para trabajos de nivelación, es decir, nivelación Trigonométrica.

El teodolito electrónico es aquel que ha sustituido su limbo óptico por un sistema electrónico angular. Para obtener el mayor provecho de este instrumento, el operador debe conocer perfectamente el funcionamiento de cada una de sus partes, así como el cuidado en su manejo.

3.1.1. EJES PRINCIPALES DE UN TEODOLITO.

El teodolito tiene 3 ejes principales y 2 ejes secundarios:

- Eje Vertical de Rotación Instrumental S - S (EVRI)
- Eje Horizontal de Rotación del Anteojo K - K (EHRA)
- Eje Óptico Z - Z (EO)

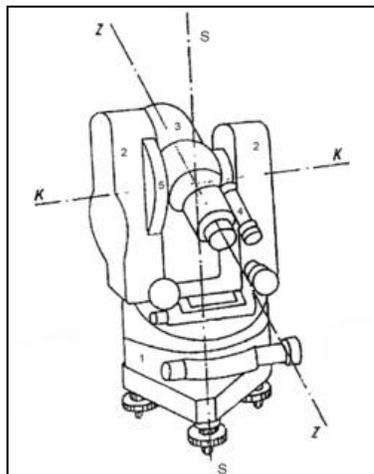


Figura. 3. 1 Ejes principales de un teodolito.

El eje Vertical de Rotación Instrumental es el eje que sigue la trayectoria del Zenit-Nadir, también conocido como la línea de la plomada, y que marca la vertical del lugar.

El eje óptico es el eje donde se enfoca a los puntos.

El eje principal es el eje donde se miden ángulos horizontales. El eje que sigue la trayectoria de la línea visual debe ser perpendicular al eje secundario y éste debe ser perpendicular al eje vertical. Los discos son fijos y la alidada es la parte móvil. El eclímetro también es el disco vertical.

El eje Horizontal de Rotación del Anteojo o eje de muñones es el eje secundario del teodolito, en el se mueve el visor. En el eje de muñones hay que medir cuando utilizamos métodos directos, como una cinta de medir, y así obtenemos la distancia geométrica. Si medimos la altura del jalón obtendremos la distancia geométrica elevada y si medimos directamente al suelo obtendremos la distancia geométrica semielevada; las dos se miden a partir del eje de muñones del teodolito.

El plano de colimación es un plano vertical que pasa por el eje de colimación que está en el centro del visor del aparato; se genera al girar el objetivo.

3.1.2 PARTES DE UN TEODOLITO

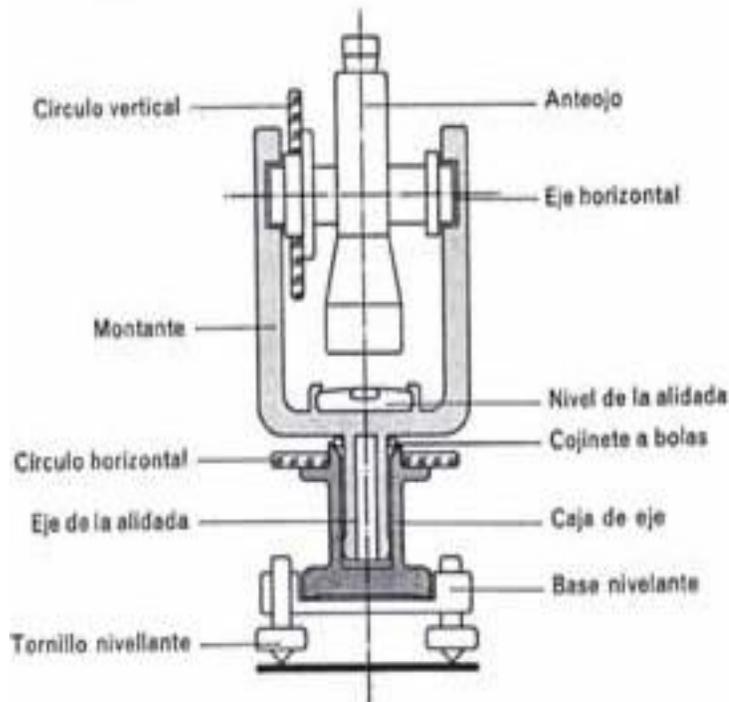


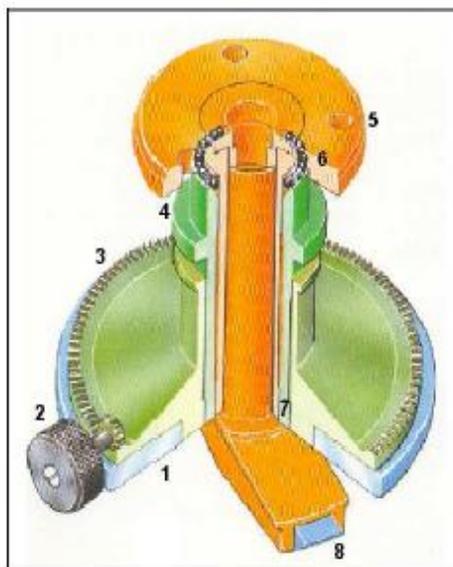
Figura. 3. 2. Partes de un teodolito

Un componente principal del instrumento es un telescopio que puede girar 360° alrededor de su eje horizontal. El telescopio está provisto de objetivo, diafragma y ocular, como se describirá más adelante, y de instrumentos más modernos con que se enfoca internamente. Cuando se eleva o desciende, gira respecto de su eje horizontal transversal (eje de alturas), colocando en Angulo recto con la línea de colimación, y el círculo vertical, conectado al telescopio, gira con él. El eje de alturas está montado por sus extremos en los soportes, los que a su vez están sobre el plato del vernier horizontal (plato superior). Los ángulos verticales se miden sobre el círculo vertical graduando por medio de un par de vernier estacionarios diametralmente opuestos que están montados en forma independiente del círculo y el telescopio, pero centrados con el eje de alturas

sobre un marco vertical en forma de T. Sobre este marco a menudo se encuentra un nivel de burbuja que se puede mover con tornillos de sujeción.

Para fijar el telescopio en cualquier posición en el plano vertical se proporciona una mordaza, así como un tornillo de movimiento fino o tangencial que permite pequeños movimientos angulares para hacer coincidir la imagen final del punto observado con el cruce de los hilos de la retícula.

El instrumento debe colocarse con el eje vertical realmente vertical cuando se hagan medidas angulares, para lo cual se nivela el plato con los tres tornillos niveladores sobre la placa inferior de acoplamiento al trípode. Los tornillos extremos redondeados de los tornillos se ajustan dentro de cavidades en la placa inferior de acoplamiento y estos tornillos operan sobre bujes fijos a la base de nivelación.



Sistema del eje vertical.

1. Círculo Horizontal.
2. Perilla para el desplazamiento del círculo horizontal.
3. Porta círculo.
4. Caja de eje.
5. Eje vertical.
6. Cojinete de bolillas.
7. Cojinete de rodamiento.
8. Prisma para lectura del círculo.

Figura. 3. 3. Sistema del eje vertical

3.1.3 Vernier

Como se sabe el vernier es un dispositivo, por medio del cual, es posible apreciar fracciones muy pequeñas de una escala graduada; consiste, generalmente, en una escala auxiliar que corre paralela y en contacto con la escala principal graduada lineal o angularmente.

Es más fácil para la vista estimar, con exactitud, la coincidencia de los trazos que la apreciación al eje, la distancia entre dos líneas paralelas; en esto se basa la precisión con la que pueden hacerse las medidas empleando el nonio o vernier.

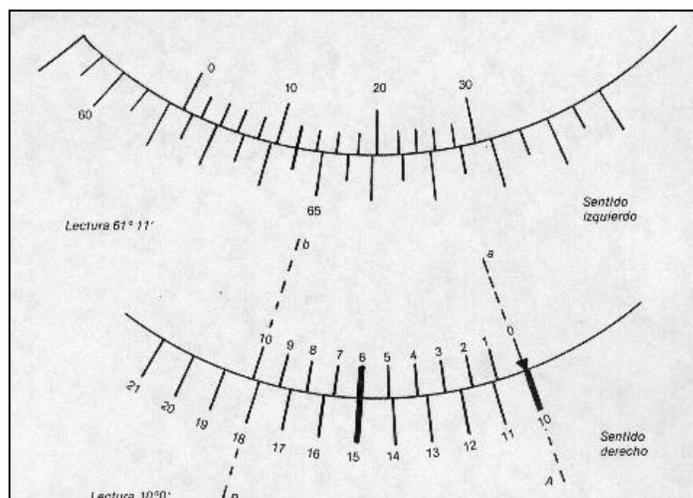


Figura. 3. 4. Vernier

Hoy en día el vernier se ha reemplazado por un instrumento en forma circular de vidrio. Estos instrumentos difieren, del vernier en que las placas metálicas de escala que lee el vernier se reemplazan por círculos de vidrio que se leen por sistemas ópticos internos. Los círculos de vidrio son copias fotográficas de círculos patrones de vidrio, los cuales, a su vez, se han graduado mediante una máquina de divisiones automáticas.

3.1.4 Nivel Tubular

La longitud de los tubos varían entre 500 mm y 125 mm, y su sección longitudinal tiene perfil circular. Cuanto mayor es el radio de curvatura de tubo, mayor es la sensibilidad de la burbuja, puesto que el desplazamiento de la burbuja por la inclinación del eje vertical es mas grande. Sin embargo con una curvatura pequeña, el tiempo que se emplea para equilibrar la burbuja es excesivo, la parte superior de tubo esta graduado de manera simétrica desde el centro.



Figura. 3. 5. Nivel tubular

Las dos líneas más largas representan la posición de los extremos de la burbuja a una temperatura normalizada. El resto de la graduación es necesaria puesto que la longitud de la burbuja puede cambiar con la temperatura, aunque algunos fabricantes hacen tubos de nivel cuya variación por temperatura es casi despreciable. Sin embargo, el uso de niveles con lectura de burbuja mediante sistemas ópticos a través de prismas (los cuales permiten ver al mismo tiempo ambos extremos) es innecesario el uso de burbujas de longitud constante. El eje de la burbuja esta en un plano tangencial al centro de la graduación. La superficie de la burbuja siempre es horizontal, por lo que la línea tangente a un punto de la superficie interna del tubo y al a mitad de la burbuja siempre será horizontal, puesto que es paralela al plano en que están sus extremos.

Si el tubo de nivel se gira en un plano vertical cuando la burbuja está centrada, el eje del tubo de la burbuja debe ser horizontal.

El espaciamiento de cada graduación es con frecuencia de 2 mm y el valor angular de una graduación por lo general se indica en la superficie misma del tubo. Entonces el movimiento del centro de la burbuja a través de una división podría implicar una rotación del eje de, aproximadamente, 20 segundos de arco.

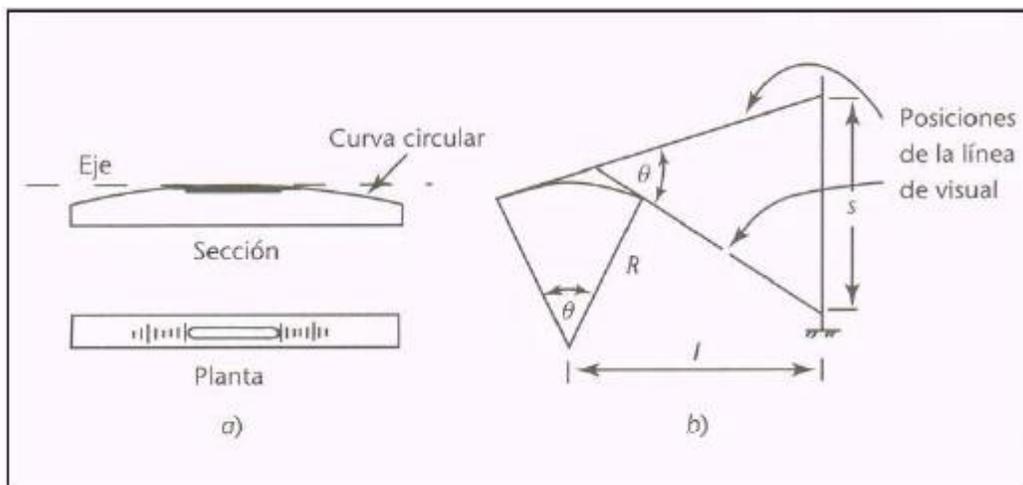


Figura. 3. 6. Posición de la línea Visual

3.1.5 Determinación de la Sensibilidad.

Para determinar la sensibilidad de la burbuja en un instrumento, se toman grupos de lecturas sobre una mira colocada a una distancia "l" conveniente, ser de 30mm del instrumento, con el centro de la burbuja desplazado desde el centro de su recorrido tanto como sea posible hacia el extremo del objetivo del antejo, y luego hacia el extremo del ocular, mediante el uso de los tornillos nivelantes. De esta manera se obtiene la diferencia de lecturas, s, sobre la mira

y se divide entre la distancia, l , para determinar el ángulo ϕ que ha girado la línea de visual. El centro de la burbuja debió tener el mismo movimiento, el cual se deduce mediante las posiciones de ambos extremos de la burbuja con respecto a la graduación del tubo.

Si f_1 y f_2 son las lecturas del extremo delantero (hacia el objetivo) de la burbuja y r_1 y r_2 , las lecturas del extremo posterior de la burbuja, respectivamente antes y después de la rotación de la línea de visual, la distancia del centro de la burbuja desde el centro de las graduaciones es:

$$\frac{f_1 - r_1}{2} \text{ y } \frac{r_2 - f_2}{2} \quad (1)$$

En cada caso la rotación de la línea de visuales es entonces

$$\theta = \frac{s}{l} \text{ rad} = 206265 \frac{s}{l} \text{ seg} \quad (2)$$

El centro de la burbuja se ha movido una distancia total de:

$$\frac{f_1 - r_1}{2} + \frac{r_2 - f_2}{2} \quad (3)$$

Por tanto se dice que

$$206165 \frac{s}{l} = \frac{f_1 - r_1}{2} + \frac{r_2 - f_2}{2} = q \quad (4)$$

Entonces el valor angular de una división

$$206265 \frac{s}{lq} \text{seg} \quad (5)$$

Si el valor angular de una graduación, de la longitud z , del tubo es φ segundos y R es el radio de la superficie curva interna, entonces

$$\varphi = 206265 \frac{z}{R} = 206265 \frac{s}{lq} \text{ (segundos)}$$

3.1.6 Telescopio Topográfico

El telescopio tipo Kepler es uno de los que más se utilizan en topografía; en esencia consta de dos lentes convexas montadas de manera que sus ejes principales se encuentren sobre la misma línea para formar el eje óptico del instrumento.

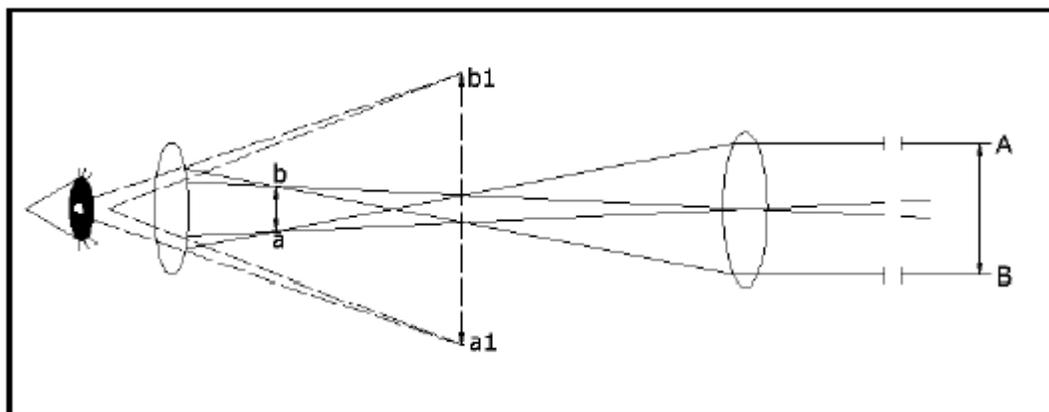


Figura. 3. 7. Telescopio Topográfico

Fuente: Técnicas Modernas en Topografía, Autor: Bannister, Raymond, Baker.

La lente convergente del objeto (es decir, la más cercana al objeto, AB) forma una imagen real, ab , cuyos rayos pasan al ocular, donde se refractan de nuevo y forman una imagen virtual a cierta distancia conveniente frente al ojo del observador.

Se observa que esta imagen, a_1 b_1 , están invertida y amplificada. La amplificación es una propiedad importante de los telescopios; el poder de resolución depende de ella en forma directa. Sin embargo, el campo de visual disminuye conforme crece la amplificación y, en consecuencia, para obtener una imagen nítida de la mira, se requiere aumenta la abertura del objetivo conforme la amplificación crece.

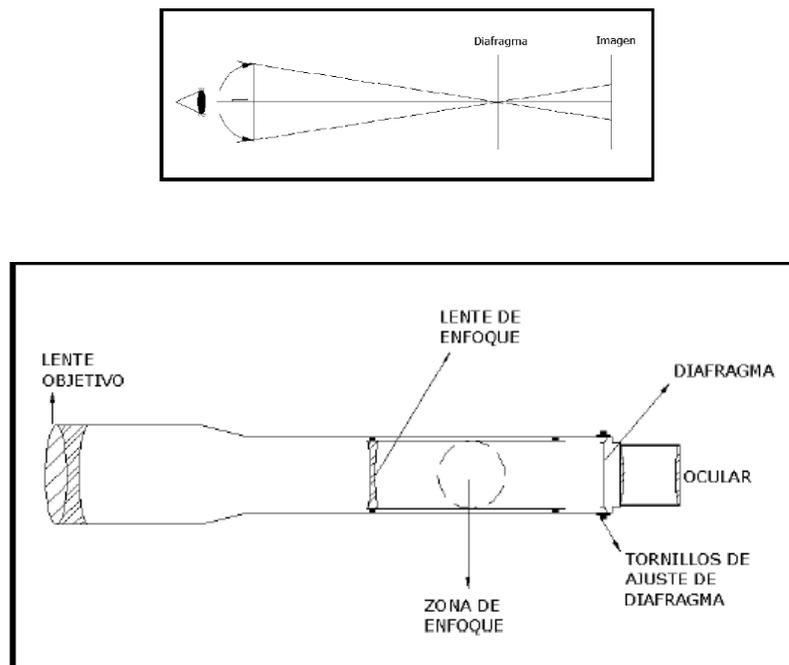
Retícula

Para proporcionar líneas de referencia horizontal y vertical en el telescopio, se inserta una retícula enfrente del ocular en un plano a 90° al eje óptico. Existen varios tipos de retículas (llamadas también diafragmas o graticulas) ; sin embargo , la más común hoy en día es una placa delgada de vidrio en la cual se graban las líneas. La línea imaginaria que pasa por el cruce de los hilos de la retícula y el centro óptico del objetivo se denomina línea de colimación del instrumento y las lecturas de nivel se toman sobre esta línea.

La retícula se fija dentro del telescopio mediante cuatro tornillos de soporte que permiten a) ajustar los hilos para que el horizonte sea realmente horizontal, y b) mover los hilos hacia la línea de colimación en forma lateral y vertical.

-Paralaje

En el enfoque de un telescopio sencillo, la imagen real que forma el objetivo se proyecta hacia el mismo plano de la retícula. Si esto no se cumple, se presentan serios problemas en la lectura de la mira debido al fenómeno conocido como paralaje. Si la imagen no se forma en el plano de la retícula y se observa paraleje cuando el ojo se mueve ligeramente al ver por el telescopio, se tendrán diferentes lecturas dependiendo de la posición de ojo.



Fuente: Técnicas Modernas en Topografía, Autor: Bannister, Raymond, Baker.

Figura. 3. 8. Partes del telescopio

- Enfoque Interno

Los primeros instrumentos eran de enfoque externo, es decir, tenía la construcción básica simplificada que muestra la figura 3. 9. el ocular y el objetivo se montaban en dos tubos dispuestos de manera que uno pudiera deslizarse dentro de otro, y el enfoque se lograba a través de ese movimiento relativo. En la actualidad, este sistema se sustituye por un telescopio de enfoque interno, en el cual el objetivo y el ocular están montados en un tubo de longitud fija. Entre estas lentes se instala una lente cóncava móvil.

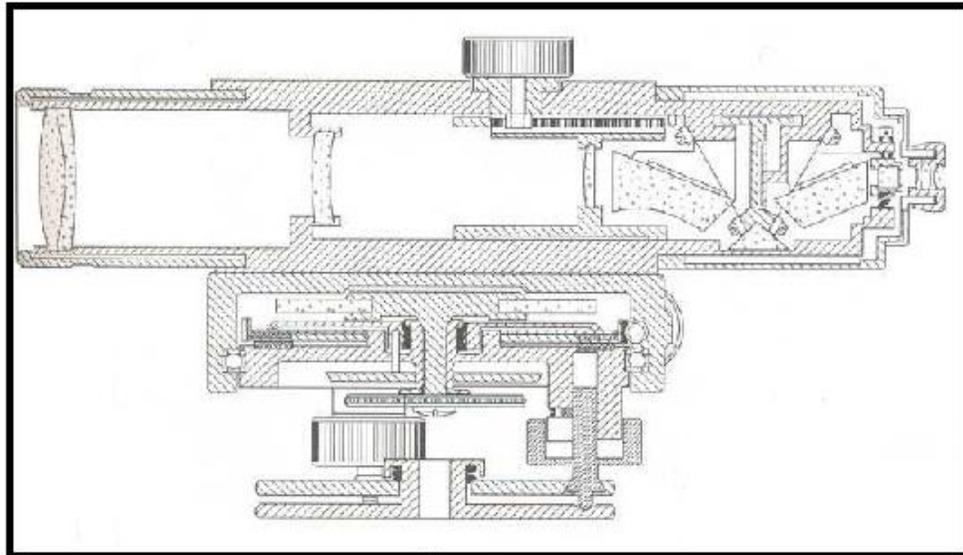
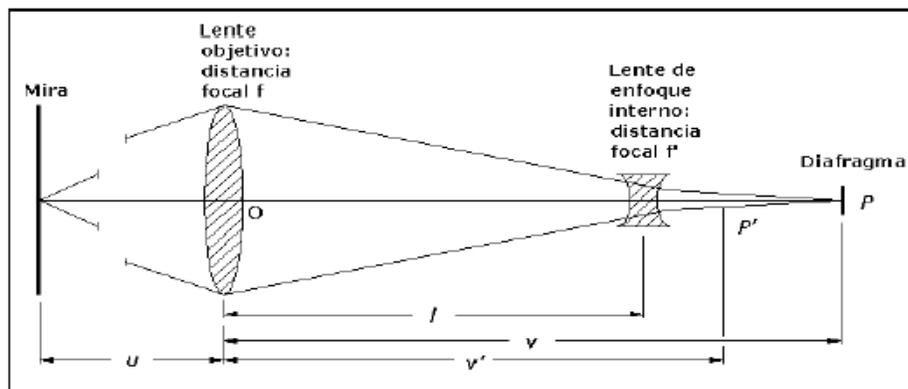


Figura. 3. 9. Telescopio Topográfico

La lente cóncava se mueve mediante un mecanismo de cremallera, donde el piñón está conectado a la cuerda del tornillo de enfoque y la imagen se enfoca sin mover el objetivo (figura 3. 10), La imagen que se proyecta desde el objetivo podría formarse en P' , si la lente cóncava no existiera y la imagen real formada en P se considera como la imagen virtual de esa lente.



$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} \quad y \quad \frac{-1}{v-l} + \frac{1}{v-l} = \frac{-1}{f_1}$$

Figura. 3. 10. Proyección de la imagen.

Aunque esta lente extra absorbe algo de luz, sus desventajas se compensan al tener un tubo cerrado donde no entra polvo ni humedad. Además, el telescopio de enfoque interno es mucho más compacto y el desgaste de las superficies deslizantes es menos que en los de enfoque externo, en los que esto causa deformaciones con la consecuencia perdida de alineación en el eje principal del objetivo y el ocular.

3.1.7 ERRORES

3.1.7.1. Error de Puntería (Puntería óptica)

Todas las mediciones realizadas con teodolitos están sujetas a errores de calaje, debido a muchos factores; diseño de la puntería, condiciones atmosféricas prevaletientes. Limitaciones de operador, y por último a enfocar. Las magnitudes aproximadas del error de puntería de una dirección, es decir, desviación estándar, están directamente relacionadas con el aumento del telescopio del teodolito.

$$\sigma_p = \frac{45''}{M}$$

Donde:

σ_p = error puntería del instrumento (arco de segundo).

M = aumento del objetivo "lente"

Por ejemplo, un objetivo con un aumento de 30 veces (30x) debería tener un error de puntería (σ_p) de aproximadamente 1.5 arco segundo en una dirección.

Tomando una serie de medidas en la misma ubicación, reduce la desviación estándar a un factor de $\frac{1}{\sqrt{n}}$, donde n es el numero de repeticiones.

La desviación estándar, debido al error en la puntería, en la medida de una dirección realizada por una serie de mediciones repetidas (n), puede ser determinada por la siguiente fórmula:

$$\sigma_\delta = \frac{\sigma_p}{\sqrt{n}}$$

Donde

σ_δ = error de puntería en una dirección.

σ_p = error de puntería del instrumento.

n = numero de series de repetición.

3.1.7.2 Determinación empírica del error de puntería

El error de puntería puede determinar para cualquier instrumento, realizando observaciones directas a la puntería (para utilizar un teodolito con escala micrométrica). Primero, el operador ubica y nivela el instrumento, luego repite este procedimiento con la puntería. Posteriormente, el operador apunta con los hilos reticulares hacia la señal y anota la dirección leída. Repite este procedimiento por lo menos unas 20 veces para reunir un número suficiente de lecturas para calcular el error medio de los datos. El resultado es una incertidumbre empírica de la puntería del instrumento. La componente de le error leído debe ser sustraído de la combinación del error de puntería y el error de lectura.

$$\sigma_p = \sqrt{(\sigma_p + \sigma_r)^2 - \sigma_r^2}$$

Donde:

$$\sigma_p = \sqrt{(\sigma_p + \sigma_r)^2 - \sigma_r^2}$$

σ_p = error de puntería del instrumento (arco segundo)

σ_r = error de lectura del instrumento (arco segundo).

El error leído (r) se determinará mediante la desviación estándar para una serie de por lo menos veinte lecturas del teodolito, se deberá comparar el resultado de estas lecturas con las especificaciones del instrumento.

3.1.7.3 Minimización del Error de Puntería

El error de puntería degrada la precisión en la medición de ángulos horizontales y verticales, es decir, a una mayor distancia se obtendrá un mayor error. Esto puede ser minimizado al medir hacia una puntería con la utilización de un aumento mayor.

Algunos instrumentos son equipados con piezas intercambiables (aumentos), que pueden llegar a tener una magnificación de 46x veces. El procedimiento de repetir varias veces la lectura del ángulo, se utiliza para reducir el error de puntería del instrumento cuando no se cuenta con un aumento de lente mayor.

3.1.7.4 Interrupciones Atmosféricas

La turbulencia del aire puede interferir bastante en la precisión al momento de apuntar. Esto ocurre sobre todo en estructuras expuestas directamente a los rayos del sol (ejemplo: represas, muros de concreto).

Estos efectos distorsionadores pueden ser eliminados al realizar observaciones bajo condiciones atmosféricas más favorables, como por ejemplo: trabajar temprano en la mañana, en días nublados, etc. Al repetir la medida de un ángulo reduce el error de puntería cuando las condiciones de observación son pobres.

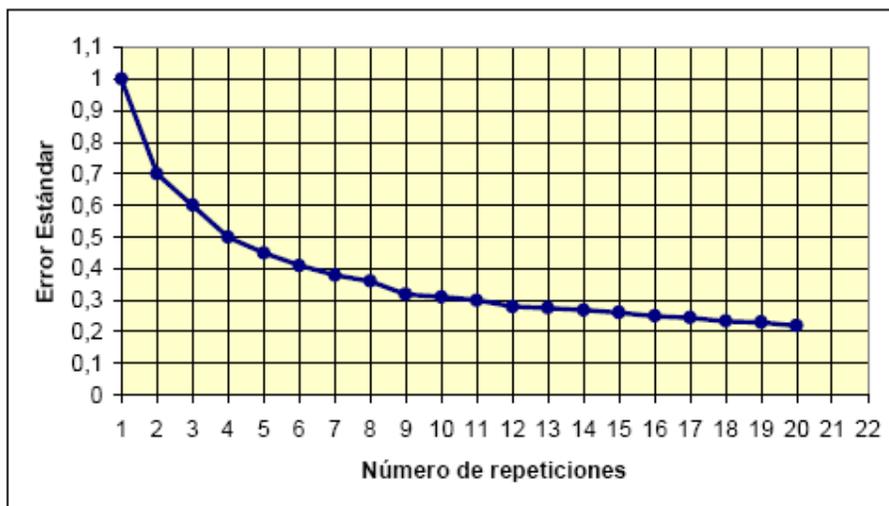


Gráfico Error estándar v/s número de repeticiones en la medida de ángulos.

Figura. 3. 11. Error estándar v/s número de repeticiones en la medida de ángulos.

3.1.7.5 Error en la Medida de Angulo Horizontal

La precisión (desviación estándar) en la realización de la medida del ángulo horizontal con un teodolito, puede ser determinada por la suma de las varianzas.

$$\sigma_{\text{ángulo}} = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_r^2 + \sigma_b^2 + \sigma_l^2}$$

Donde:

$\sigma_{\text{ángulo}}$ = error ángulo horizontal (arco segundo).

σ_p = error de puntería.

σ_l = error de lectura.

σ_b = error de centrado

σ_l = error de nivelación.

Ejemplo de error en el ángulo horizontal. Utilizando las formulas mencionadas anteriormente, si se tiene un lente con un aumento de 30 x y está centrado con una plomada óptica, a una altura instrumental de 1.5m y con una sensibilidad de burbuja de 20"/2 mm con una lectura de ángulo vertical de 85°, y una distancia inclinada de 100m con visuales atrás y adelante; la precisión del ángulo horizontal es aproximadamente de 3,5 arco segundo. Utilizando este mismo ejemplo, pero con dos series independientes de medidas repetidas, la desviación estándar del ángulo medido es de aproximadamente 2,4 arco segundo. Cuando se utiliza un teodolito electrónico con compensador biaxial, el error de nivelación y de lectura son despreciables.

3.1.7.6. Error en la Medida del Angulo Vertical

La medida del ángulo vertical es determinante por la diferencia de dos medidas hechas, con una dirección definida por el eje vertical del teodolito. La precisión en la medida de un ángulo vertical puede ser determinada de la siguiente forma:

$$\sigma_{\text{vertical}} = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_r^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{\text{ref}}^2}$$

Donde:

σ_{vertical} = error ángulo vertical (arco segundo)

σ_p = error de puntería

σ_r = error de inclinación

σ_i = error de lectura

σ_{ref} = error de referencia

Una de las principales fuentes de error sistemáticos en la medición de un ángulo vertical, es la debida a la refracción atmosférica.

Entonces, para determinar aproximadamente el error del ángulo vertical, se utilizara la siguiente formula como función de la distancia inclinada:

$$\sigma_{ref} = \sqrt{\frac{Di^2}{16R^2 * p^2}}$$

Donde:

σ_{ref} = error de referencia

Di = distancia inclinada en m

R = radio medio de la tierra (6.378.000m)

p = 206264.8

3.1.7.7 Efecto de la Refracción en Visuales

Todas las medidas relacionadas con instrumentos ópticos son afectadas por la refracción atmosférica. Las líneas son refractadas cuando la temperatura del aire no es homogénea, es decir, existe una Gradiente de Temperatura T/ T.

El efecto de refracción es más pronunciado en nivelaciones y en medidas de ángulos verticales, ya que las visuales se encuentran cercanas a la superficie del suelo (2m o menos), y además, tiene una diferencia de temperaturas significativa cuando existe una capa de aire sobre ella.

Los efectos horizontales de refracción pueden ser también peligrosos si la visual de la dirección horizontal observada corre paralela y muy cercana al objeto prolongado de una diferencia de temperatura, tal como las paredes de un túnel, las galerías de diques largos, filas de transformadores o turbinas que tienen diferencias de temperatura del aire que fluyen en el centro de la galería.

3.1.7.8 Efecto de Refracción

Si la gradiente de Temperatura (T/T) a través de la visual es constante en todos los puntos de la línea, entonces la línea es refractada a lo largo de una curva circular (figura) , produciendo un error “e” en el punto de observación.

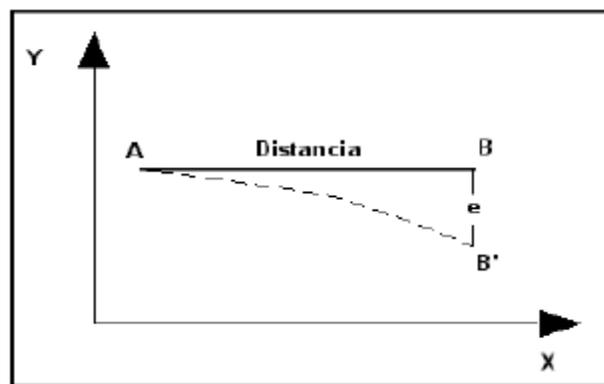


Figura. 3. 12. Error en el punto “e”

El valor de “e” puede ser estimado de la siguiente forma:

$$e = k * \frac{D^2}{2 * R}$$

Donde:

- k = coeficiente de refracción.
 D = distancia hacia la puntería (m).
 R = radio de la Tierra (m).

El coeficiente de refracción k es una función de la Gradiente de Temperatura ($\delta T / \delta y$) y puede ser aproximada por la siguiente fórmula:

$$k = 508,8 * \frac{P}{T^2} * \frac{\delta T}{\delta y}$$

Donde:

- P = presión barométrica (mb).
 T = promedio (absoluto) de la Temperatura del aire, en Kelvin.
 T en °C y T en Kelvin, están relacionadas por $T = 273,15 + t$.

Tomándose como radio de la Tierra , 6.378.000 m , y sustituyéndose en la formula:

$$e = k * \frac{D^2}{2 * R}$$

, el error puede ser expresado como una función de la Gradiente de Temperatura:

$$e = 3,9 * \frac{P * D^2}{T^2} * \frac{\partial T}{\partial y} * 10^{-5}$$

Por ejemplo si tiene un visual de $D=200\text{m}$; temperatura del aire $t= +30^\circ\text{C}$, es decir, $T=303,15\text{Kelvin}$; presión barométrica 1000mb , y una Gradiente de Temperatura constante a través de la línea visual, $\delta T / \delta y = 0.5\text{C/m}$

Reemplazándose los valores en la fórmula, se tiene: $K= 2,8$ y $e = 8,5$ mm.

Usualmente, la diferencia de la Gradiente de Temperatura de un punto a otro, produce una forma irregular de la visual refractada. En este caso la Gradiente de Temperatura y el coeficiente de refracción cambia a lo largo de la línea de visual (dirección x) y k pasa a ser función de la posición $k(x)$. El error en el punto debiera ser calculado de la siguiente forma:

$$e = \int_0^D k * (D - x) dx$$

Si la Gradiente de Temperatura son medidas como puntos discretos, es decir, en el medio de cada segmento "s", entonces la integral se puede resolver utilizando Simpson:

$$e = \frac{1}{2} * R * \{d_1 * [k_1 * D + k_2 * (D - d_1)] + d_2 * [k_2 * (D - d_1) + k_3 * (D - d_1 - d_2) + \dots - d_2] + d_{n-1} * [k_{n-1} * (D - d_1 - d_2 \dots d_{n-2}) + k_n * (D - d_1 - d_2 \dots d_{n-2})] \dots + d_{n-1} * [k_n * (D - d_1 \dots d_{n-1})]\}$$

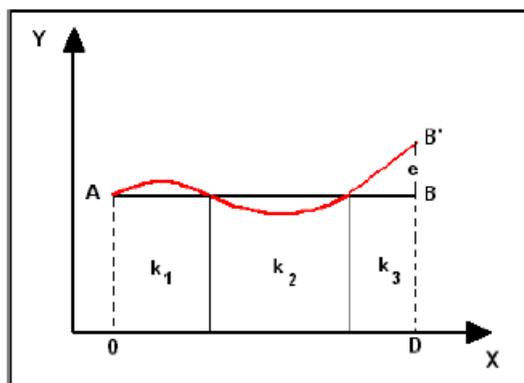


Figura. 3. 13. Solución

3.1.7.9. Efecto de la Medida sobre una Alineación

En las mediciones de alineación entre dos puntos fijos, A y B de la figura, el punto A esta obligado a apuntar hacia el punto B, si la Gradiente de Temperatura a través de la línea A y B es constante, entonces la alineación será refractada a lo largo de un camino circular, en donde el error aparecerá en el medio de la línea A y B. Incluso cuando las mediciones para la alineación se realizan en el medio del segmento, la visual sigue el mismo camino circular.

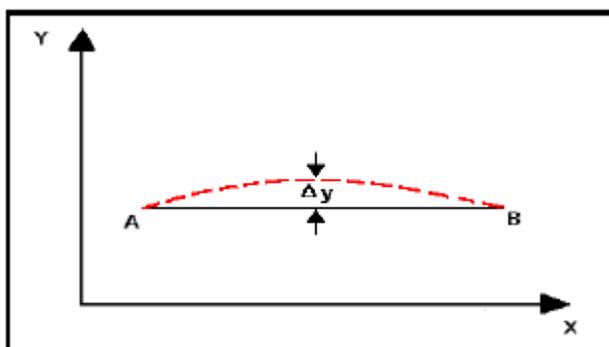
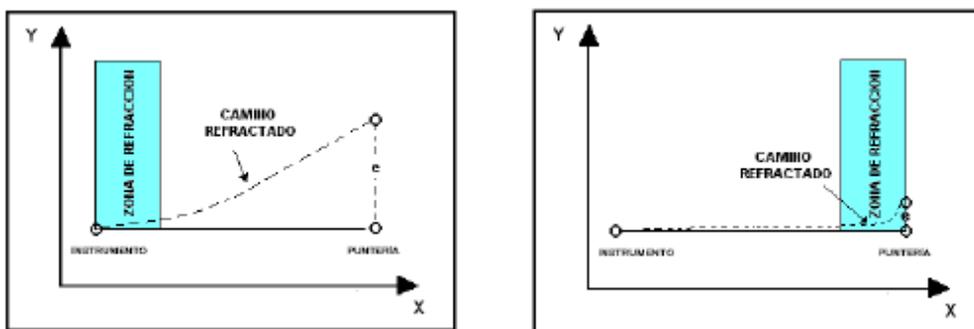


Figura. 3. 14. Efecto de la Medida sobre una Alineación



Por ejemplo, al utilizar un laser de HeNe ($\lambda=0.63 \mu\text{m}$) el máximo error, Δy , en el centro del camino refractado, puede ser calculado de la siguiente forma:

$$\Delta y = \frac{P * D^2}{101760 * T^2} * \frac{dT}{dy}$$

Donde:

P = presión barométrica (en mb)

T = temperatura en Kelvin.

D = distancia total a través de la alineación.

3.1.7.10 Métodos para Reducir el Efecto de Refracción

Los efectos de refracción pueden ser reducidos según las siguientes recomendaciones:

1. Evitando que las visuales estén cerca de cualquier tipo de superficie (cuerpo) que emita una temperatura diferente a la que prevalece en el ambiente.
2. Midiendo la Gradiente de Temperatura con muchos sensores de alta precisión (resolución de por lo menos 0.05° C) y calculando la corrección de refracción , o,
3. Utilizando dos fuentes de radiación que emitan una longitud de onda diferente (método dispersión).

El primer método es el más práctico, pero no asegura que la visual este libre de refracción. El segundo método, aunque aplicable en la práctica, requiere de instrumentación especial y medidas tediosas. El tercero requiere de instrumentos costosos y es aplicable solamente en mediciones científicas de la más alta precisión (ejemplo: metrología industrial). En estudios de deformaciones, solo el primer método parece factible. Si las paredes de una galería son estrechas, y además sus paredes tienen diferentes temperaturas (una expuesta al agua y la otra a la radiación del sol), la alineación aunque sea

hecha por el centro de la galería no puede reducir suficientemente el efecto de la refracción. En el último caso, métodos no ópticos pueden ser usados en el desplazamiento de las medidas.

3.1.7.11. Efectos sobre la Medidas de Dirección

En la medida de una dirección con un teodolito, la refracción ocurre como un ángulo de deflexión. Con una gradiente de Temperatura uniforme sobre una longitud (D) de visual, el error de refracción (e_{ref}) en arco segundo de la dirección observada puede ser aproximada por :

$$e_{ref} = 8'' * \frac{D * P}{T^2} * \frac{dT}{dx}$$

Donde:

D = Distancia entre estaciones (m)

P = Presión barométrica (mb).

T = Temperatura en Kelvin ($T = 237,15 + t^{\circ} C$).

dT/dx = Gradiente de Temperatura

3.1.7.12. Error en el Centro del Instrumento.

Incluso cuando se tiene gran cuidado en la ubicación del instrumento, se tiene un límite definitivo en la habilidad de nivelar un instrumento debido a la sensibilidad con que cuenta la ampollita de nivelación. Por lo tanto, siempre se tiene una mínima inclinación del eje vertical del instrumento con respecto a la línea de plomada.

El error de inclinación en el teodolito es anotado como:

$\sigma_1 = (0,2) * (\text{Sensibilidad de la burbuja por división}).$

O también se puede dar como cinco veces la sensibilidad de la ampolleta del instrumento (ejemplo: para una burbuja de 30" se tiene un error de nivelación de $30"/5 = 6$) El efecto producido por la inclinación del eje vertical sobre una medición de ángulo horizontal, viene dado en las siguiente fórmula:

$$\sigma_L = \frac{\sigma_1}{\tan(z)}$$

Donde:

σ_L = error de nivelación

σ_1 = error de inclinación

z = ángulo vertical medido

$$CN = \frac{(V_D - V_{IZ})}{2} * \text{TAN}(V_{PUNTERIA})$$

CN = corrección de la nivelación

VD = ángulo vertical derecho leído

V_{IZ} = ángulo vertical izquierdo leído

$V_{PUNTERIA}$ = ángulo vertical hacia la puntería

3.1.7.13. Tolerancia Predeterminada

El valor de un ángulo vertical, puede ser predeterminado con la sensibilidad de la ampolleta de nivelación del instrumento, esto decidirá si la corrección es necesaria ser aplicada sobre un blanco dado. Esta tolerancia angular es

encontrada resolviendo la ecuación para $V_{PUNTERIA}$, término conocido (error de inclinación del instrumento).

Por ejemplo, se tiene un instrumento cuya ampollita tiene una sensibilidad de 30 arco segundo (tomando como fuente un catalogo) y una tolerancia máxima permisible para la corrección final de 1 arco segundo; ángulo vertical superior a 10° desde la horizontal requerirá la corrección.

3.1.7.14. Error en el Centrado Forzoso del Instrumento

Cualquier centrado forzoso o plomada óptica, son medios estándares durante el ajuste del instrumento y la puntería. Los errores de centrado son causados cuando el eje vertical del instrumento (o puntería/prisma) no coincide con la marca de referencia sobre el punto de control monumentado.

La incertidumbre que existe en la medición de un ángulo se debe al error de centrado.

$$\sigma_b = \sqrt{\sigma_c^2 + p^2 \frac{4}{D^2}}$$

Donde:

σ_b = incertidumbre en el ángulo debido al error de centrado.

σ_c = precisión de centrado

p = 206264,8

D = distancia entre estaciones mm

La precisión en el centrado (σ_c) es anotado de la siguiente forma:

$$\sigma_c = 0.5\text{mm} \cdot h_i$$

Para todas las plomadas ópticas y centradas forzosas:

$$\sigma_c = 0.1\text{mm} \cdot h_i$$

3.2 NIVELES

En esta sección no se explicara en detalle las partes del Nivel, puesto que algunas fueron ya descritas en la sección de teodolitos.

El nivel de, es un instrumento que tiene como finalidad la medición de desniveles entre distintos puntos que se hallan a distintas alturas y en distintos lugares, o también el traslado de cotas.

3.2.1. Clasificación de los Niveles Ópticos

Se dividen generalmente en:

- Niveles de plano: en los que, una vez estacionado el instrumento, el eje de colimación (eje Óptico) describe un plano horizontal en su giro alrededor del eje principal (Eje Vertical), ejemplo Nivel tipo Dumphy;
- Niveles de línea en los que en cada nivelada (visual) es preciso horizontalizar el aparato para asegurar solamente que sea horizontal la visual que hay de tomarse a continuación, ejemplo Niveles con Tornillo de Trabajo o también llamado Nivel Basculante;
- Niveles automáticos: niveles de línea, de horizontalización automática.

En la actualidad los niveles de plano, se utilizan muy poco debido al tiempo que toma en ponerse en estación, puesto que hoy en día, la idea es realizar un trabajo en el menor tiempo posible. Por lo que solo se definirán los otros dos.

Sin embargo es preciso consignar que tan importante puede resultar la lectura en la mira como la propia calidad del instrumento a efectos de conseguir el resultado exigido.

En efecto, cualquier error de lectura en nivelación se transmite, directamente y en toda su magnitud, al desnivel que se trata de apreciar. Un desnivel o una cota es un número y puede escribirse con cualquier aproximación, y en muchas ocasiones es imprescindible lograr muy altas exactitudes obligadas por la finalidad del trabajo encomendado. Por todo ello, la longitud de la niveladas (visuales) no acostumbran a sobrepasar los 100 o 150m, siendo mucho más frecuentes las distancias de menos de 100 y hasta los 50m, para garantizar la óptima lectura en la mira, aun la estimación de milímetros. Ellos hacen que no sea preciso tener en cuenta la influencia de la esfericidad de la tierra ni de la refracción atmosférica.

3.2.2 Tipos de Niveles

Se distinguen varios tipos niveles como el de tipo Dumphy, nivel Basculante, nivel Reversible, nivel de Precisión, nivel automático, etc. pero en esta memoria se abordaran solamente los dos últimos, por encontrarse los primeros con muy poca utilización hoy en día.

3.2.2.1 Niveles de Precisión

Estos niveles, al poseer una alta amplificación, permiten leer de mejor forma la graduación en la mira, y al contar con un micrómetro, se logra obtener una medida con la más alta precisión. No solo se utilizan en levantamientos geodésicos y en levantamientos de ingeniería muy precisos, sino también para medir pequeños desplazamientos verticales de estructuras, incluyendo pequeños cambios en ángulo de inclinación.

Micrómetros de Placas Plano Paralelas

Esta es una característica esencial de estos instrumentos y puede ser parte integral de los mismos o una unidad removible. En este último caso, el nivel mismo podría llamarse nivel universal por que puede usarse con diferentes precisiones. Esta unidad permite leer en forma directa, más que estimar, el decimo de milímetro entre el hilo horizontal de la retícula y la división más cercana de la mira. El dispositivo consta en esencia de una placa plano paralela de vidrio colocada frente al objetivo a lo cual se da un movimiento basculante mediante la rotación de la cabeza de un micrómetro en el extremo ocular del telescopio. Debido a la refracción, un rayo de luz paralelo al eje del telescopio se desplaza hacia arriba o hacia abajo, según la dirección de la inclinación, una cantidad que varía con el ángulo de inclinación: cuando la placa es vertical no ocurre ningún desplazamiento.

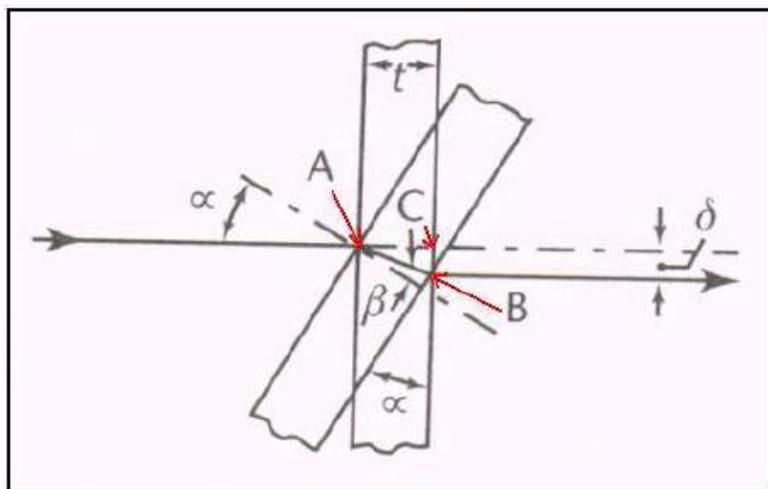


Figura. 3. 15. Placas Inclinadas

Sea δ el desplazamiento entre la visual y la graduación más cercana cuando la placa se encuentra inclinada un ángulo α con respecto a la vertical.

En el triangulo ABC:

$$AB = \frac{t}{\cos\beta} \text{ y } BC = \delta$$

Por lo tanto:

$$\delta = \frac{t}{\cos\beta} * \text{sen}(\alpha - \beta)$$

$$\delta = t(\text{sen}\alpha - \text{cosa} \frac{\text{sen}\beta}{\cos\beta})$$

Pero $\mu \text{sen}\beta = \text{sen}\alpha$

Donde μ es el índice de refracción del vidrio que se usa en la placa.

Por lo tanto:

$$\delta = t \text{sen}\alpha \left[1 - \frac{\text{cosa}}{\text{sen}\alpha} \left(\frac{\frac{\text{sen}\alpha}{\mu}}{\frac{\sqrt{1 - \text{sen}^2\alpha}}{\mu^2}} \right) \right]$$

$$= t \text{sen}\alpha \left(1 - \frac{\text{cosa}}{\sqrt{\mu^2 - \text{sen}^2\alpha}} \right)$$

$$= t \text{sen}\alpha \left(1 - \frac{\sqrt{1 - \text{sen}^2\alpha}}{\sqrt{\mu^2 - \text{sen}^2\alpha}} \right)$$

Si α es pequeño (en radianes)

$$\delta = t\alpha \frac{\mu - 1}{\mu}$$

3.2.2.2. Nivel Automático

Existen muchos tipos de instrumentos de nivelación sin ampolleta tabular unida. Los telescopios de estos instrumentos deben ser más o menos nivelados; un dispositivo compensador, en general basado en un sistema pendular dentro del telescopio, corrige el desnivelamiento residual. Esos niveles son muy populares por la facilidad de su uso, pero padecen de cierta inestabilidad.

Operación de un compensador

En la figura se describe la operación ideal del instrumento. Cuando el eje vertical está inclinado un pequeño ángulo con respecto a la vertical, si los rayos de luz horizontales que pasan a través del centro óptico del objetivo pueden desviarse para cortar el hilo horizontal de la retícula, como muestra la figura entonces se logrará la lectura compensada de la mira, a pesar de la inclinación.

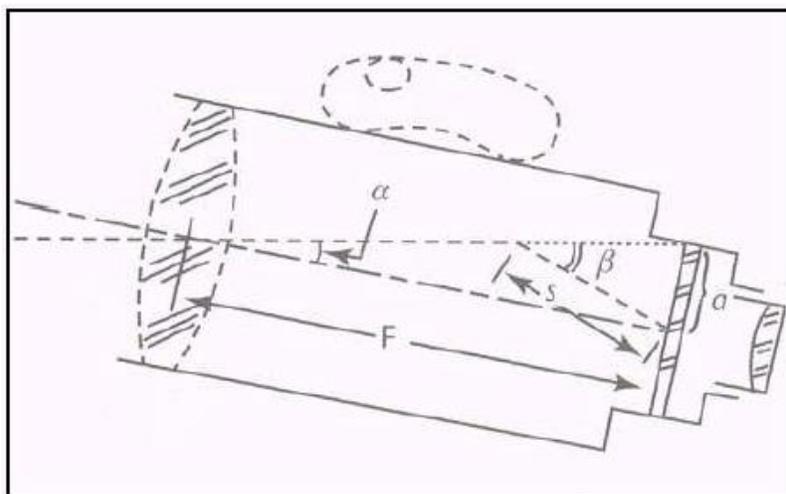


Figura. 3. 16. Operación de un compensador

De la figura $a = F\alpha = s\beta$

Por lo tanto:
$$\frac{F}{s} = \frac{\beta}{\alpha}$$

Si el tubo del telescopio se inclina un ángulo α , el prisma del centro compensador toma una nueva posición, en la que la línea vertical que pasa por su centro de gravedad interseca el punto donde se unen los dos hilos que lo sostienen. La geometría del cuadrilátero formado por la base del prisma, los dos hilos de la parte superior del telescopio es tal que la base del prisma se inclina ahora 3α con recta a la horizontal. Por las leyes de reflexión (los efectos de atrás reflexiones y refracciones son compensatorios).

$$\beta = 6\alpha \quad y \quad s = \frac{F}{6}$$

Se observa que en la práctica será difícil que el compensador se coloque con exactitud, así que ocurrir desviaciones hacia arriba o hacia abajo.

Efectos Vibratorios en Niveles Automáticos

A pesar de la acción de los amortiguadores de los dispositivos de compensación en los instrumentos, se presentan vibraciones periódicas inducidas por el viento, tránsito o fabricas, que afectan la precisión de las lecturas. Las ventajas de la nivelación automática son, en cierto grado, equilibradas por las desventajas de su sensibilidad.

En estos instrumentos resulta esencial que el trípode se fije con firmeza en el terreno las vibraciones pueden evitarse, o amortiguarse, sujetando de manera ligera el trípode con las manos. Esta práctica no puede tolerarse en nivelación con instrumentos convencionales de burbuja, pero sí se permite con niveles automáticos. Con el instrumento firmemente instalado, no se afecta a la altura de la línea de colimación y cualquier inclinación ligera que ocurra se corregirá

de manera automática con el compensador. Sin embargo, en lugares expuestos a vibración continua provocada por equipos mecánicos es preferible usar nivel de burbuja. Los sistemas de amortiguación de los niveles automáticos son en extremo eficientes y es ocasional que produzca vibración de resonancia por vibración de alta frecuencia en el compensador que pueda afectar su precisión.

3.2.3 ERRORES

2.2.3.1 Elemento de un Nivel y causas de Error en este

Un anteojo, generalmente de gran aumento (A, en la figura 3. 17. y un nivel (N) montados sobre una plataforma nivelante (P) constituyen esencialmente el conjunto del aparato.

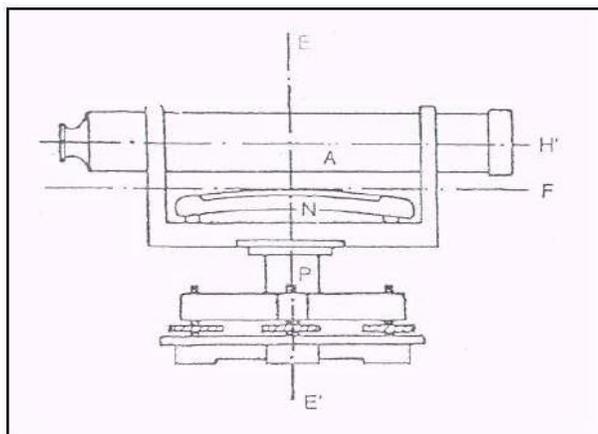


Figura. 3. 17. Elemento de un Nivel

Y evidentemente, debe conseguirse que el eje de colimación (eje óptico) HH' del anteojo sea paralelo a DF , directriz del nivel (línea de fe), y ambos perpendiculares a $EE \wedge$ sea rigurosamente vertical.

Por otra parte, dada la extrema sensibilidad de algunos aparatos, resulta prácticamente imposible centrar la burbuja en cualquier posición.

De acuerdo a lo que se vio en la parte de teodolitos, en una visual se cometerán los siguientes errores accidentales:

- De horizontalidad (análogo al de verticalidad del eje de los teodolitos)
- De puntería (según lo visto anteriormente)

Se sabe, de la misma forma, que no existe error de dirección, y en cuanto al de lectura, se ha establecido previamente que es preciso que la puntería sobre la mira no de lugar a ningún error apreciable de lectura adicional sobre ella, aun a costa de acortar las visuales, y como no se debe leer ningún limbo ni graduación en el aparato, no será preciso tener en cuenta error de dicha denominación.

3.2.3.2 Miras de Nivelación

Deben reunir características muy estrictas de precisión, garantizando homogeneidad en su graduación e inalterabilidad a las variaciones de temperatura. Acostumbran a construirse con una capa de pintura anti reflectante para facilitar la lectura. Generalmente están graduadas en centímetros. En casos muy especiales, se utilizan miras de milímetros para distancias cortas, especialmente en montaje industrial.

3.2.3.3 Miras de Nivelación de Precisión

Este tipo de miras se utiliza para trabajos más precisos. En un marco de madera se fija una tira fraudada de invar, la cual se asegura en su parte inferior y en la superior, con un resorte para calibrar su longitud, de modo que las variaciones del marco por cambios de temperatura no afecten la longitud de la tira graduada. La mira siempre se coloca sobre una placa de acero y se puede sujetar con dos tirantes engarzados en la parte superior de su longitud

ajustable, para mantenerse en posición vertical. Además, se puede girar sin mover los tirantes para apuntar hacia el nivel.

La tira invar tiene dos series de graduaciones a intervalos de 10mm pero su desplazamiento relativo y numeración son diferentes para obtener dos lecturas distintas en un solo apuntamiento.

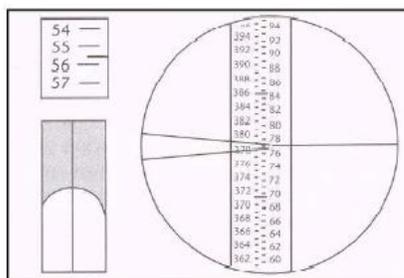


Figura. 3. 18. La tira invar con sus graduaciones

3.3 ESTACIONES TOTALES

Se denomina estación total a un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y la posibilidad de guardar información en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de acimutes y distancias.

Una estación total posee básicamente 3 componentes:

- Mecánico: el limbo, los ejes y tornillos, el nivel, la base nivelante.
- Óptico: el anteojo y la plomada óptica
- Electrónico: el distanciómetro, los lectores de limbos, el software y la memoria

Los componentes óptico y mecánico no difieren de los que llevan los teodolitos y taquímetros clásicos de uso en topografía.

La gran ventaja de la Estación Total es la componente electrónica en cuanto a memoria interna para almacenar datos de campo, que la hace más versátil y rápida que los instrumentos clásicos.

3.3.1 Principios básicos de medición electromagnética de distancia

La medición de distancias a través de la electrónica fue descubierta indirectamente, esto debido a que se realizaban experimentos para determinar la velocidad de la luz, basado en el tiempo que transcurría la emisión de una haz luminoso y la recepción de este en el mismo lugar de partida tras hacer rebotar el haz en un espejo plano ubicado a una distancia conocida. Este principio se llevo a la medida de distancia, pero de forma distinta, ya que ahora se conocía la velocidad de la luz, se determinaba el tiempo de propagación y el valor desconocido era la distancia.

Algunos de estos equipos efectúan medida de distancias sin necesidad de prismas reflectores siempre y cuando se emitan la onda contra pared de hormigón o similares, pudiendo llegar a determinar distancias de 100m con precisiones de +1cm. Cabe destacar los equipos.

Los distancios metros con fuentes portadoras de diodo normal de arseniuro de galio gas, de menor alcance, pero con fines propiamente topográficos, hasta 3 – 4 km, con precisiones del orden de anterior. Todas las estaciones totales utilizan este sistema.

Cabe decir teóricamente, y por su posición en el espectro, la luz visible es mas penetrante que la radiación infrarroja, y esta mas que las microondas. No obstante, como la medición no se hace en el vacío, si no en la atmosfera, la presencia de polvo, vapor de agua en suspensión y condiciones meteorológicas de todo tipo. Hacen variar por dispersión, absorción y reflexión y refracción la transmisión del ambiente, y con el alcance efectivo de las ondas. Además, debe prevenirse una apertura de haz que no produzca reflexiones perturbadoras en el suelo lo que también acorta el alcance máximo, con independencia de la transmutación atmosférica.

Las estaciones totales mediante pulsación generan impulsos de luz láser o infrarrojos cortos, que se transmiten por el telescopio a un objetivo.

Estos impulsos se reflejan en el objetivo y vuelven al instrumento, donde el sistema electrónico determina el tiempo en que cada impulso de luz a tardado en volver. Puesto que la velocidad de la luz a través de un medio se puede estimar de forma precisa, el tiempo de desplazamiento.

$$Dist. = \frac{c}{2 \cdot t}$$

3.3.2.2. Instrumentos de comparación de fase

Este método funciona al modular una señal de medición en una señal de onda portadora continua. El método es similar en principio a la manera en que se modula la música en una portadora para las transmisiones de radio, excepto que para la EDM la portadora se presenta en longitudes de ondas de luz.

El instrumento mide una desviación de fase constante a pesar de las inevitables variaciones en la señal emitida y transmitida. Solo se obtiene la desviación de la fase a través de la comparación de fases; en principio una ambigüedad del ciclo evita que la distancia total se estime directamente. Esta ambigüedad se resuelve utilizando varias longitudes de onda de modulación en la medición, lo que proporciona un único número entero de ciclos. Una vez que obtiene el número entero, la distancia al objetivo se puede determinar de forma precisa.

En principio la onda magnética está definida por

$$Y=A.\text{sen}(w.t+Q)$$

Donde

A = amplitud

W = velocidad angular

Y = elongación

t = Tiempo

Q = fase correspondiente a $t = 0$

Se entiende por fase a la característica que indica el estado de avance o progreso de un fenómeno periódico, y viene relacionado por:

$$\varphi = w * t$$

En dos instantes diferentes, valdrán:

$$\varphi_1 = w_1 * t_1$$

$$\varphi_2 = w_2 * t_2$$

Luego la diferencia de fase:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = w * (t_2 - t_1) \Leftrightarrow t_2 - t_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{w}$$

y como $w = 2 * \pi * f$

$$t_2 - t_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2 * \pi * f}$$

De manera que se puede establecer una relación entre diferencias de tiempo y diferencias de fase de una señal de frecuencia conocida. Hoy en día se puede determinar la diferencia de fase y frecuencia con buena precisión.

- **Determinación de la distancia según la onda magnética.**

Instalando el instrumento (EDM) en un punto A , el reflector (activo o pasivo) en un punto B y la distancia a medir es $AB = D$

Se emite una onda desde el reflector hasta el prisma y se asumirá que la onda se refleja en forma puntual.

Se sabe que la onda reflejada llegara A como si viniera de A simétrico de A respecto a B.

Con una longitud de onda λ , la distancia será:

$$2D = \lambda \cdot \left(m + \frac{\theta}{2\pi} \right) \quad \text{es decir} \quad D = \frac{1}{2} \cdot \lambda \cdot \left(m + \frac{\theta}{2\pi} \right)$$

Donde:

m = número entero de longitudes de onda contenido en la distancia AA

θ = desfase entre la onda emitida y recibida

Si se utiliza una longitud de onda λ_1 , próxima también se cumplirá.

$$D = \frac{1}{2} \cdot \lambda_1 \cdot \left(m + \frac{\theta_1}{2\pi} \right)$$

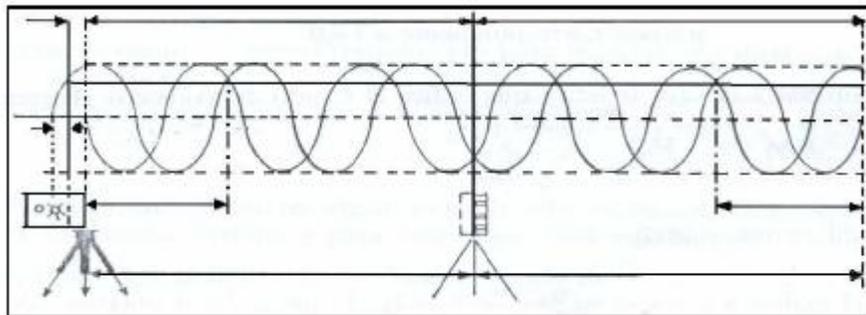


Figura. 3. 19 Desfase de la onda

Fuente: Teoría de errores e instrumentación, autor: Manuel Chueca

La medición de θ se realiza comparando la fase de la onda modulada al salir y la del retorno. Para ello se utiliza un comparador de fase.

El desfase se puede medir con un error del orden de una milésima del valor de la longitud de onda.

- **Limitación práctica a la determinación de distancias.**

Todo lo comentado anteriormente parece sencillo, pero se debe tener cierto cuidado ya que hay que considerar una serie de correcciones o ambigüedades, que se explicara a continuación.

Como en el emisor el centro geométrico y el eléctrico no son coincidentes se produce un recorrido adicional, no integrado en la formula anterior; también en el reflector la onda sufre un recorrido interno, y sea el componente la suma de ambos $2k$.

Entonces:

$$2(D+k) = \lambda \cdot \left(m + \frac{\theta}{2\pi} \right)$$

La longitud de onda es función de la frecuencia de modulación y de la velocidad de propagación.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

En el vacío, la velocidad es constante para todas las ondas electromagnéticas y es igual a $c_0 = 299.792,5 \text{ km}$

Pero en la atmósfera, la velocidad de propagación c es menor que en el vacío c_0 y ambas vienen relacionadas por el índice de refracción.

$$c = \frac{c_0}{n}$$

Como el valor de n es desconocido, para las aplicaciones prácticas será necesario utilizar un valor n_1 para el medio.

Esta presunción de n_1 para el medio, implicara suponer conocido c_1, f_1 y λ_1

λ_1 definidos por:

$$n_1 = \frac{c_0}{c_1}$$

$$\lambda_1 = c_1 \cdot T_1 = \frac{c_1}{f_1} = \frac{c_0}{n_1 \cdot f_1}$$

Y resultará

$$D_1 + k_1 = \frac{\lambda_1 \cdot m}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda_1 \cdot \theta}{2\pi}$$

El fabricante de instrumentos da generalmente el valor pero en condiciones atmosféricas específicas, la realidad es que el índice de refracción real del medio es n_2 con:

$$\lambda_2 = \frac{c_0}{n_2 \cdot f}$$

De donde la distancia real es:

$$D_2 + k_2 = \frac{\lambda_2 \cdot m}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda_2 \cdot \theta}{2\pi}$$

Obtenida con un n_2 , utilizando λ_2 como patrón de medida calculado a partir de c_0 , n_2 y f_2

Comparando ambos resultados (distancias medida y D_1)

$$D_1 + k_1 = \frac{\lambda_1 \cdot m}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda_1 \cdot \theta}{2\pi}$$

$$D_2 + k_2 = \frac{\lambda_2 \cdot m}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda_2 \cdot \theta}{2\pi}$$

La diferencia entre ambas se debe a los valores de k y λ

Dividiendo cada término y despejando:

$$(D_1 + k_1) = (D_2 + k_2) \cdot \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = (D_2 + k_2) \cdot \frac{c_0}{n_1 \cdot f_1} \cdot \frac{n_2 \cdot f_2}{c_0}$$

$$(D_1 + k_1) = (D_2 + k_2) \cdot \frac{n_2 \cdot f_2}{n_1 \cdot f_1}$$

Admitiendo que el oscilador prácticamente genera una frecuencia constante y por tanto $f_1=f_2$

$$D_2 = (D_1 + k_1) \cdot \frac{n_1}{n_2} - k_2$$

Donde:

D_2 = distancia buscada

D_1 = distancia medida por el equipo para n_1

n_1 = índice de refracción estándar

n_2 = índice de refracción medida en el campo

k = recorrido interno

LED laser, similar al anterior, pero con un superior dopado, pero al aumentar la tensión puede entrar en resonancias y producir un rendimiento superior.

3.3.3.2 laser de gas

El más utilizado es el laser de helio – Neón (He – Ne). La descarga se hace pasar a través de una mezcla de He – Ne, excitándose los átomos de He. Sus niveles próximos a los de Neón, colisionan y se transfiere la energía de unos niveles a otros. La emisión de laser puede ocurrir en varios niveles, eligiéndose la longitud de onda mediante la configuración de espejos de la cavidad.

La longitud más utilizada de laser de He – Ne es en el rojo, en 632,8 nm óptima para las EDM, ya que sufre poca absorción en la atmosfera.

3.3.4 determinación de la velocidad de propagación “c”

Como se dijo, que el funcionamiento de los instrumentos de tiempo transcurrido (Pulsación) dependía de la velocidad de propagación y del tiempo empleado por el haz de luz en recorrer una distancia desconocida, se hace necesario determinar el índice de refracción del medio para luego obtener el valor de la velocidad de propagación.

Utilizando la determinación del profesor Bergstrand de Estocolmo (acogida por la Asociación Geográfica y Geofísica Internacional, Toronto, 1957) que dice:

$$c = \frac{c_0}{n}$$

En donde:

c_0 = 299.792,5 km/sg

n = índice de refracción del aire en las condiciones de la mediación

Por la tanto, se puede inferir que la precisión en la mediación depende de la determinación del índice de refracción.

Como corolario de lo anterior, las casa fabricantes de instrumentos entregan a los usuarios tablas donde indican un índice de refracción de partida entandar, correspondientes a condiciones meteorológicas ideales, y que varían a partir de estas.

En mediciones geodésicas de gran precisión, es necesario realizar correcciones en función de n. existe una fórmula que se puede aplicar para

$$\frac{n-1}{P} \cdot T = \frac{n_0-1}{P_0} \cdot T_0$$

Calcular n , esta se llama "Formulas de Gladstone":

Donde P y T presión y temperatura Kelvin. Tomando $T_0 =$ formula 760mm/Hg, n vale 1,0003036 para un contenido básico de CO_2 en el aire de 0,03%.

3.3.5 Determinación de la Constante Z

Esta constante es característica para cualquier instrumento y reflector, o sea, es la suma de la constante del instrumento y la constante del prisma.

En un reflector pasivo, la onda incidente penetra a través de la superficie del prisma, realizando un recorrido por su interior, y tras tres reflexiones sale del prisma en dirección paralela a la entrada y sentido contrario regresando así al distancio metro (EDM).

En el recorrido que realiza la onda incidente por el prisma y debido al índice de refracción del prisma " n_3 " producirán una variación de fase $\Delta\phi$ que involucrara en el cálculo de distancia un recorrido adicional $\Delta D = \lambda * \Delta\phi$.

El recorrido adicional dependerá del tipo de laser utilizado y del tipo de cristal usado para el reflector (que definen n_3), por lo que este recorrido interno. Del reflector (D) será variable según el reflector usado y el tipo de onda empleada en la mediación.

Otro error que se debe tomar en cuenta es la falta de verticalidad del instrumento porta prisma, determinado la verticalidad del jalón un punto distinto del que se desea medir, ahora bien, la constante del instrumento se produce por la falta de coincidencia entre el centro geométrico del instrumento y el

centro electrónico. A esta falta de coincidencia se lo conoce como el nombre de constante aditiva. Esta corrección se realiza en fábrica, pero el usuario puede comprobarla.

3.3.6 Tipos de reflectores

La distanciametría electrónica se basa en la emisión de una onda desde un elemento emisor hasta otro elemento que la devuelve por reflectores pasivos o bien la amplía y la devuelve para su análisis que es el caso de los reflectores activos.

Los instrumentos que tienen como principio fundamental para las mediciones de distancias, las ondas electromagnéticas, trabajan como reflectores activos, llamado al equipo estación como “master” y al reflector como “remoto”; en cambio los electro-ópticos trabajan con reflectores pasivos

3.3.6.1 Reflectores pasivos

El acto de devolución de la señal puede ser por reflexión pura o por reflexión – refracción. En el primer caso puede hacerse como un simple espejo plano, o por espejo parabólico, o por triedro trirectángulo formado por tres espejos planos. Pero en la mayoría de los EDM se utilizan reflectores mixtos de refracción – reflexión.

El reflector es un dispositivo inerte donde la naturaleza depende de la potencia energética de la emisión. Si el reflector es una superficie lisa de gran tamaño o un papel adhesivo reflectante, es suficiente para trabajar con ciertos aparatos y a cortas distancias, pero en la mayoría de los casos la energía reflejada es insuficiente, y el reflector utilizado se convierte en un prisma de reflexión total o retro reflector.

El prisma más usado es el resultante de truncar el vértice de un cubo, y está formado por una pirámide tri rectangular de lados isósceles y base equilátera. Son de vidrio macizo, y su fundamento se basa en que el rayo luminoso incidente que llega a la base equilátera es devuelto en dirección paralela a la entrada tras una triple reflexión.

Las laminas reflectantes, están constituidas por infinidad de diminutas esferas de vidrio que devuelve la luz, pero con una amplia dispersión; por ello tiene gran limitación en cuanto a la distancia de trabajo.

3.3.7 ERRORES

3.3.7.1 Errores en la medida de distancias electrónicas

La precisión (desviación estándar) realizada con instrumentos EDM puede ser expresada da la siguiente forma:

$$\sigma = \sqrt{a^2 + b^2 \cdot D^2}$$

Donde:

σ = error de la fase de medición, centrado, y error de calibración.

b = erros de escala debido a la incertidumbre en la determinación del índice de refracción y la calibración de la modulación de la frecuencia.

D = distancia media

3.3.7.2 Error entre distancia inclinada y distancia Horizontal

La incertidumbre en la distancia horizontal se debe a la precisión en la determinación de la diferencia de la altura y la precisión en la medida de la distancia inclinada.

$$\sigma_{hor} = \frac{Di}{Dhz} \sqrt{\sigma_{Di}^2 + \sigma_{\Delta h}^2}$$

Donde:

σ_{hor} = error distancia horizontal

σ_{Di} = error distancia inclinada

$\sigma_{\Delta h}$ = error diferencia de altura

Di = distancia inclinada

Dhz = distancia horizontal

Ejemplo: Error de distancia EDM “Con un instrumento EDM de resolución 3,00mm, longitud de onda ($\lambda=0.85\mu\text{m}$) centrado con una plomada óptica y con una altura instrumental de 1,5m para el instrumento y para la puntería el resultado en la determinación de la distancia tendrá una incertidumbre de aproximadamente 3,2mm (un sigma, para 15 c, 1013mb sobre una distancia de 200m), asumiendo que la temperatura y presión fueron medidos 1 C y 3 mb respectivamente. Si una diferencia de temperatura de 7 C es sustituida por error de temperatura, el error de distancia estimada aumenta a 3,5mm.

Usando los valores de arriba y una incertidumbre en la diferencia de altura de 3mm, la reducción de la diferencia de altura de la estación, adhiere aproximadamente 1mm (un sigma de error) en la distancia horizontal sobre 20m de diferencia de altura.

3.3.7.3 Error en la alineación de los reflectores

Los modelos antiguos de los prismas reflectores pueden introducir pequeños errores en la medida de la distancia y en la dirección de la medida debido al error de orientación. La magnitud del error se basa sobre factores como la longitud de onda del instrumento EDM, la dimensión del prisma, el índice de refracción del cristal del prisma, y el error de alineación de los ángulos verticales y horizontales (no perpendicular a la línea de visual). Con direcciones, horizontales y verticales, el error puede limitarse a 1 arco de segundo (sobre los 500m) con un error en la alineación menor a 10^0 . El error angular es muy dependiente de la distancia que existe entre el instrumento y el reflector, es decir, a distancias más cortas producirá errores grandes.

Diseños modernos de reflectores: se han rediseñado los prismas de los reflectores para minimizar la influencia en la medición de distancia debido al Error en la alineación, con prismas normales, los errores resultantes en la medida de distancias son despreciables para un error de alineación pequeño. Sin embargo, se debe poner bastante cuidado a la hora apuntar.

3.3.7.4 Error de Escala

A. Velocidad de Frecuencia debido a la Temperatura

El término de velocidad corta en los osciladores de frecuencia de los instrumentos EDM, es más probable que ocurra durante el precalentamiento de los componentes electrónicos internos. Si la velocidad de frecuencia persiste durante la medición, entonces las medidas dependerán de un tiempo predispuesto que puede llegar a alcanzar un valor máximo de velocidad de unas 3ppm (dependiendo del instrumento y del ambiente).

B. Velocidad de frecuencia debido al envejecimiento

La velocidad de frecuencia que puede ocurrir también por el envejecimiento mecánico del oscilador de cristal, los instrumentos EDM desarrollan una medida de escala interna (en algunos casos de 1 ppm por año). Este puede ser un factor crítico cuando se realizan los estudios de deformaciones, puesto que es el mismo instrumento utilizado para contrastar los resultados en el tiempo.

C. Calibración del error de Escala

Para mediciones precisas, se recomienda realizar por lo menos una vez al año una calibración del instrumento EDM el método más común para realizar la calibración del error de escala, es realizar mediciones sobre una línea Base de calibración certificada.

El error de escala es determinado al comparar una serie de distancias medidas sobre una línea con estaciones donde las distancias entre ella son conocidas de manera precisa. Las distancias entre estaciones conocidas precisamente se contrastan con el producto de las distancias medidas y el factor de escala desconocida, como muestra la ecuación siguiente:

$$k \cdot D_{MED} - D_{FIX} = 0$$

Donde:

k = factor de escala desconocida

D_{MED} = distancia medida

D_{FIX} = distancia conocida (fija)

La distancia horizontal medida (D_{MED}) se procesa mediante un ajuste de mínimos cuadrados lineal para obtener posteriormente el factor de escala desconocido (K). Una vez que se ha determinado el error de escala, todas las

mediciones de distancias siguientes deben ser multiplicadas por este factor de escala (K) constante, para entregar resultados de distancias corregidas.

3.3.7.5 Error del punto centro del EDM y el prisma

A. Constante aditiva o error cero

Como se menciona anteriormente, la constante aditiva es un error sistemático desconocido y esta presenta en todas las medidas de distancias realizadas por un instrumento EDM y un prisma. El error es normalmente pequeño para instrumentos que usan ondas luminosas. El error es una constante absoluta que exista entre el centro óptico y mecánico del reflector, y del centro eléctrico del instrumento EDM cuando es ubicado sobre una estación. Las distancias no corregidas pueden producir discrepancia en la obtención de distancias entre los puntos. Este error puede ser obtenido realizando observaciones múltiples sobre una red de puntos.

B. Determinación de la Corrección

Las distancias medidas pueden ser corregidas determinando la constante aditiva de la combinación del instrumento y el prisma sobre una línea base de Calibración. El proceso de calibración depende de la comparación de la distancia medida con la distancia verdadera entre los pilares.

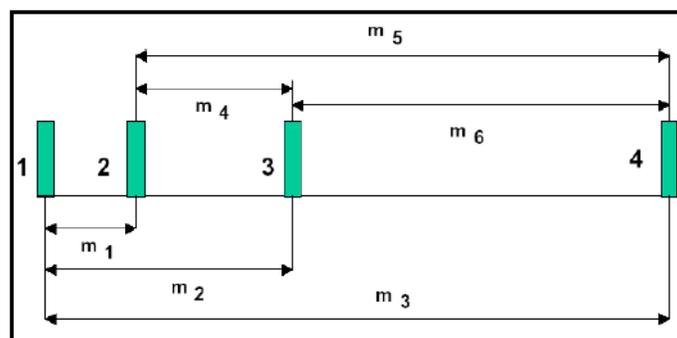


Figura. 3. 20. Concepto de la base de calibración para la determinación del error cero.

C. Ecuaciones de Observación

$$m_i = (d_i + z); \quad i = 1, \dots, 6.$$

Esta ecuación básica se repite para cada par de estación (p_i) observada a lo largo de la línea base y el método paramétrico de mínimos cuadrados lineal es utilizado para obtener el término constante (z). Por ejemplo, puede ser expresada la medida y la distancia verdadera usando las coordenadas de las estaciones.

$$\begin{array}{ll} m_1 = (p_2 - p_1) + z & d_1 = p_2 - p_1 \\ m_2 = (p_3 - p_1) + z & d_2 = p_3 - p_1 \\ m_3 = (p_4 - p_1) + z & d_3 = p_4 - p_1 \\ m_4 = (p_3 - p_2) + z & d_4 = p_3 - p_2 \\ m_5 = (p_4 - p_2) + z & d_5 = p_4 - p_2 \\ m_6 = (p_4 - p_3) + z & d_6 = p_4 - p_3 \end{array}$$

Es recomendable utilizar cuatro puntos (pilares) de una línea base para determinar conjuntamente el error de escala y la constante aditiva, para ello es necesario que se realicen observaciones atrás y adelante; para cualquier de los casos es menester aplicar las reducciones a los datos medidos (índice de refracción y reducción de distancia inclinada a horizontal).

La exactitud de la propia corrección dependerá del número de observaciones que se hagan y la precisión con que se lleva a cabo esta.

3.3.7.6 Error Cíclico

Un error cíclico es aquel que cuya magnitud depende de la diferencia de la fase real f que se mide, es decir, en la parte residual de la distancia por debajo y por encima de un número entero de longitudes de onda efectivas completas. Este

es más común que suceda en los instrumentos de microonda y tiende a ser pequeño.

Para detectar el error es necesario colocar el instrumento sobre una base de calibración con una posición fija en un extremo y una móvil en el otro. Esta última posición debe ser capaz de moverse a lo largo de la línea que se mide a través de una distancia justamente mayor que una longitud de una longitud de onda completa.

El proceso es colocar el instrumento y después medir una serie de distancias moviendo el reflector una distancia definida para cada medición sucesiva. Por ejemplo, si ($\lambda=10\text{m}$), el reflector podría montarse sobre una riel de 10,1m de largo y moverlo 0,1m entre lecturas. Las lecturas se registran con cuidado, pero los múltiplos superiores de longitud de onda básica se ignoran por que serán los mismos para todas las lecturas. Una lectura se trata como referencia (es conveniente tomar la lectura de la distancia mas corta) y para cada sustancia sucesiva se calcula el incremento en la distancia medida. Pero el incremento en la distancia verdadera se conoce por que es la distancia que se mueve el reflector, y el "error" (incremento registrado menos el incremento conocido) se calcula. Luego:

$$\begin{aligned}
 m_1 &= -p_1 + p_2 + 0 + 0 + z \\
 m_2 &= -p_1 + 0 + p_3 + 0 + z \\
 m_3 &= -p_1 + 0 + 0 + p_4 + z \\
 m_4 &= 0 - p_2 + p_3 + 0 + z \\
 m_5 &= 0 - p_2 + 0 + p_4 + z \\
 m_6 &= 0 + 0 - p_3 + p_4 + z
 \end{aligned}$$

Haciendo que la coordenada del punto inicial (p_1) sea cero, y dejando que las otras coordenadas sean desconocidas (p_2, p_3, p_4) más aun la constante (z) también es desconocida, por lo tanto este sistema de ecuaciones puede ser representado por la siguiente matriz: $A \cdot x = b$

Donde:

$$A = \begin{bmatrix} +1 & 0 & 0 & +1 \\ 0 & +1 & 0 & +1 \\ 0 & 0 & +1 & +1 \\ -1 & +1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 & +1 \\ 0 & -1 & +1 & +1 \end{bmatrix}$$

$$v = [p_2 \quad p_3 \quad p_4 \quad z]^T$$

$$f = [m_1 \quad m_2 \quad m_3 \quad m_4 \quad m_5 \quad m_6]$$

El parámetro desconocido (z) es común para cada medida sobre un grupo de medidas determinadas, y se usa para detectar la discrepancia entre las medidas. La solución de mínimos cuadrados:

$$v = (A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot f$$

Representa la parte residual de la trayectoria para dar una grafica del error cíclico, siempre se puede sumar o restar una constante a la grafica como "referencia" en cada distancia residual deseada como la corrección del error cíclico debe aplicarse antes de evaluar la constante del instrumento y del reflector, este cambio en la grafica no tiene efecto en la distancia medida.

CAPITULO IV

PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN

4.1 BASE DE CALIBRACIÓN PARA INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS Y GEODÉSICOS

Para este proyecto, se deben tratar diversos puntos a cerca de la utilización de instrumentos Topográficos y Geodésicos.

Los puntos de mayor importancia, son los siguientes:

- Procedimientos para construir la base.
- Procedimientos para realizar las mediciones conforme a la norma ISO 17123.
- Obtención de la medida del patrón
- Selección del mejor equipo para realizar el proyecto, etc.

Todo lo referente a construcción de pilares, se debe aplicar de la misma forma para teodolitos, Niveles y Estaciones Totales, por lo tanto se obviará en el ítem siguiente.

La base de calibración para instrumentos Topográficos y Geodésicos, tiene como objetivo:

Examinar: con la prueba que se le hace a los instrumentos se determina la precisión con que el instrumento está trabajando.

Calibrar: aquí se analiza el resultado obtenido entre la medición del instrumento y el valor patrón de la Base de Calibración, para luego determinar algún factor o función de calibración.

Antes de comenzar cualquier medición es importante que los instrumentos (Teodolitos, Niveles y Estaciones Totales) y sus componentes sean conocidos y permanentemente ajustados por el que emplearlos con trípodes, miras y prismas indicados por el fabricante.

Además de lo indicado anteriormente, se debe tener en cuenta ciertos factores de tipo físicos que ayudan al desarrollo del proyecto como los que se indicarán a continuación.

4.2. Selección del Sitio

Se debe tomar en cuenta muchas situaciones para la sección del sitio donde será establecida la Base de Calibración, entre ellas está la siguiente:

4.2.1. Acceso

La localización debe ser de fácil acceso, preferentemente un lugar próximo a la ciudad. Debe además , existir un buen caminos que conduzca el lugar , puesto que el proyecto debe de ser de carácter general , es decir , al lugar , puesto que el proyecto debe ser de carácter general, es decir, el lugar donde se ubique el proyecto debe ser accesible a todo el público que lo requiera.

4.2.2. Terreno

La recomendación más importante en la selección del lugar, es que sea geológicamente estable y no susceptible a movimientos de la superficie como resultados de lluvias pesadas, volcanismo, tectonismo, meteorización, etc. Bajo ninguna circunstancia las marcas deben ser puestas en concreto o piedras de macadán, veredas o caminos, pero pueden ser aprovechables algunos sitios de

aeropuertos u otras localizaciones similares; además, es fundamental que todos los puntos o pilares sean intervisibles.

4.2.3. Naturaleza de los Obstáculos

Se debe tomar como precaución el no ubicar la Base bajo líneas de Alta (sobre los 4000 Voltios), líneas de transmisión, torres de microondas, radares, etc. Para ello es recomendable ubicarla a una distancia de más de 400 m de estos. No debe atravesar una carretera o algo semejante; de lo contrario el color del suelo y del aire afectaría a las mediciones realizadas; además, la línea Base no debería atravesar cursos de agua, acequias, canales etc.

4.2.4. Localización

Las posibilidades que se tienen para la ubicación de la Base son pocas, pero la opción concreta sería un aeropuerto pequeño, ya que este tendrá un acceso fácil; del mismo modo sería factible o una propiedad pública o bien un terreno particular que presente las condiciones expuestas anteriormente.

4.3. Configuración de la Base de Prueba para Teodolitos

En base a todo lo descrito con respecto al teodolito y los distintos tipos de errores que se podrían cometer, y teniendo en cuenta que la Base de Calibración requiere un alto grado de precisión en su creación, se estará en condiciones de elegir aquellos instrumentos (teodolitos) que cumplan con tales especificaciones, es decir, instrumentos precisos, como los que se detallan a continuación:

Tabla 4. 1. Instrumentos precisos y sus valores

Instrumento	WILD T3	LEICA T3000	TRIMBLE 5600
Aumento del anteojo	40X	46X	30X
Lectura directa 360°	0,2"	0,5"	1"
400 ^g	1 ^{cc}	1,5 ^{cc}	3 ^{cc}

4.3.1. Procedimiento para configurar y construir la Base de Calibración para teodolitos (Ángulos Horizontales)

Para realizar este proceso se debe tener en cuenta ciertos factores que se detallan a continuación:

Se debe tener cinco pilares fijos alrededor de un pilar base. Los cinco pilares deben estar localizados aproximadamente en un mismo plano horizontal que el instrumento, y a una distancia de entre 100 a 250m para mitigar el efecto de refracción y curvatura de este, situados además en intervalos de manera regular, es decir, los ángulos horizontales entre dos blancos seguidos deben ser similares en magnitud (ver figura. 4. 1.)

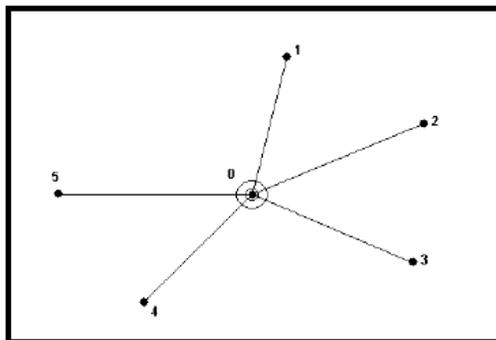


Figura. 4. 1. Configuración de la base de calibración para ángulos horizontales

4.3.1.1. Pilares

- Estabilidad

Si se seleccionan pilares como monumentos, se debe reconocer que la estabilidad es influenciada por varios tipos de movimientos, es decir, fuerzas extremas las que provocan por ejemplo: inclinación, reducción del concreto en el secado y la expansión térmica. La inestabilidad horizontal de un pilar de concreto se debe a la expansión térmica, y está basada en la altura de operación ancho y cambios de temperatura. Los pilares deberían estar aislados en zonas frías y colocadas bajo la línea de helada. La observación inicial de las distancias de la Línea Base estará aplazada hasta que el concreto haya atravesado por lo menos un ciclo de heladas.

La experiencia ha demostrado que los pilares con masa significativa colocados en el suelo sin estorbos tienen mejor estabilidad a largo plazo. Los pilares pueden sobresalir sobre la superficie del suelo, o bien, pueden ser colocados bajo el nivel del suelo, dependiendo de las circunstancias específicas.

4.3.1.2. Operación de Terreno

Luego de haber definido el lugar donde se ubicara la Base y lo correspondiente a la estabilidad de los pilares se deben realizar las siguientes operaciones en el terreno:

Colocar una estaca en el punto central del terreno (punto 0), de manera de no restringir las longitudes mínimas indicadas anteriormente. Esta estaca tendrán una marca indicando que se refieren a la estación donde se instalara el instrumento

Instalar un instrumento que permita leer ángulos horizontales con una precisión media (teodolitos o estaciones totales) en el punto indicado anteriormente (punto 0) , luego realizar lecturas de ángulos horizontales aprovechando todo el

limbo del instrumento (cinco ángulos de magnitud similar), e instalar estacas en cada una de las lecturas , cada una de ellas a una distancia opcional o que permita el terreno entre 100 a 250m. como lo indica la figura No 36.

En cada una de las estacas se debe indicar alguna marca de manera de diferenciarlas de las demás.

Cuatro estacas temporales de diferencia deben ser colocadas alrededor de cada punto (1-2-3-4-5). Por ejemplo, para el punto 1 se deben colocar dos estacas en la línea 0-1 según la figura No 36. Una de ellas antes del punto 1 u otra después de este, a no más de dos metros cada una de ellas. Las otras dos estacas deben de estar de manera perpendicular a la línea 0-1 pasando por el punto 1, a una distancia igual a las especificadas anteriormente. Estas estacas deben ser cuidadosamente medidas con huincha ya que servirán de amarre del punto en cuestión, además deben ser señaladas de forma clara para que no se extravíen.

Para realizar la excavación e instalar un monolito tanto para los puntos 1 al 5, como para la Base (punto 0) se debe primeramente instalar una plataforma sobre el punto (a unos 3m por lo menos e instalar un instrumento con plomada de cualquier tipo para referenciar el punto.

Luego se debe escavar y construir el monolito sin retirar de su posición el instrumento ni la plataforma. La plataforma debe ser construida de manera de no sufrir alteraciones debido a factores climáticos, esta además debe contener u orificio de 30 a 50 cm de diámetro, el cual debe coincidir con la normal al punto, dicho de otra forma se debe tener visual desde la plataforma.

4.3.1.3. Equipo necesario para Establecer la Base Calibración para TEODOLITOS

Es necesario que el listado de equipos que se presentan a continuación no sea obviado en la etapa de realizar las mediciones:

- 1 Teodolito con distanciómetro o Estación Total.
- 1 plomada óptica nadir.
- 1 Prisma calibrado y montado sobre soporte.
- Tribrach y Trípodes para cada estación.
- Radiocomunicaciones
- 1 hincha
- 2 Sombrillas

4.3.1.4. Procedimiento para la realización de una Base de Calibración

Observación General:

Para asegurar la exactitud deseada para la Base de Calibración, se debe tener sumo cuidado durante todo el procedimiento. A continuación se dará una recomendación para obtener una mayor exactitud en la ejecución de la Base:

- Nombre de la estación en la cual se está operando
- Nombre de la estación en la cual se está observando.
- Modelo serie y número del instrumento.
- Modelo serie y número del reflector, miras o punterías.
- Fecha y hora de observación
- Constante de instrumento y reflector.
- Elevación de la estación.
- Excentricidad del instrumento y del reflector al milímetro
- Observaciones meteorológicas
- Temperatura C,
- Presión mm/Hg,
- Humedad
- Condiciones del tiempo

- Observaciones generales sobre problemas inusuales; ejemplo: en caso de existir interferencias para las mediciones con instrumentos EDM, o si existe viento con polvo, nubosidad, etc.

Nota Los puntos anteriormente descritos están definidos para todos los equipos que se desean calibrar y que se mencionan en esta memoria.

El procedimiento que se debe realizar en terreno es el siguiente:

Instalar el teodolito sobre el punto 0 y apuntar al centro de la tarjeta de puntería del punto 1 primeramente y luego leer el ángulo hacia 2, este procedimiento se realiza cuatro veces consecutivas en directa y en tránsito, es decir cuatro reiteraciones. Estas mediciones se deben realizar ocupando todo el limbo del instrumento, siempre que este sea análogo (mecánico), es decir, calando aproximadamente en los ángulos 0-150-250-350, cuando no lo es, se debe obviar este procedimiento. Luego este proceso se repite, pero entre los puntos 2 y 3 y así sucesivamente hasta llegar a las lecturas del ángulo comprendidos entre los ángulos comprendido entre los puntos 5 y 1.

4.3.2. Metodológica para la Medición.

El procedimiento para realizar las mediciones de Pruebas, es el siguiente, se deberán tomar, $m=4$, series de mediciones bajo varias pero no extremas condiciones ambientales.

Cada serie (i) de mediciones consistirá de $n=3$ conjunto (j) de direcciones para $t = 5$ punterías (k).

Cuando se estaciona el teodolito para las diferentes series de mediciones, se tomara especial cuidado con el centrado sobre un punto en el suelo. Se debe

lograr precisiones de centrado, expresando en términos de la desviación estándar experimental, del orden de:

- Plomada física: 1 mm a 2 mm (mal tiempo con viento).
- Plomada óptica o láser: 0.5 mm (el ajuste deberá ser revisado de acuerdo al catalogo).
- Centrado forzoso 1mm.

Nota: con blancos a 100 m de distancia, u error de centrado de 2mm, puede afectar la dirección de las observaciones por encima de los 4" (1,3 mgon) En distancias cortas aumenta el efecto.

Los blancos serán observados en cada grupo de mediciones en la posición I del telescopio en sentido horario, y en la posición II del telescopio en sentido anti horario. El limbo será cambiado por 60 (67) después de cada grupo. Si la rotación física del limbo no es posible, por ejemplo, en el teodolito electrónico, la parte inferior del teodolito debe ser girado aproximadamente 120 (133) sobre el tribrach.

4.3.2.1. Procedimiento para Obtener la Medida Patrón

La evaluación de los valores medidos es un ajuste de las ecuaciones de observación. Dentro de las i series de mediciones, una dirección es marcada por $(X_{j,k,I}$ o $X_{j,k,II}$) , donde el índice j es el numero de conjunto y el índice k es el numero del blanco . I y II indican la posición del telescopio (directa y transito).

Cada una de las $m = 4$ series de mediciones serán evaluadas separadamente. Primero que todos los valores medidos

$$X_{j,k} = \frac{X_{j,k,I} + X_{j,k,II} \pm 180^\circ}{2} \left(= \frac{X_{j,k,I} + X_{j,k,II} \pm 200^\circ}{2} \right); j = 1,2,3; k = 1 \dots 5$$

De las lecturas en ambas posiciones del telescopio

La reducción en la dirección de la puntería número 1 es:

$$X'_{j,k} = X_{j,k} - X_{j,1}; \quad j = 1,2,3; \quad k = 1, \dots, 5$$

Los valores medidos de las relaciones resultantes desde $n = 3$ conjuntos, al blanco número k son:

$$X_k = \frac{X'_{1,k} + X'_{2,k} + X'_{3,k}}{3}; \quad k = 1, \dots, 5$$

De las diferencias:

$$d_{j,k} = \bar{X}_k - X'_{j,k}; \quad j = 1,2,3; \quad k = 1, \dots, 5$$

Para cada conjunto de medición, el valor de la media aritmética es;

$$\bar{d}_j = \frac{d_{j,1} + d_{j,2} + d_{j,3} + d_{j,4} + d_{j,5}}{5}; \quad j=1,2,3$$

De la cual los residuos son:

$$r_{j,k} = d_{j,k} - \bar{d}_j; \quad j = 1,2,3; \quad k = 1, \dots, 5$$

Excepto por los errores cíclicos, en cada conjunto debe encontrarse la condición:

$$\sum_{k=1}^5 r_{j,k} = 0; \quad j = 1,2,3$$

La suma de los cuadrados de los residuos, de las i serie de mediciones es:

$$\sum r_j^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^5 (r_{j,k})^2$$

Para $n = 3$ (conjunto de direcciones) a $t = 5$ blancos el numero de grados de libertad es:

$$V_i = (3-1) \times (5-1) = 8$$

Y la desviación estándar experimental S de la dirección X observado en ambas posiciones el telescopio, válido para las i serie de mediciones es de:

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}}$$

La desviación estándar experimental, S , de una dirección horizontal observada en un conjunto (media aritmética de las lecturas en ambas posiciones del telescopio) de acuerdo a esta parte de la ISO 17123, calculada desde todas las $m = 4$ series de medición con un grado de libertad de:

$$V = 4 \times v_i = 32$$

Es de:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum p_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum p_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 s_i^2}{4}}$$

4.3.3. Procedimiento para Configurar y Construir la Base de Calibración

(Ángulos Verticales)

El teodolito deberá ubicarse a una distancia de 50 m aproximadamente de una pared o edificio alto, en el cual, se deben instalar tarjetas de puntería en el rango total de 30 en el ángulo vertical (ver figura 4. 2.).

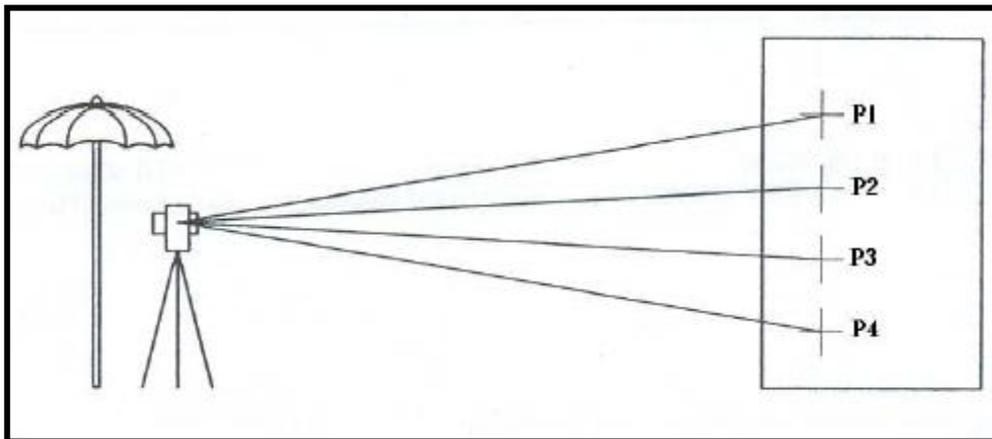


Figura. 4. 2. Configuración de la base de calibración para ángulos verticales

4.3.3.1. Operaciones de terreno

Colocar una estaca en un punto del terreno que este aproximadamente 50m de un edificio o pared alta (punto 0). Esta estaca tendrá una marca indicado que se refiere a la estación donde se instalara el instrumento.

Instalar un instrumento que permita leer un ángulos cenitales con una precisión media (teodolitos y estaciones totales) en el punto indicado anteriormente

(punto 0) luego realizar una lectura de ángulo cenital de aproximadamente 75 (83) e instalar en ese punto del edificio o pared una tarjeta de puntería (P1) luego realizar otra lectura de 85 (94) moviendo solamente el tornillo tangencial del ángulo vertical instrumento , e instalar otra tarjeta de puntería (P2), la tercera lectura tendrá que ser de aproximadamente en la cual se instalara la cuarta y última tarjeta (P4) . Se debe usar el tornillo tangencial del ángulo vertical del instrumento de manera de generar una línea recta con los cuatro puntos.

En cada una de las tarjetas de puntería se debe indicar alguna marca de manera de diferenciarlas de las demás.

4.3.4. Metodología para la Medición

Antes de comenzar las mediciones, el instrumento debe aclimatarse a la temperatura del ambiente. El tiempo requerido para esta operación es de a lo menos 2 minutos por C; para el procedimiento completo de pruebas, $m = 4$, serie de mediciones deben ser tomadas bajo varias pero no extremas condiciones ambientales.

Cada serie (i) de mediciones consistirá de $m = 3$ conjunto (j) de direcciones para $t = 4$ punterías (k).

Las punterías $t = 4$ serán observadas en la posición I del telescopio $n = 3$ veces, siguiendo la secuencia desde la puntería numero 1 a la número 4, y el mismo grupo en la posición II del telescopio, pero siguiendo la secuencia inversa, es decir , de la puntería número 4 a la número 1.

4.3.4.1. Procedimiento de Pruebas para Obtener la Medida Patrón

La evaluación de los valores medidos es un ajuste de las ecuaciones de observación dentro de las i series de mediciones, un ángulo vertical normalmente un ángulo cenital, es marcado por $X_{j,k,I}$ o $X_{j,k,II}$, el índice K es el número del blanco o puntería. I y II indican la posición telescopio, cada una de las $m = 4$ series de mediciones serán evaluadas separadamente.

Primero que todos los valores medios

$$X'_{j,k} = \frac{X_{j,k,I} - X_{j,k,II} \pm 360^\circ}{2} \left(= \frac{X_{j,k,I} + X_{j,k,II} \pm 400^\epsilon}{2} \right); j=1,2,3; k=1,\dots,4$$

De las lecturas en ambas posiciones del telescopio. Estos valores no son afectados por el índice de error vertical este debe ser calculado para cada serie de medidas separadamente.

$$\delta_i = \frac{1}{n \cdot t} \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 \frac{X_{j,k,I} + X_{j,k,II} - 360^\circ}{2} \left(= \frac{1}{n \cdot t} \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 \frac{X_{j,k,I} + X_{j,k,II} - 400^\epsilon}{2} \right)$$

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^4 \delta_i}{4}$$

Los valores medios de los ángulos verticales resultando de $n = 3$ grupos a la puntería n_k , son:

$$X_k = \frac{X'_{1,k} + X'_{2,k} + X'_{3,k}}{3}; k=1,\dots,4$$

De la cual los residuos son:

$$r_{j,k} = X'_{j,k} - \bar{X}_j; j=1,2,3; k=1,\dots,4$$

Excepto por los errores cíclicos, los residuos de todos los grupos se encontrarán en :

$$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r_{j,k} = 0$$

La suma de los cuadrados de los residuos, de las i serie de mediciones es:

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 (r_{j,k})^2$$

Para $n = 3$ (grupo de ángulo verticales) a $t = 4$ blancos, en cada caso el número de grados de libertad de libertad es:

$$v_i = (3-1) * 4 = 8$$

Y la desviación estándar experimental s de un ángulo vertical X observado en un grupo en ambas posiciones del telescopio, válida para las i series de mediciones es de:

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}}$$

La desviación estándar experimental, s , calculada desde todos $m = 4$ los grupos de mediciones, el número de grados de libertad es :

$$v = (7 * v_i) = 32$$

Y la desviación estándar experimental de un ángulo vertical observado en ambas posiciones del telescopio, y calculadas desde todos los grupos $m = 4$ de mediciones es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 s_i^2}{4}}$$

4.4. Configuración de la Base de Prueba para NIVELES.

Como en todas contrastación, se debe tener un patrón que se haya obtenido con una alta precisión, para esto se requerirá del mejor instrumental disponible, como por ejemplo un nivel geodésico de la marca Wild, modelo N3 con una desviación estándar de más o menos 0,2 mm para un km de doble nivelación.

4.4.1. Procedimiento para la Configuración y Construcción de la Línea De Prueba.

Para llevar a cabo este proceso, se debe tomar en cuenta ciertos factores:

Se debe contar con tres pilares dos pequeños, en donde irán las miras, y un pilar con centrado forzoso para colocar el nivel. Estos pilares pequeños deben estar separados a una distancia de 60m y estos a una distancia de 30m del nivel, es decir, el nivel debe estar en línea y al medio de los dos puntos. (ver figura. 4. 3.)

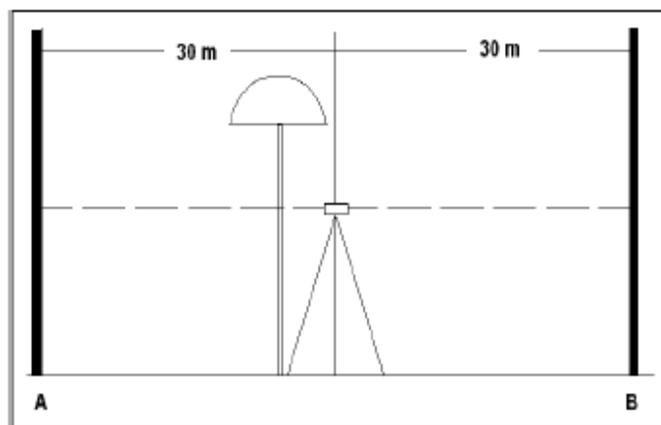


Figura. 4. 3. Línea de prueba

4.4.1.1. Operaciones de Terreno

Una vez definida la posición de los puntos de la Base de Prueba, se deberá realizar las siguientes operaciones de campo.

Colocar una estaca en el lugar donde estará el punto central (punto 0), esta marca deberá indicar el número de la estación o nombre.

Una vez definido el punto central se medirá con una cinta métrica una distancia de 30m donde estará ubicado el punto A, este mismo procedimiento debe ser utilizado para materializar el punto B.

En cada una de las estacas debe ir alguna marca para diferenciarlas.

4.4.1.2. Equipo Necesario para Establecer la Base de Prueba

- 1 Nivel Geodésico.
- Miras invar.
- 1 hincha.
- 1 sombrilla.

4.4.2. Metodología para la medición

Como todo instrumento, se debe dejar un tiempo para que se aclimatase a la temperatura del lugar. Además, el operador debe revisar si el instrumento tiene algún error de colimación, antes de realizar la medición.

Debe realizarse dos grupos de lecturas, el primer grupo consistirá de veinte pares de lecturas, cada una de ellas una lectura atrás, X hacia el punto de nivelación A, y otra lectura adelante, X', hacia el punto B ($j = 1, \dots, 20$). Entre cada par de lectura, el instrumento deberá ser levantado ligeramente y colocado en una posición diferente.

Después de diez mediciones de lecturas atrás y adelante en una dirección, deberán realizarse otras diez, pero en el sentido inverso.

Una vez terminado, los equipos de nivelación de los puntos A y B deben ser intercambiados y se realizara otras veinte veces como se describió para el primer grupo e medidas.

4.4.2.1. Procedimiento para obtener la Medida Patrón

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}; j = 1, \dots, 40$$

Donde d_j es la diferencia entre la lectura de atrás y la lectura de adelante.

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20}$$

Donde d_1 es la medida aritmética de la diferencia de altura , d_j , del primer grupo de medidas.

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20}$$

Donde d_2 es la medida aritmética de la diferencia de altura , d_j , del segundo grupo de medidas.

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=21}^{40} d_j}{20}$$

La diferencia:

$$\delta = \bar{d}_1 - \bar{d}_2$$

Este resultado no tiene influencia alguna en la desviación estándar experimental.

Los residuos son calculados de la siguiente forma:

$$r_j = \bar{d}_1 - d_j; j = 1, \dots, 20$$

$$r_j = \bar{d}_2 - d_j; j = 21, \dots, 40$$

Donde r_j es el residuo de las correspondientes medidas de diferencia de altura, d_j , entre los dos puntos de nivelación, A y B.

Como una verificación aritmética, la suma de los residuos al cuadrado de los grupos uno y dos, debería ser cero;

$$\sum_{j=1}^{20} r_j = 0$$

$$\sum_{j=21}^{40} r_j = 0$$

$$\sum_{j=1}^{40} r_j^2 = \sum_{j=1}^{20} r_j^2 + \sum_{j=21}^{40} r_j^2$$

Donde $\sum_{j=1}^{40} r_j^2$ es la suma de todos los residuos r_j al cuadrado.

$$v = 2 \cdot (20 - 1) = 38$$

Donde v es el número de grados de libertad.

La desviación estándar experimental, s , es válida para una diferencia de altura a una distancia de 60 m.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{38}}$$

$$s_{ISO-LEV} = \frac{s}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{1000m}{60m}} = s \cdot 2,89$$

Donde s es la desviación estándar experimental para 1 km de nivelación.

4.5. Configuración de la Línea Base para ESTACIONES TOTALES

4.5.1. Verificación y Calibración de Estaciones Totales

La calibración de Estaciones Totales puede hacerse por dos procedimientos distintos. Uno de ellos en laboratorio y otro en campo. Las medidas efectuadas en laboratorio prácticamente no están influenciadas por factores atmosféricos, y aunque la calibración de este equipo podría incluso realizarla en campo por el propio usuario, la calibración de la Longitud de onda será necesario llevarla a cabo en un laboratorio con los implementos necesarios, Por tanto el

Procedimiento Técnico de Calibración de Longitud de Onda Modulante de la Estación Total se realiza exclusivamente en un laboratorio con equipamiento especial.

4.5.1.1 Calculo de la incertidumbre para calibración en Laboratorio

Esta calibración de longitud de Onda Modulante está basada en la medida de frecuencia utilizando un frecuencímetro.; a partir de la velocidad de la luz en el vacío, c , se obtiene la longitud de onda de la modulante también en el vacío, $\lambda_0 = c/f$; en la calibración de la Longitud modulante del instrumento se mide la frecuencia del haz emitido en diez días distintos con el fin de obtener diez graficas de variación de frecuencia con el tiempo.

Se obtendrá u valor medio de la frecuencia para cada grafica, cada día. A partir de los diez días valores medios de frecuencia se obtendrá el valor medio de la frecuencia del instrumento.

Debería controlarse la temperatura y humedad relativa del aire para asegurar que las condiciones ambientales no influyen negativamente en los resultados de las observaciones.

La configuración de la disposición de los elementos que se utilizan para aplicar este Procedimiento Técnico de Calibración se representa en la siguiente figura.

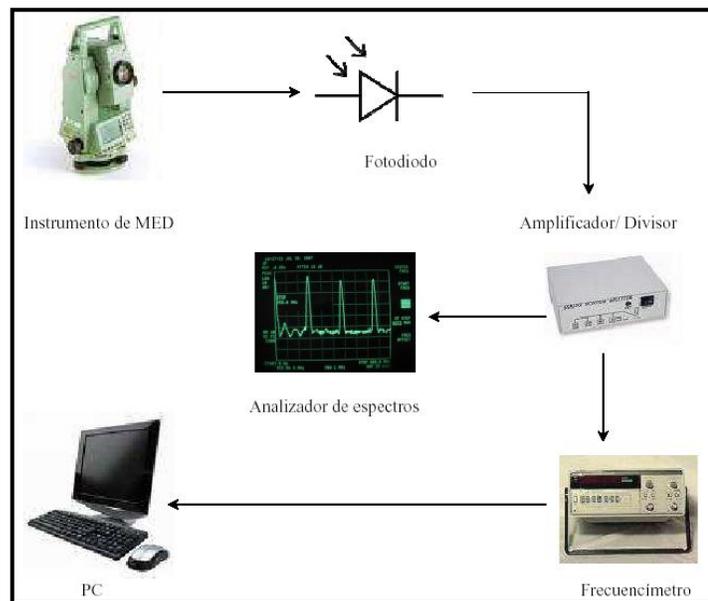


Figura. 4. 4. Elementos Del Proceso De Calibración

Las medidas de la frecuencia del instrumento realizada cada día proporciona un valor medio f_i

Al realizar las medidas en 10 días distintos se tendrá los siguientes valores medios de la frecuencia para cada día de observación:

$f_1, f_2, f_3, \dots, f_{10}$

Se calcula las desviaciones típicas:

$s_1, s_2, s_3, \dots, s_{10}$

La media global será:

$$\bar{f} = \sum_{i=1}^{10} f_i / 10$$

El error de escala del instrumento e_e es :

$$\frac{f_0 - \bar{f}}{100 \text{ MHz} \times 10^6 \frac{\text{mm}}{\text{km}}}$$

expresado la frecuencia en MHz

La desviación típica de los valores medidos será:

$$S_f = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (f_i - \bar{f})^2}{10-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (f_i - \bar{f})^2}{9}}$$

4.5.1.2. Procedimiento para Calibración de Estaciones Totales

La verificación de las Estaciones Totales se realizará según lo expuesto en la norma ISO 17123-5, y consistirá en la realización de las siguientes comprobaciones:

Requerimientos

Para la aplicación del procedimiento se requiere preparar una zona de pruebas convenientemente dotada. Se deberán materializar tres puntos sobre el terreno, separados una distancia entre ellos comprendida entre los 50 y 100 metros aproximadamente.

Para la realización de la prueba completa se hace necesaria la toma de valores atmosféricos correspondientes a la presión y temperatura, por tanto deberá disponerse del equipo adecuado para ello.

Procedimiento Completo para coordenadas planimétricas

Se realizarán tres series distintas (definidas como A, B y C respectivamente), sobre los puntos anteriormente descritos. Puntos que en adelante serán denominados como 1, 2 y 3; para cada una de las series, se estacionará el instrumento en cada uno de los tres puntos definidos (comenzando por el punto

número 1, punto que en cada caso será considerado como origen del sistema, y por tanto de coordenadas 0,0), realizando la medida de las coordenadas a los otros dos puntos. En cada caso, e independientemente del punto de estación, las coordenadas medidas deberán ser referidas al punto número 1 (al que por tanto, siempre le será asignado el valor 0,0 en coordenadas). Con ellas serán calculados los valores de los acimutes correspondientes, que igualmente deberán ser referidos al punto 1 (esto es, θ_1^2 y θ_1^3 respectivamente), a partir de la comparación de sus valores medios para cada una de las tres observaciones realizadas en cada serie. Del mismo modo, y con las coordenadas medidas y referidas al punto 1, se calcularán las distancias entre puntos.

Con los acimutes y las distancias, obtenidas según el apartado anterior, se recalculan las coordenadas para los puntos 2 y 3 respectivamente.

Con todos los valores (9 pares en total) de coordenadas planimétricas de los puntos 2 y 3 obtenidos para cada una de las tres observaciones realizadas en cada una de las tres series, se obtienen unos valores medios de coordenadas y se calculan los correspondientes residuos (r_x y r_y), que serán los que deban ser sometidos a las correspondientes pruebas estadísticas.

CAPITULO V

IMPLANTACION DE LABORATORIO DE CALIBRACION DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS.

5.1 IMPLANTACION DE LABORATORIO

El laboratorio de calibración destinara sus esfuerzos al aseguramiento de la calidad, seguridad y garantía en cada uno de los trabajos, realizados.

Todos los trabajos de Calibración de Equipos que se realicen tienen que ser certificados.

5.2. LA CALIDAD EN EL LABORATORIO DE TOPOGRAFÍA.

Ya en los años 70, cuando la calidad se limitaba a contar los muertos (control de calidad) o sea el contar el número de productos elementos no conformes (que no cumplían las especificaciones), se intuía que estos resultados eran la punta del Iceberg de los "costos de no-calidad"

Por ejemplo el topógrafo, se plantea, dentro de la cadena de calidad de su empresa o de sus propias especificaciones (de calidad), el asegurar en su trabajo de gabinete y /o campo unos datos y unos resultados que garanticen la calidad o que deba ofrecer una incertidumbre en la medida.

Por lo que estaría plenamente indicado el utilizar un sistema de acreditación de calidad. Siendo conveniente insistir en la pieza fundamental de la obtención de datos, que es los instrumentos a utilizar. Dando por sentado que el método empleado es el adecuado y que se disponen de los medios (instrumentos) necesarios, es de vital importancia que estos instrumentos estén calibrados y en buen uso, siendo esta una responsabilidad del topógrafo, que bien puede asumir personalmente, o bien puede apoyarse en otras empresas o laboratorios especializados.



Figura. 5. 1. Laboratorios especializados

Si el sistema de calidad está bien implantado de acuerdo con la actividad que se plantea, no sólo generarán confianza los departamentos que utilizan los datos - resultados topográficos, sino que se ahorrará el tener que repetir medidas, cambiar equipos, volver al campo para volver a comprobar, retrasar, los plazos de entregas o de desarrollo de todo el proyecto, tener que corregir errores cuando ya han sido arrastrados durante bastante tiempo en el proceso (aguas abajo).

Con ese criterio nos afanamos en reducir dichos costos y mejorar los procesos en los que basamos nuestra producción así se van proponiendo diversos métodos y doctrinas.

Esta calidad total, fuera del dogma, de los gurús visionarios, o de los vividores pragmáticos, aceptan al cliente (ya sea interno ó externo) como centro de ese nirvana que es la EXCELENCIA (empresarial) el fin y la calidad el medio de conseguirlo. Y que algunos "raritos" nos arriesgamos a enmarcar dentro de la realidad económica y eficaz empresarial en la que nos dotamos, cada cual dentro de sus posibilidades, de unas herramientas más o menos sofisticadas.

Esto quiere decir, que sería contraproducente, esa calidad que no refleje los procesos, los controles, los medios (humanos y técnicos).

Ello nos llevaría al problema de la normalización. La normalización en general, nos ofrece de por sí una ventajas evidentes practicas (usadas en positivo o en negativo).

Volviendo a la calidad, el sistema de certificación debe ser fiable, imparcial, objetivo y aceptado por las partes implicadas, siendo la evaluación de la conformidad el primer peldaño de la larga escalera de la calidad total. Nos ofrece las siguientes ventajas:

- Marca y eleva un nivel de calidad.
- Mantiene y mejora el sistema de calidad
- Protege y da facilidades al consumidor
- Mejora las expectativas de ventas de la empresa que los aplica
- Disminuye los costes de producción al disminuir los rechazos
- Relación precio -calidad adecuada
- El consumidor acepta mejor los nuevos productos
- Facilita la venta en otros países
- Sirve para manejar (crear - evitar) barreras tecnológicas.
- Facilita la comparación de ofertas
- Facilita los intercambios
- Genera competitividad
- Evita y/o disminuye los controles y auditorias
- Genera confianza

5.3. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR PARA UNA IMPLANTACION DE CALIDAD DEL LABORATORIO DE CALIBRACION DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS

La certificación puede ser voluntaria u obligatoria siendo en este segundo caso una "homologación" en la que tiene papel decisivo la administración de cada país en la que sube o baja el listón de exigencia en función de sus posibilidades. Con esta premisa, en nuestro proyecto de laboratorio, se tendría que apreciar el acreditar la competencia técnica y elegir un sistema que establezca los criterios de capacidad técnica que garanticen la calidad de las calibraciones y que a su vez sea plenamente válido tanto en nuestro país como a nivel internacional. Por lo que nos encontramos plenamente inmersos en conseguir la acreditación de la norma ISO. Para lo cual nos basaremos en ciertos criterios que explican los procedimientos:

- Gestión y organización
- Identidad legal
- Imparcialidad
- Sistema de Calidad
- Personal
- Instalación
- Equipos
- Procedimientos de trabajo
- Informes y Registros de calibración

5.3.1 Gestión y organización

Contará con un personal gerencial y técnico con la autoridad y los recursos necesarios para realizar sus deberes e identificar la ocurrencia de desviaciones en el sistema de la calidad o en los procedimientos de calibración y/o ensayo, y emprender acciones para prevenir o minimizar dichas desviaciones.

Tomará medidas para asegurar que su gerencia y personal estén exentos de cualquier tipo de presiones comerciales, financieras o de otro tipo, tanto internas como externas, que puedan influir de manera adversa en la calidad de su trabajo;

Contará con políticas y procedimientos para asegurar la protección de la información confidencial y los derechos de propiedad de sus clientes, incluyendo procedimientos para proteger la transmisión electrónica de los resultados;

Contará con políticas y procedimientos para evitar la participación en toda actividad que pueda perjudicar la confianza existente en su competencia, imparcialidad, juicio o integridad operativa;

Definirá, con la ayuda de gráficos ilustrativos, la estructura organizativa y administrativa del laboratorio, su lugar en alguna organización matriz, y los vínculos entre la administración, las operaciones técnicas, los servicios de apoyo y el sistema de la calidad;

Especificará la responsabilidad, autoridad e interrelaciones de todo el personal que dirige, ejecuta o verifica el trabajo relacionado con la calidad de las calibraciones y/o los ensayos;

Proveerá la supervisión adecuada del personal de calibración y ensayo, incluyendo a los adiestrados, por parte de personas familiarizadas con los métodos y procedimientos de calibración y/o ensayo, el objetivo cada calibración y/o ensayo, y la evaluación de los resultados de calibración y/o ensayo;

Contará con una gerencia técnica con responsabilidad global por las operaciones técnicas y el suministro de recursos necesarios para asegurar la calidad requerida del trabajo del laboratorio;

Designará a un miembro del personal como gerente de la calidad (o algún otro nombre), el cual, independientemente de otros deberes y responsabilidades, tendrá responsabilidad y autoridad definidas para garantizar que se aplique y respete en todo momento el sistema de la calidad; el gerente de la calidad tendrá acceso directo al máximo nivel de dirección en que se toman las decisiones sobre la política o los recursos del laboratorio;

Designará responsables para cargos gerenciales claves, tales como el de gerente de la calidad.

5.3.2. Identidad legal

Para poder cumplir la norma ISO 17025 el centro de calibración o la organización de la que forma parte será una entidad con responsabilidad legal. Es responsabilidad del centro de calibración realizar sus actividades de ensayo y de calibración de modo que cumplan los requisitos de esta norma internacional y se satisfaga las necesidades de los clientes, autoridades reglamentarias u organizaciones que otorgan reconocimiento; puede haber requisitos legales o de otro tipo donde se especifique que el centro de calibración sea un centro calificado.

5.3.3. Imparcialidad

Todo centro de calibración que desee ser reconocido como centro de calibración de tercera parte puede enfrentarse a la necesidad de presentar

evidencia documental a sus clientes y otras partes interesadas de que no está sometido a ninguna influencia que pueda comprometer su independencia e imparcialidad.

En los laboratorios con un pequeño número de personal, es posible que los individuos desempeñen más de una función y no resulte práctico designar responsables para cada una de las funciones; para poder contar con una organización adecuada es vital y necesario tener un organigrama estructural del centro de calibración para que el personal tenga en claro su puesto y funciones.

5.3.4 Sistema de Calidad

A continuación veremos un esquema de un funcionamiento de sistema de calidad:

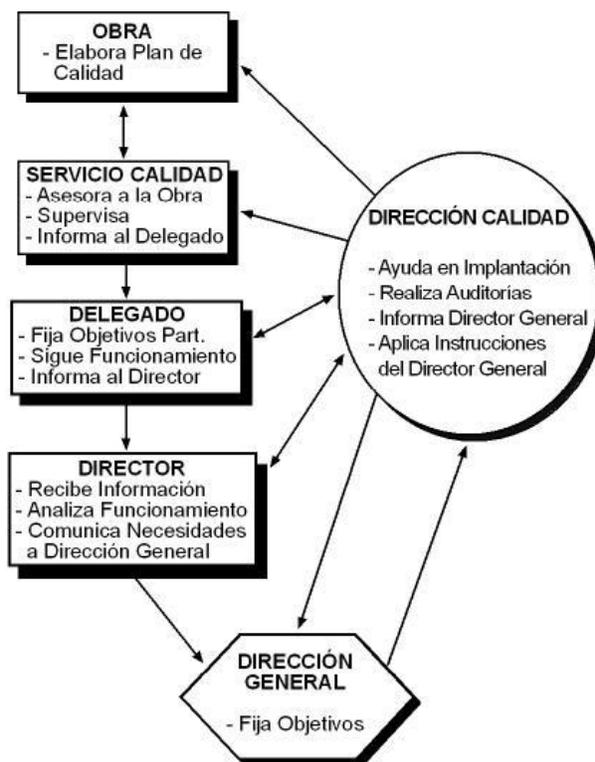


Figura 5. 2. esquema de un funcionamiento de sistema de calidad:

5.3.5 Personal

Necesidades Del Personal

La dirección de Laboratorio se compromete a llevar a cabo las acciones necesarias para mantener los efectivos de personal que sean apropiados para el tipo y volumen de ensayos demandados por sus clientes, y a establecer en cada momento las relaciones más efectivas entre los distintos estamentos; se tendrá al día, bajo responsabilidad del RC, un Listado de Personal del Laboratorio, según formato RMC-16-01

REQUERIMIENTOS DEL PERSONAL

Los requisitos mínimos necesarios para cubrir los puestos del laboratorio definidos en el Sistema de la Calidad del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS están establecidos por los estatutos y reglamentos internos de la ESPE y del Departamento acorde a los requisitos de la norma ISO 17025.

A continuación se mostrara las cualidades y requisitos que debe tener el personal laboratorio:

Director de Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción

Titulación: Ing. Geógrafo, Ing. Geógrafo y del Medio Ambiente, Ing. Civil y/o

Carreras afines

Formación: Conocimientos en gestión administrativa

Experiencia: Al menos 1 año en cargos similares

Habilidades: Manejo de personal

Buen manejo del idioma inglés

Jefe del Centro de calibración y certificación de equipos topográficos

Titulación: Ing. Geógrafo / Ing. Civil
Formación: Conocimiento de equipos de topografía y calibración
Experiencia: 2 año de experiencia
Habilidades: Manejo sistemas informático a nivel usuario
Facilidad para traducir documentos de ingles técnico

Responsable Técnico

Titulación: Ing. Geógrafo, Técnico especialista o egresado de la Escuela de IG.
Formación: Conocimiento de equipos de topografía y calibración
Experiencia: 2 año de experiencia
Habilidades: Manejo sistemas informático a nivel usuario
Facilidad para traducir documentos de inglés técnico

Responsable de Calidad

Titulación: Técnico especialista / Ing. Geógrafo o egresado.
Formación: Conocer Norma 17025; sistemas de calidad, conocimiento de y Conocimiento de equipos de topografía y calibración
Experiencia: 1año
Habilidades: Manejo sistemas informático a nivel usuario
Facilidad para traducir documentos de inglés técnico

Analistas

Titulación: Técnico especialista / Ing. Geógrafo o egresado.

Formación: Conocer Norma 17025; sistemas de calidad, de equipos de topografía y calibración

Experiencia: 1 año de experiencia

Habilidades: Manejo sistemas informático a nivel usuario
Facilidad para traducir documentos de inglés técnico

Ayudante de laboratorio

Titulación: Tecnólogo.

Formación: Conocimientos básicos aplicables a recepción de equipos de topografías.

Experiencia: Ninguna

Habilidades: Organizado

Tabla. 5. 1. Requisitos técnicos del personal

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025
	REQUISITOS TECNICOS
	PERSONAL
OBJETIVO:	El objetivo del desarrollo de este tema es dar a conocer la normativa que va a regir al Centro de Calibración Y Certificación de Equipos Topográficos para regular el desempeño del personal vinculado con la ejecución de los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a las actividades desempeñadas por todo el personal sea de manera permanente o transitoria que laboren en el Centro de Calibración Y Certificación de

	Equipos Topográficos
REFERENCIAS:	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN. OAE CR GA01 R00: Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración según norma ISO/IEC 17025: 2005.
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	Personal del CCET: Cumplir con las funciones indicadas en el MC.

5.3.6. Instalación

La norma nos dice que; las instalaciones del Centro de Calibración para ensayos y/o calibraciones, incluyendo pero no limitado a, fuentes de energía, iluminación y condiciones ambientales, deben ser tales que faciliten la ejecución correcta de los ensayos y/o calibraciones. Asegurando que las condiciones ambientales no invaliden los resultados o afecten adversamente la calidad requerida de cualquier medición.



Figura. 5. 3. Condiciones ambientales

Los requisitos técnicos para las instalaciones y las condiciones ambientales que puedan afectar el resultado de los ensayos y calibraciones deben estar documentados.

Las instalaciones y condiciones ambientales dentro del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS deben ser totalmente controladas para evitar desviaciones en resultados de los trabajos. El CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS se encuentra separado en áreas distintas de trabajo que evita posibles contaminaciones o incompatibilidades en las actividades. Esta distribución se encuentra gráfica en el plano del anexo 1 distribución de las áreas físicas del centro de calibración y certificación de equipos topográficos

Tabla. 5. 2. Condiciones ambientales

 IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS	
CONDICIONES AMBIENTALES	
OBJETIVO:	Establecer las medidas y controles para asegurar que las instalaciones o condiciones ambientales del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS no alteren la ejecución de los ensayos ni la calidad de los resultados; el control de acceso y la seguridad del personal que realiza las actividades de ensayo.
ALCANCE:	Estas medidas aplican a todas las áreas del Centro de Calibración y Certificación, donde se realizan las actividades técnicas, así como al personal que realiza dichas actividades.

<p>REFERENCIAS :</p>	<p>NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.</p> <p>OAE CR GA01 R00: Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración según norma ISO/IEC 17025: 2005.</p>
<p>RESPONSABLE y ACTIVIDAD:</p>	<p>Jefe del laboratorio: Establecer requisitos de ensayo para las instalaciones y condiciones ambientales del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.</p> <p>Personal del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS: Cumplir y respetar las restricciones de acceso y uso en las instalaciones</p>

Las áreas físicas de trabajo se describen a continuación:

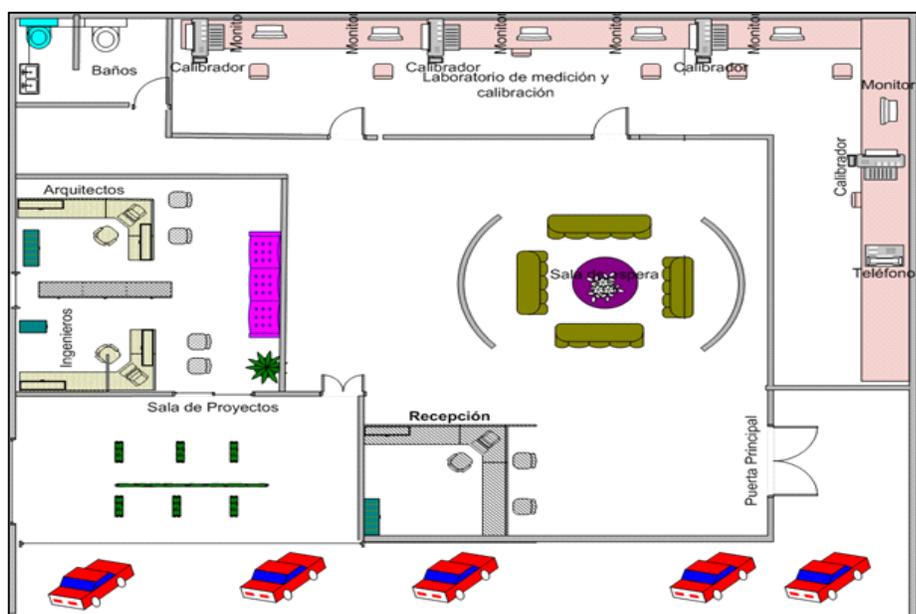


Figura. 5.4. Planta del Centro de Calibración

En general, los ensayos a realizar por el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS serán llevados a cabo en sus instalaciones permanentes, las cuales serán adecuadas y estarán en perfecto estado.

5.3.7. Equipos

5.3.7.1. Calibración de niveles y teodolitos

La calibración de niveles ópticos y la verificación de los ángulos verticales de los teodolitos se realizaran con ayuda de colimadores ópticos.



Figura. 5.5. Colimador óptico patrón de horizontalidad

Asimismo, conjuntos de colimadores dispuestos horizontalmente permiten la calibración de los ángulos horizontales de los teodolitos, aplicando el concepto clásico de calibración, midiendo previamente los ángulos con un teodolito de gran exactitud, aunque el procedimiento utilizado considera como ángulos patrón, el promedio de los ángulos medidos con el instrumento a calibrar en diferentes partes de su círculo graduado.



Figura. 5. 6. Teodolito enfrentado a conjunto de colimadores

5.3.7.2. Calibración de miras

La calibración de las miras (reglas graduadas de gran exactitud) utilizadas en las tareas de nivelación, se realiza en un banco de granito equipado con un interferómetro láser. Sobre una guía desliza el sistema óptico y el retroreflector del sistema interferométrico. El sistema óptico está constituido por un sistema de iluminación fría por fibra óptica, un generador digital de retículo y una cámara CCD con sistema de zoom, que presenta la imagen de los trazos de la mira en un monitor.



Figura. 5. 6. Calibración de miras de ínvar en banco interferométrico

5.3.7.3. Calibración de medidores de distancias

La mayoría de los medidores de distancias de uso topográfico utilizaran la longitud de onda del haz emitido, como patrón de medida de distancias. El método, denominado “de los excedentes fraccionarios”, consiste en determinar el número de semilongitudes de onda (parte entera más parte fraccionaria) comprendidas entre la emisión y el retorno del haz, tras ser reflejado éste por un reflector. Para poder obtener la solución matemática de la distancia, se establece un sistema de ecuaciones a partir de la emisión de tres ondas con diferentes frecuencias, midiéndose el desfase entre la emisión y la recepción, para cada una de ellas.

Otros instrumentos, de exactitud inferior, calculara la distancia contando el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción. Por último algunos instrumentos modifican la frecuencia hasta que la onda emitida y la recibida estén en fase. Esta operación se realiza para varias frecuencias de emisión.

Estos medidores electro-ópticos utilizaran habitualmente radiación infrarroja de (800÷900) nm de longitud de onda que, como cualquier onda electromagnética, se ve afectada por las condiciones atmosféricas durante su propagación.

La calibración de los medidores electro-ópticos de distancias de uso topográfico requiere tres fases:

a) la determinación del error de cero o falta de coincidencia entre el punto principal de un taquímetro y el origen de medida de distancias, que se determina mediante mediciones a tres hitos alineados.



Figura. 5. 7. Hitos alineados para la determinación del error de cero

b) los errores cíclicos, que se producen a intervalos constantes, múltiplos de la longitud de onda patrón de medida de las distancias. Son debidos a recorridos ópticos indeseados o a errores en la medición de fase. La determinación de los errores cíclicos se realiza en un banco interferométrico de 25 m de capacidad, situado en el laboratorio.



Figura. 5. 8. Determinación de errores cíclicos de un MED en banco interferométrico y medida de su frecuencia

c) el error de escala, el cual se determina en campo, por comparación con una distancia conocida, materializando dentro del laboratorio distancias suficientemente grandes, p. ej., mediante múltiples reflexiones, o mediante la medida de la frecuencia de emisión.

Tabla. 5. 4. Propuesta Equipos

 IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS	
EQUIPOS	
OBJETIVO:	Dar a conocer la disponibilidad y características del equipamiento del Centro de calibración y certificación de equipos topográficos utilizando en la ejecución de los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a los equipos vinculados con los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad del Centro de calibración y certificación de equipos topográficos.
REFERENCIAS :	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	Jefe del laboratorio: Gestionar la compra de equipos nuevos, así como las calibraciones externas. Responsable Técnico: Mantenimiento de equipos e instalaciones

5.3.8. Procedimientos de trabajo

Tabla. 5.5. Propuesta de métodos de ensayo

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025
	REQUISITOS TECNICOS
	MÉTODOS DE ENSAYO
OBJETIVO:	Dar a conocer la normativa que rige en el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción para la aplicación de métodos apropiados en la ejecución de los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a todos los métodos de ensayos que tengan que cumplir los requisitos especificados por el Sistema de Calidad.
REFERENCIAS :	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN. OAE CR GA01 R00: Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración según norma ISO/IEC 17025: 2005.
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	Jefe del laboratorio: Organizar las actividades de validación y calculo de Incertidumbre. RT: Mantener actualizada los procedimientos. Analistas: Conocer, aprobar y actualizar los métodos de ensayo que estén s su cargo.

El Centro de Calibración y Certificación empleará métodos y procedimientos apropiados que incluyan el muestreo, manipulación, el transporte, la preparación de objetos de ensayo, la estimación de la incertidumbre de medida (si aplica), el análisis de los datos y la emisión del informe.

SELECCIÓN DE MÉTODO

La práctica de cualquier procedimiento técnico integrante de un ensayo que tenga que cumplir requisitos especificados para su aceptación, deberá seguir estos lineamientos:

Tabla. 5. 6. Propuesta de los Lineamiento para realizar procedimientos técnicos de un ensayo

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025	
	REQUISITOS TECNICOS	
	MÉTODOS DE ENSAYO	
A	Utilizar en tanto se disponga de ellos, procedimientos estandarizados por organizaciones reconocidas internacionalmente (ASTM, EPA, AOAC, etc.).	
B	Ceñirse a normas nacionales o internacionales.	
C	Utilizar procedimientos cuya confiabilidad se ha comprobado mediante prácticas para la validación de métodos.	

Si en el momento de la ejecución el cliente no ha mencionado el tipo de método de ensayo, el RT debe analizar la situación y proceder a escoger el más apropiado pudiendo ser métodos normalizados que se aplican correctamente en el laboratorio o métodos desarrollados por el laboratorio y adaptados al laboratorio siempre y cuando hayan sido correctamente validados. El cliente será informado oportunamente del método a emplear para el ensayo y en el

caso que el método seleccionado por cliente sea inapropiado, el RT debe recomendar e informar.

5.3.9. Informes y registros de calibración

El registro de los datos obtenidos durante la realización de un ensayo, permitirán al RT detectar su tendencia y análisis de los resultados mediante la aplicación de técnicas estadísticas.

Los resultados serán repasados por el JL, repitiendo, si procede, las operaciones de cálculo, para asegurar su idoneidad. Así mismo, se responsabilizará de verificar la correcta transferencia al informe de ensayo de los datos indicados en las hojas de toma de datos, y su coherencia.

Cuando los resultados se obtienen o procesan por medios informáticos, se asegurarán los resultados por uno de los métodos siguientes:

- Verificación de la idoneidad de los parámetros y programas usados.
- Realización, cuando se estime necesario o se realicen cambios, de pruebas del sistema con referencias preestablecidas.
- Gestión informática de los registros informáticos

En todos los casos, se documentarán estas actuaciones en un informe que describa las verificaciones realizadas, su resultado y el análisis y conclusiones correspondientes.

CONTROL DE LAS ACTIVIDADES DE ENSAYO

Los ensayos serán controlados según los distintos métodos expuestos a continuación, incluidos en un Plan de Control de Calidad (formato RMC-23-01) revisado por el JL

Tabla. 5. 7. Propuesta de la calidad de los resultados

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025
	REQUISITOS TECNICOS
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS
OBJETIVO:	Dar a conocer la normativa que rige en el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción para garantizar la calidad de los resultados analíticos, mediante la verificación de la precisión y exactitud de las mediciones.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a todas las mediciones de los ítems que se analizan bajo los procedimientos enmarcados dentro del Sistema de Calidad en el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción
REFERENCIAS :	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	<p>Responsable Técnico: Supervisión de los resultados de los ensayos.</p> <p>Jefe del laboratorio: Evaluación de los resultados de los ensayos.</p>

5.3.10. Calibración y verificación

Todos los aparatos se verifican sistemáticamente cada tres meses y se calibrarán anualmente. En algún caso excepcional y a recomendación del fabricante o entidad autorizada de calibración se podrá variar la periodicidad expuesta.

No obstante se realizarán calibraciones no programadas cuando se tengan dudas de los resultados e medida realizados, cuando las reparaciones del equipo requieran una calibración posterior, o por las condiciones de uso del equipo.

Como norma general, no se procederá a corregir ningún error del equipo en el que haya que efectuar manipulaciones en tornillos o elementos precintados o situados en el interior del aparato. A continuación se desarrollan los tres tipos de comprobaciones que se pueden realizar en un aparato.

Con estos procesos, podemos asegurar la trazabilidad al máximo nivel Nacional. Entendiendo por trazabilidad la propiedad que tiene el resultado de una medida (calibración) que permite relacionarla con una referencia determinada, que a su vez podrá garantizar su trazabilidad a un Patrón superior. Esto conforma una cadena de comparaciones piramidales que confluyen en el valor cúspide y verdadero.

La implantación de dicha Gestión de la Calidad se realizara dentro de algún marco de trabajo que pueda servir como referente para que la misma no se lleve a cabo de manera poco estructurada, incompleta o arbitraria. La importancia de este fenómeno es cada vez mayor, actualmente el número de laboratorios que utilizan las normas ISO 17025 como guía para implantar y obtener la certificación del sistema de calidad se incrementa año tras año. La

aparición de estas normas facilita la armonización de los enfoques de los sistemas de calidad y su utilización se orienta en dos líneas claramente definidas.

Por un lado, como guía o directriz para el desarrollo, implantación, y evaluación interna o externa del sistema de calidad; y por otro, como marco de referencia para la obtención de resultados confiables y certeros que satisfagan las necesidades de los clientes: primicia para la certificación.

Básicamente el laboratorio ya en materia técnica tendría que ofrecer un servicio con un esquema de la siguiente manera

- **REVISION EQUIPOS Y CALIBRACION DE NIVELES LASER Y OPTICOS:**

- Comprobación y calibración de los ajustes ópticos y electrónicos.
- Comprobación del correcto funcionamiento.
- Ajuste de ejes.
- Limpieza general del equipo.

- **REVISION EQUIPOS Y CALIBRACION DE TEODOLITOS:**

- Comprobación del correcto funcionamiento.
- Limpieza, ajuste y engrase del equipo.
- Ajuste y calibración de los ejes horizontal y vertical del equipo.
- Comprobación de los ajustes
- Limpieza general del equipo.

- **REVISION EQUIPOS Y CALIBRACION ESTACION TOTAL:**

- Comprobación del correcto funcionamiento.
- Limpieza, ajuste y engrase del equipo.
- Ajuste y calibración de los ejes horizontal y vertical del equipo.
- Comprobación de los ajustes.
- Limpieza general del equipo.

5.3.11. Registros de los instrumentos topográficos

Tabla. 5. 8. Registros topográficos en códigos

INFORMACION DE INSTRUMENTO		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
a	Código del Instrumento	
b	Estado del Instrumento	
c	Estándar de Referencia	
d	Numero INST	
e	Calibrador	
f	Ultimo Calibrador	
g	frecuencia de calibración	
h	utilización por día	
i	indicación de salteo	
j	intervalo de ajuste	
k	frecuencia mínima y máxima	
l	ultima fecha de calibración	
m	próxima fecha programada	
n	fecha programada estimada	
o	tiempos utilizados iniciales	
p	utilización restante	
q	agenda de calibración proyectada	
r	horas de calibración	
s	costo estimado de calibración	
t	frecuencia y unidades de RyR	
u	indicación de salteo de RyR	
v	ultima fecha de RyR	
w	próxima fecha de RyR programada	
x	agenda de RyR programada	

Tabla. 5. 9. Registros topográficos en codigos

a	código de identificación del instrumento
b	indica el estado del instrumento este puede estar activo o inactivo
c	casilla que nos indica un estándar de calibración de referencia y no aun instrumento
d	ingresamos un numero si el registro esta como un estándar de referencia
e	permite saber en qué empresa está realizando la calibración del instrumento
f	nos permite saber el ultimo usuario que calibro el instrumento
g	calcula la próxima fecha de calibración
h	ingresa el valor de usos por día
i	indica si es que la fecha de calibración puede cambiar
j	puede cambiar la fecha de calibración de acuerdo a la que se desee
k	se puede ajustar la frecuencia más alta y más baja cuando este seleccionada
l	ingresa la ultima fecha de calibración del instrumento
m	nos indica la próxima fecha de calibración del instrumento
n	Cada vez que un instrumento que usa Utilización o Ciclos se presta, se devuelve, se calibra, o se cambia su ultima fecha de calibración
o	se debe ingresar la cantidad de tiempo de uso del instrumento
p	nos da un valor restante antes de la próxima calibración del elemento
q	enseña tres fechas las cuales deberán hacerse las calibraciones del elemento
r	el tiempo el que va tomar realizar la calibración del elemento
s	permite saber un costo estimado de la calibración del elemento
t	calcula la próxima fecha de RyR

u	determina si la fecha de calibración se moverá
v	valor porcentual del último resultado de RyR
w	se actualiza una nueva fecha para la calibración del instrumento
x	enseña tres fechas las cuales deberán hacerse las calibraciones del elemento

Tabla. 5. 10. Registros topográficos en códigos

INGRESO DE INSTRUMENTO	
código	descripción
a.1	identidad del estándar
b.1	tipo
c.1	unidades
d.1	mínimo
e.1	nominal
f.1	máximo
g.1	tipo de referencia
h.1	identidad de instrumento del estándar
i.1	formato

Tabla. 5. 11. Registros topográficos en códigos

a.1	ingrese nombre de estándar de calibración
b.1	Seleccione V para Variables o A para Atributos
c.1	Ingrese las unidades medidas
d.1	se ingresa la medición nominal el programa calcula la medición mínima en base a la tolerancia del instrumento
e.1	Ingrese el valor nominal para el instrumento

f.1	se ingresa la medición nominal el programa calcula la medición máxima en base a la tolerancia del instrumento
g.1	mostrará el Tipo de Instrumento de cada estándar de referencia
h.1	seleccione una identidad de estándar disponible
i.1	Seleccione el formato numérico en el que aparecerán las mediciones en los informes

Tabla. 5. 12. Registros topográficos en códigos

INGRESO DE INSTRUMENTO			
código	descripción		observaciones
a.2	historial		
b.2	procedimientos		
c.2	partes		
d.2	adicionales		
e.2	prestamos		
f.2	gráficos		
g.2	calibración		

Tabla. 5. 13. Registros topográficos en códigos

a.2	muestra todo el historial de calibración del instrumento
b.2	permite vincular un procedimiento con cada instrumento
c.2	define las partes y operaciones para las que usara el instrumento
d.2	almacena información adicional y puede personalizarse
e.2	Incluye los nombres de las personas autorizadas a utilizar el Préstamo

f.2	Para ver un cuadro de precisión
g.2	llevará directamente a Ingreso de Calibración para la Identidad de instrumento

Tabla. 5. 14. Registros topográficos en códigos

INGRESO DE CALIBRACION			
código	descripción		observaciones
a.3	código del instrumento		
b.3	estado del instrumento		
c.3	próxima fecha de calibración		
d.3	Fecha y Hora de Calibración		
e.3	Departamento		
f.3	acción adicional		
g.3	condición del elemento		
h.3	estado de calibración		
i.3	Método de Ajuste de Intervalo		
j.3	aprobado		
k.3	Observaciones		
l.3	costos		
m.3	horas		
n.3	costos adicionales		
o.3	Número de Certificado		
p.3	incertidumbre calculada		
q.3	Temperatura, Humedad, Presión y otros		
r.3	Identidad de estándar mínimo nominal y máximo		
s.3	Tipo y Unidades		
t.3	antes		
u.3	después		
v.3	Precisión Antes		
w.3	Precisión después		
x.3	Marca de precisión		
y.3	Utilización Limitada		
z.3	Identidad del instrumento del estándar		
a.3.1	Incertidumbre		

Tabla. 5. 15. Registros topográficos en códigos identidad

a.3	damos una identidad al instrumento
b.3	seleccionemos el estado del instrumento como Activo Inactivo En Reparación En Calibración o Perdido
c.3	guarda la próxima fecha de calibración del instrumento
d.3	se ingresara la fecha y hora actual
e.3	Ingrese el nombre del departamento que utilizó el instrumento antes de la calibración
f.3	ingrese cualquier información adicional
g.3	nos dice si el instrumento alguna vez ya fue calibrado o no
h.3	Seleccione una de las siguientes opciones Aprobado, Desaprobado, Reparado, o Limitado
i.3	selección de ajuste del intervalo hecha para este registro en ingreso de instrumento
j.3	si el instrumento paso la calibración se debe marcar como aprobado
k.3	permite poner otro tipo de información con respecto a la información visual
l.3	cualquier costo relacionado con la calibración
m.3	tiempo para la calibración del instrumento
n.3	podemos ingresar cualquier costo adicional con la calibración
o.3	genera automáticamente un número secuencial de certificado.
p.3	nos muestra la incertidumbre calculada
q.3	Ingrese la Temperatura, Humedad, Presión, y Otros factores que puedan afectar la calibración
r.3	el programa copia los estándares de calibración y sus valores nominal, mínimo y máximo de ingreso de instrumento
s.3	El programa toma esta información automáticamente de Ingreso de Instrumento

t.3	Se Ingresa la medición real antes de calibrar el instrumento
u.3	A continuación, Se ingresa la medición real luego de calibrar o ajustar el instrumento
v.3	Este campo muestra la precisión basada en la medición anterior
w.3	En este campo el programa muestra la precisión basada en la medición posterior
x.3	si las mediciones de antes y después son mayores que el máximo o menores que el mínimo usted será alertado
y.3	Si un instrumento esta fuera de tolerancia, usted aún puede aprobarlo
z.3	Este campo guarda la identidad de instrumento del estándar de referencia
a.3.1	Si ingresó el estándar manualmente, entonces ingrese su valor de incertidumbre

CAPITULO VI

IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA ISO 17025

6.1. Requisitos Técnicos

Muchos factores determinan la exactitud y confiabilidad de los ensayos y/o calibraciones realizadas por un Centro de Calibración, el grado en el cual los factores contribuyen a la incertidumbre total de las mediciones difiere considerablemente entre el tipo de ensayo y de calibración, por lo cual el Centro de Calibración debe tomar en cuenta estos factores en el desarrollo de sus métodos de procedimientos, dichos factores se describen a continuación.

Personal.- Es importante contar con personal competente para el manejo de determinados equipos, realización de ensayos y/o calibraciones, evaluación de resultados, aprobación de informes y certificados de ensayo y de calibración.

Se deben plantear objetivos en educación y programarse la formación en función de las necesidades detectadas, a la vez es importante plantear los diferentes puestos de trabajo y las funciones y responsabilidades para cada uno de ellos.

Locales y condiciones ambientales

Las instalaciones deben tener las adecuadas condiciones ambientales, de luz y fuentes de energía que permitan realizar un correcto desempeño de las actividades ahí realizadas.

Se deben adoptar medidas de mantenimiento y conservación del laboratorio y en caso necesario se elaborarán procedimientos para tal efecto.

6.2. Métodos de ensayo y calibración y validación de métodos

Se deben emplear los métodos y los procedimientos más indicados para cada ensayo y/o calibración. Se debe garantizar el muestreo, la manipulación, el transporte, la preparación, y todas aquellas fases que conformen la operación de ensayo o calibración precisa.

Se debe ser riguroso en la selección de método cuando el cliente no lo especifique, se seleccionarán métodos publicados en normas internacionales, nacionales, o en revistas o por fabricantes de prestigio.

Los métodos empleados han debido ser previamente validados. El cliente debe ser informado del método a elegir. La incorporación de métodos de ensayos y calibración desarrollados por el laboratorio para su propio uso debe ser de un modo planificado y contar con personal debidamente calificado y provisto con los recursos adecuados.

En caso de emplear métodos no normalizados, deben ser acordados con el cliente incluyendo unas especificaciones y la finalidad del mismo. En todo caso el método desarrollado debe haber sido validado convenientemente antes de su uso.

La validación consiste en la confirmación mediante examen y la demostración de evidencias objetivas que demuestren el cumplimiento de ciertos requisitos para el uso específico previsto. Es decir es comprobar que una actividad es apta para el fin hacia el que va orientada, en este caso un método que debe ser por ello validado.

Un laboratorio que realiza sus propias calibraciones y/o ensayos, debe contar con un procedimiento para estimar la incertidumbre de la medida para todas las calibraciones y tipos de calibraciones; en caso de emplear, como suele ser habitual, equipos informáticos o automatizados para la obtención y procesamiento de datos en los ensayos y/o calibraciones, han de asegurarse que:

- El software empleado estará documentado y será validado para su uso.
- Debe asegurarse la protección de datos.
- Mantenimiento de los ordenadores y equipos automatizados.

6.3. Equipos.

El laboratorio debe contar con todos los equipos y medios necesarios para la adecuada realización de los ensayos y/o calibraciones, en caso de subcontratar equipos debe asegurarse por otros medios los adecuados mantenimientos y estado de los mismos.

Deben desarrollarse programas de calibración para valores claves sobre los instrumentos cuyo efecto sea significativo en el desarrollo de las actividades.

➤ Trazabilidad de las medidas.

El laboratorio contará con un programa y procedimiento para la calibración de sus propios equipos, tanto para los que emplea en calibración como los de ensayo, se debe desarrollar un procedimiento para la calibración de patrones de referencia.

➤ Muestreos.

Se elaborará un plan de muestreo y un procedimiento que debe estar disponible en el lugar donde se desarrolle el muestreo.

Los planes de muestreo deben basarse en métodos estadísticos apropiados. Debe asegurarse la validez de los resultados.

➤ **Manipulación de las muestras de ensayos y calibraciones**

Se dispondrá de una metodología para identificar los objetos de ensayo y/o calibración.

La identificación debe permanecer a lo largo del tiempo que exista el laboratorio.

La identificación debe ser unívoca, de tal forma que nunca se confundan objetos ni tanto físicamente como cuando se haga referencia a ellos en registros u otros documentos.

➤ **Aseguramiento de la calidad de los resultados de los ensayos y calibraciones.**

El laboratorio dispondrá de un procedimiento de control de calidad para corroborar la validez de los ensayos y/o calibraciones realizados.

Los resultados obtenidos deberán registrarse y a través de un análisis de los mismos pueden detectarse tendencias, para ello en la medida de lo posible se emplearán técnicas estadísticas.

➤ **Informes de los resultados**

Se deben emitir informes de los ensayos y de los certificados de calibración.

Los resultados deben notificarse y contener toda la información requerida por los clientes y necesaria para la interpretación de los resultados del ensayo y/o calibración requerido, con el método empleado.

Los informes de ensayo/certificados de calibración deben contener:

- Un título.
- Nombre y dirección del laboratorio.
- Identificación única del informe de ensayo o el certificado de calibración.
- Nombre y dirección del cliente.
- Identificación del método utilizado.
- Descripción, estado e identificación, sin confusión del objeto u objetos sometidos a ensayo/calibración.
- Fecha de la recepción del objeto a calibrar y la fecha de realización de cada ensayo.
- Referencia al plan de muestreo y a los procedimientos utilizados por el laboratorio.
- Resultados del ensayo o de la calibración, junto con las unidades de medida, cuando proceda.
- Nombre (s), cargo (s) y firma (s) o identificación equivalente de la (s) persona (s) autorizada el informe de ensayo o el certificado de calibración.

Con esta pequeña introducción sobre los requisitos técnicos, se procederá a profundizarlos para ir implementándolos en el laboratorio de topografía del Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción, ensayos de calibración para estaciones totales y teodolitos.

6.4. Personal

La dirección del laboratorio debe asegurar las competencias de todos los que operan equipos específicos, realizan ensayos o calibraciones, evalúan los resultados y firman los informes de ensayos y los certificados de calibración. Cuando se emplea personal en formación, debe proveer una supervisión apropiada. El personal que realiza tareas específicas debe estar calificado sobre la base de una educación, una formación, una experiencia apropiadas y de habilidades demostradas, según sea requerido.

Tabla. 6. 1. Personal

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS
	PERSONAL
OBJETIVO:	El objetivo del desarrollo de este tema es dar a conocer la normativa que va a regir al Centro de Calibración Y Certificación de Equipos Topográficos para regular el desempeño del personal vinculado con la ejecución de los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a las actividades desempeñadas por todo el personal sea de manera permanente o transitoria que laboren en el Centro de Calibración Y Certificación de Equipos Topográficos
REFERENCIAS:	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN. OAE CR GA01 R00: Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración según norma ISO/IEC 17025: 2005.

RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	Personal del CCCET²: Cumplir con las funciones indicadas en el MC ³ .
---------------------------------	--

DESCRIPCION

El Centro de calibración y certificación de equipos topográficos asegurará la competencia del personal que opera los equipos, realiza y evalúa los ensayos, mediante el empleo de los requisitos requeridos de formación, experiencia y aptitudes personales. Además el personal debe tener conocimientos generales de la normativa y de la tecnología empleada en el trabajo.

El Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción utiliza para la ejecución de los procedimientos estipulados por el Sistema de Calidad únicamente al personal con nombramiento o con contrato. En caso de que excepcionalmente se requiera otro personal, se debe proporcionar la supervisión adecuada para que cumpla con los requerimientos establecidos por dicho sistema.

Todo el personal técnico familiarizado con los métodos y procedimientos debe proporcionar supervisión adecuada al personal nuevo, con el propósito de que cada ensayo y evaluación cumpla con los requerimientos del Sistema de Calidad implementado. Estos resultados se encuentran en el registro EVALUACIÓN Y SUPERVISIÓN DE ANÁLISIS RMC-16-07.

6.4.1. NECESIDADES DEL PERSONAL

² Centro de calibración y certificación de equipos topográficos

³ Manual de Calidad

La dirección de Laboratorio se compromete a llevar a cabo las acciones necesarias para mantener los efectivos de personal que sean apropiados para el tipo y volumen de ensayos demandados por sus clientes, y a establecer en cada momento las relaciones más efectivas entre los distintos estamentos.

Se tendrá al día, bajo responsabilidad del RC, un Listado de Personal del Laboratorio, según formato RMC-16-01

REQUERIMIENTOS DEL PERSONAL

Los requisitos mínimos necesarios para cubrir los puestos del laboratorio definidos en el Sistema de la Calidad del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS están establecidos por los estatutos y reglamentos internos de la ESPE y del Departamento acorde a los requisitos de la norma ISO 17025.

6.4.2. ESPECIFICACIONES

- ✓ Cada miembro del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS elaborará el curriculum vitae que estará a cargo del RC para cualquier actualización o verificación que requiera el JL, este documento seguirá el formato RMC-16-02 CURRICULUM VITAE.
- ✓ Los Currículum Vitae se revisarán al menos una vez al año o a demanda del JL o cuando los cambios en su contenido sean de una importancia que, a criterio del interesado, así lo demande.

Tabla . 6. 2. Necesidad de Formación

ASPECTOS EN LAS QUE SE BRINDA FORMACIÓN AL PERSONAL	
A	Solicitud de formación por parte del personal del Laboratorio para completar su formación con el objeto de mejorar la realización del trabajo que se les encomienda.
B	Programa de Formación Anual Interno del laboratorio.
C	Otras necesidades que se manifiesten y así se consideren por el JL.

El JL elaborará, con la colaboración del RT y el RC, un Programa de Formación en base a las necesidades detectadas, las actividades que se realizan y las que se prevén realizar, contemplando aspectos técnicos, de calidad y administrativos (formato RMC-16-03).

Para dar cumplimiento a los programas de formación, el JL estudiará y decidirá la participación de su personal en cursos, conferencias, seminarios.

El programa de formación requerirá ser revisado para su actualización en los siguientes casos:

Tabla. 6. 1. Actualización

ASPECTOS EN LOS QUE SE NECESITA ACTUALIZACIÓN	
1	Cuando el personal designado para realizar una función no tiene la formación suficiente
2	Cuando los resultados obtenidos en una actividad no son satisfactorios y pueden ser atribuibles al personal.
3	Cuando se producen cambios en la organización

El personal en formación será supervisado por el JL ó RT correspondientes (con la colaboración del RC en su caso). El RC llevará a cabo un seguimiento

de las actividades programadas en el propio formato RMC-16-03 y en el formato RMC-16-04.

CUALIFICACIÓN

Para el personal que realiza actividades específicas (manejo de determinados equipos, realización de ensayos y calibraciones, evaluación de resultados y firma de informes de ensayo), el JL o RT correspondiente, con la colaboración del RC si es necesario, elaborará un Programa de Cualificación en el Registro de Cualificación (formato RMC-16-05) para las actividades de su responsabilidad.

Tabla. 6. 2. Elaboración de un programa de cualificación

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS	
	PERSONAL	
	Actividad: Cualificación	
	Responsable: JL o RT, en colaboración con el RC	
OBJETIVO:	Reflejar las actividades necesarias para llegar a la confianza de que está capacitado y es competente para la realización del trabajo encomendado, previa consideración de la titulación, formación y experiencia anterior de la persona en esa actividad.	
INFORMACIÓN DEL PROGRAMA:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nombre y apellidos de la persona que va a recibir la cualificación ✓ Actividad o actividades para las que se le cualifica. ✓ Actividades necesarias para conseguir la cualificación (actividades teóricas de formación internas o externas, prácticas supervisadas, etc.). ✓ Persona o personas responsables de la supervisión. 	

Las actividades para las que se cualifica podrán considerar tareas de formación (asistencia a cursos, lectura de documentos, etc.) o entrenamiento (período de iniciación, realización de las actividades objeto de la cualificación en presencia de otra persona cualificada que supervisa su actuación, etc.). Del mismo modo, el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS elaborará un listado de las actividades que se llevan a cabo en el laboratorio y que están sujetas a cualificación firmado por el JL (formato RMC-16-06).

A medida que se van cubriendo los pasos definidos en el Programa de Cualificación, serán evaluados por el RT (en su caso, para actividades de calidad, por el RC), el cual dejará constancia de su realización y emitirá el correspondiente certificado de cualificación.

En aquellos casos en los que el responsable de cualificación (JL o RT correspondiente o RC) considere que la cualificación se tiene en función de la titulación, formación, entrenamiento y cualificación previa, se documentará esta circunstancia en el programa y se emitirá el correspondiente certificado, que estará vigente hasta que se produzca alguna de las situaciones previstas en los párrafos siguientes:

- Los certificados de cualificación tendrán un período de validez no superior a un año para asegurar en todo momento que el personal es competente, por lo que, al término del plazo establecido, se debe plantear la recualificación.
- La recualificación será automática, aumentando el plazo de validez del certificado por periodos de un año, siempre que la persona cualificada haya estado realizando asiduamente las actividades que el certificado cubre y siempre que no se hayan producido cambios sustanciales en los procedimientos (la emisión de un procedimiento que antes no existía es

motivo de cualificación), equipos, o que, a criterio justificado del JL o RT correspondiente (en su caso del RC), no sea necesaria una nueva cualificación.

- En caso contrario, será preciso llevar a cabo un nuevo proceso de cualificación que recoja los cambios realizados o ponga al día al analista que lleva un largo periodo alejado de la actividad en concreto.

AUTORIZACIÓN

Es necesario disponer de autorización para la realización de las siguientes actividades:

- Realización de determinados tipos de muestreos, ensayos y/o calibraciones
- Elaboración de informes de calibración y ensayo
- Publicación de opiniones e interpretaciones sobre el ensayo o los resultados del mismo (NOTA: esta actividad no es objeto de acreditación por parte de OAE)
- Manejo de determinados equipos
- Revisión y aprobación de los documentos antes de ser utilizados

Como la cualificación formal tiene carácter de autorización formal, aquellas actividades que hayan precisado cualificación, estarán formalmente autorizadas con el certificado de cualificación. Las actividades que no hayan precisado un certificado de cualificación (por ejemplo revisión y aprobación de documentos antes de ser utilizados) estarán formalmente autorizadas mediante el listado de responsabilidades de los puestos de trabajo incluidos en este Manual de Calidad.

REGISTROS

A fin de mantener un historial y control de las actividades realizadas como consecuencia de lo establecido en este capítulo, el RC mantendrá un cierto número de registros que se explicarán con la tabla a continuación.

Tabla. 6. 3. Registros

IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS	
	PERSONAL
	Actividad: Registro
	Responsable: RC
REGISTROS :	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Listado de personal del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS con cargo, firma y tipo de contrato (formato RMC-16-01). ➤ Curriculum vitae actualizado donde figure la titulación, formación y experiencia tanto académica como profesional (formato RMC-16-02). ➤ Programa de formación y seguimiento (formatos RMC-16-03 y RMC-16-04 respectivamente). ➤ Certificados de cualificación/ autorización (formatos RMC-16-05) y Listado de cualificaciones/ autorizaciones en vigor (formato RMC-16-06). ➤ Registros/ Certificados de asistencia a cursos y seminarios, internos o externos, incluyendo las materias impartidas y su duración, así como artículos técnicos publicados.

Estos registros estarán debidamente actualizados y bajo la responsabilidad del RC.

6.5. PROCEDIMIENTO DE CONTRATACIÓN

Dentro del procedimiento de contratación se tiene los siguientes flujogramas a tomar en cuenta:

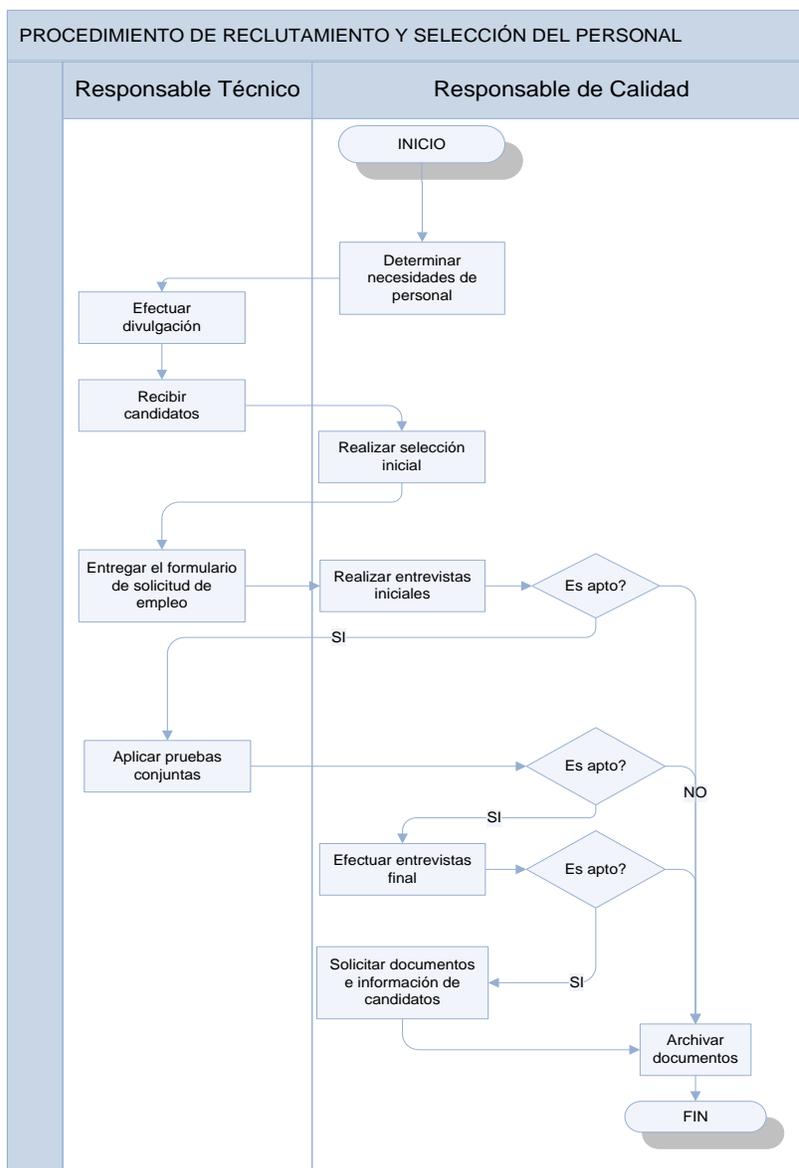


Figura 6.5. 1. Reclutamiento

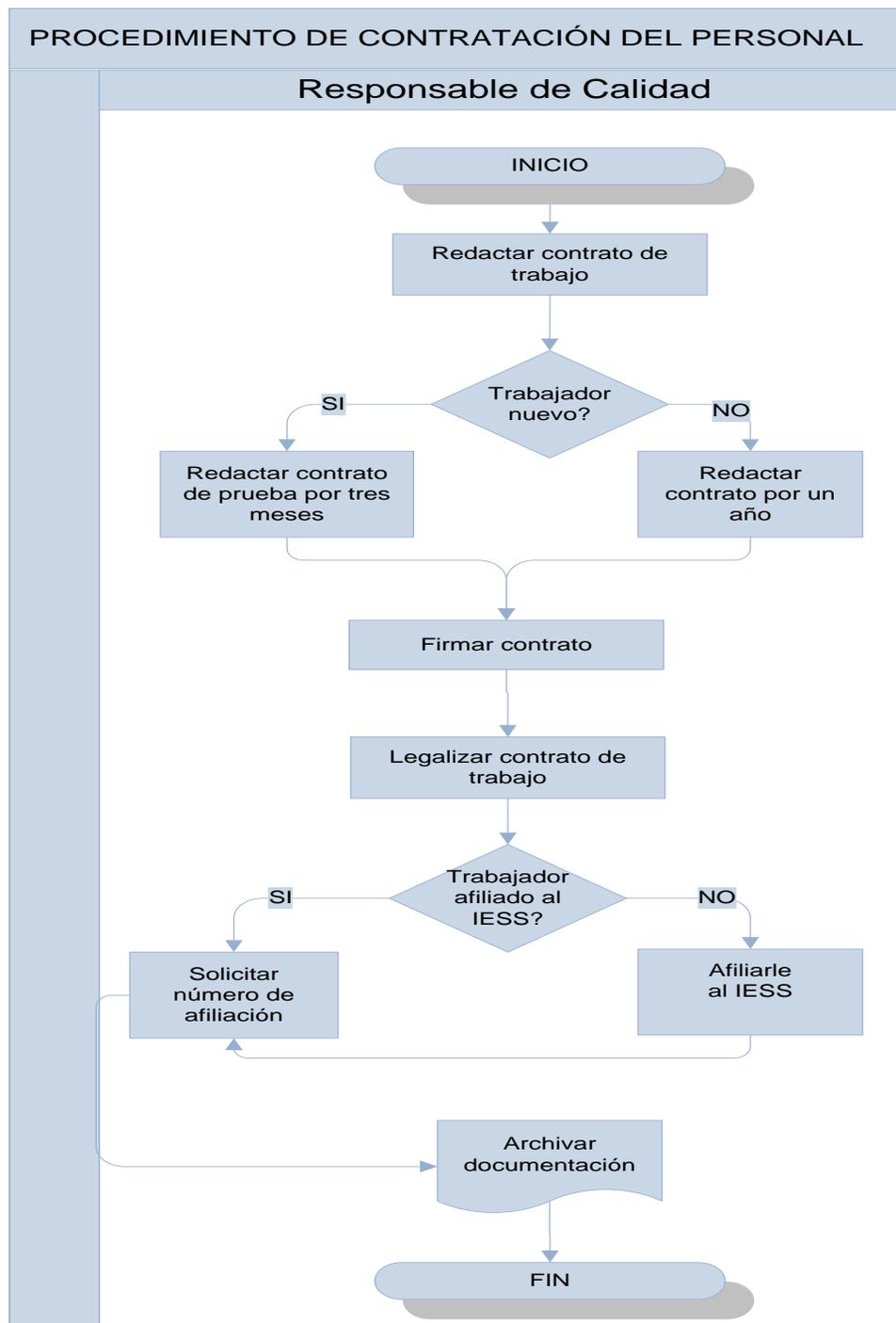


Figura. 6.5. 1 Contratación del personal

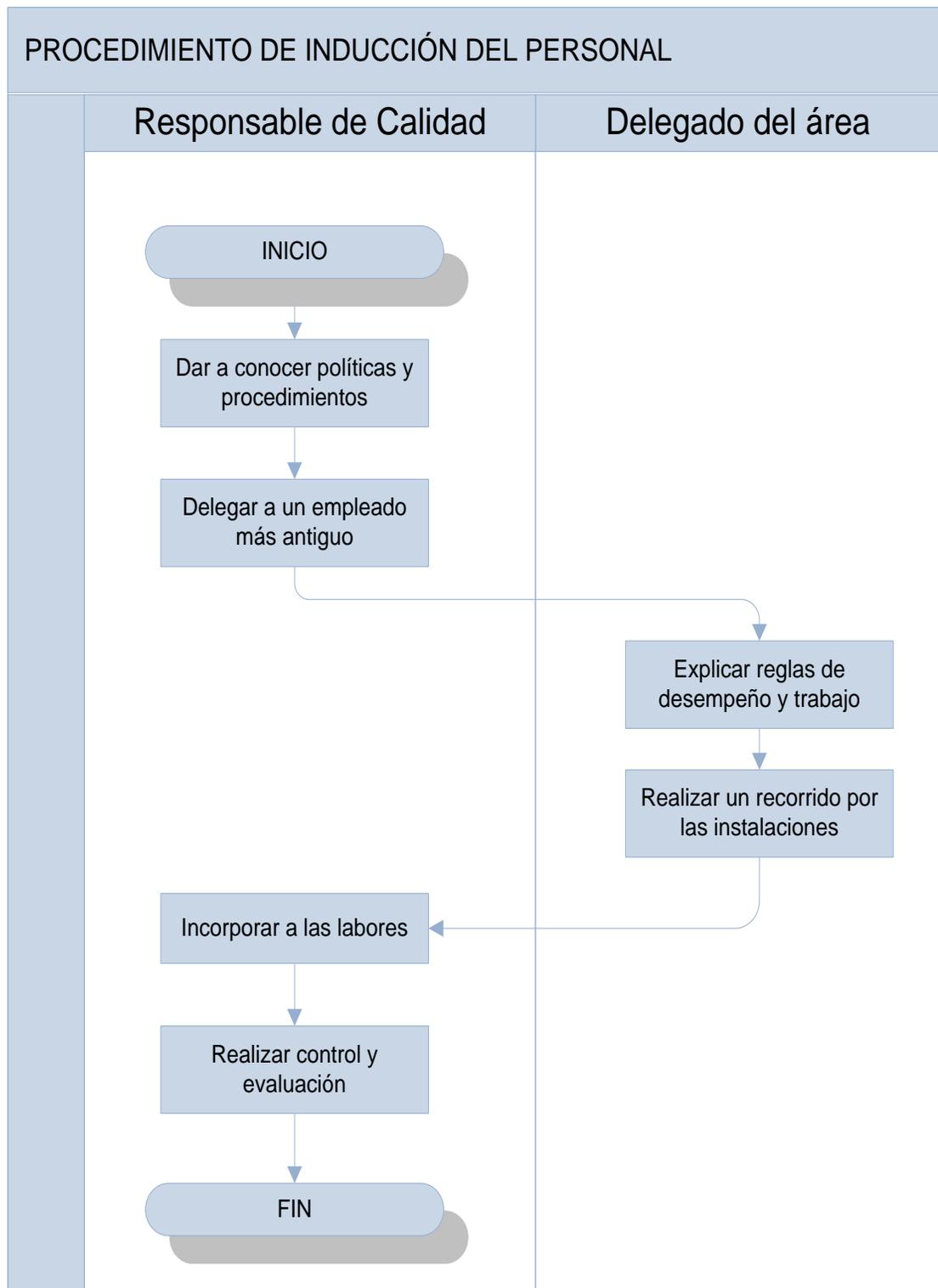


Figura. 6. 5. 2. Inducción del personal

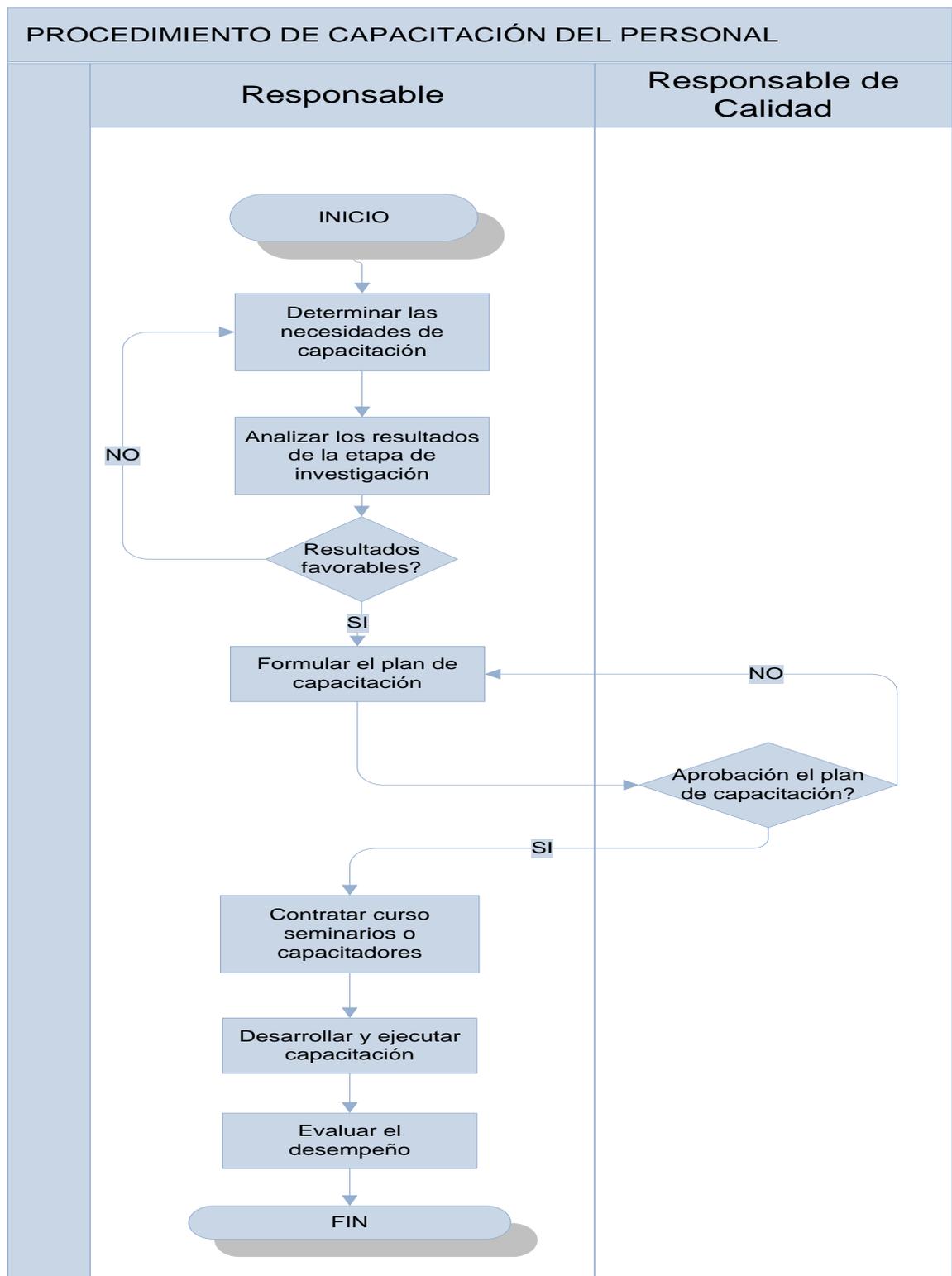


Figura. 6.5. 3 Capacitación

Tabla. 6.4 Condiciones ambientales

 IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS	
CONDICIONES AMBIENTALES	
OBJETIVO:	Establecer las medidas y controles para asegurar que las instalaciones o condiciones ambientales del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS no alteren la ejecución de los ensayos ni la calidad de los resultados; el control de acceso y la seguridad del personal que realiza las actividades de ensayo.
ALCANCE:	Estas medidas aplican a todas las áreas del Centro de Calibración y Certificación, donde se realizan las actividades técnicas, así como al personal que realiza dichas actividades.
REFERENCIAS :	<p>NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.</p> <p>OAE CR GA01 R00: Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración según norma ISO/IEC 17025: 2005.</p>
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	<p>Jefe del laboratorio: Establecer requisitos de ensayo para las instalaciones y condiciones ambientales del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.</p> <p>Personal del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS: Cumplir y respetar las restricciones de acceso y uso en las instalaciones</p>

En general, los ensayos a realizar por el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS serán llevados a cabo en sus instalaciones permanentes, las cuales serán adecuadas y estarán en perfecto estado.

En el caso de desarrollar los ensayos en otras instalaciones distintas a las habituales, se tomarán precauciones para disponer, igualmente, de un área de trabajo adecuada.

Las condiciones ambientales en las instalaciones del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS serán tales que se asegure el correcto funcionamiento de los equipos intervinientes, permitiendo la obtención de medidas de calidad y resultados válidos.

El Jefe del Laboratorio o el RT comprobará los requisitos técnicos para las instalaciones y condiciones ambientales que afectan los resultados de los ensayos usando equipos de medida, estos datos servirán para controlar y conocer las condiciones ambientales (Temperatura, humedad, etc.) diarias antes de un ensayo.

Estas mediciones serán registradas en el Formato RMC-17-01 REGISTRO DIARIO DE CONDICIONES AMBIENTALES. Así mismo en el Anexo II se muestra las condiciones ambientales de trabajo que requiere los ensayos y equipos de acuerdo a bibliografía.

Si al comienzo o durante la realización de un ensayo y/o medida en las instalaciones del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS, las condiciones ambientales no estuvieran dentro de los límites establecidos, se pospondrá el trabajo hasta que las condiciones sean las adecuadas.

6.6. ACCESO Y USO DE LAS INSTALACIONES DEL CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

Se restringe el acceso a personal autorizado y el uso de las instalaciones, equipos y materiales del Centro de calibración y certificación de equipos topográficos a fin de evitar que afecten a la calidad de las actividades por esto se seguirá la siguiente normativa:

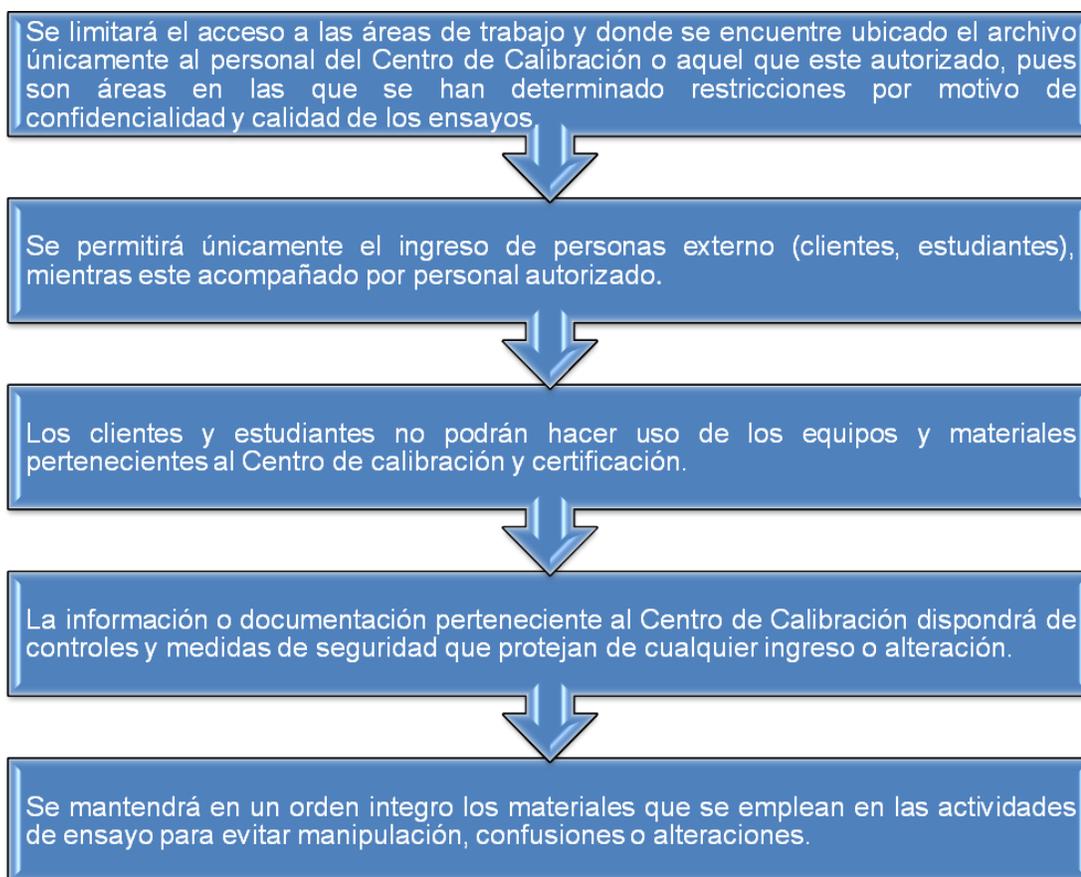


Figura. 6. 7. Restricciones del uso del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

6.7. ORDEN Y LIMPIEZA DE LAS INSTALACIONES

EL CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS establece las siguientes medidas en cuanto al orden y limpieza de sus instalaciones:

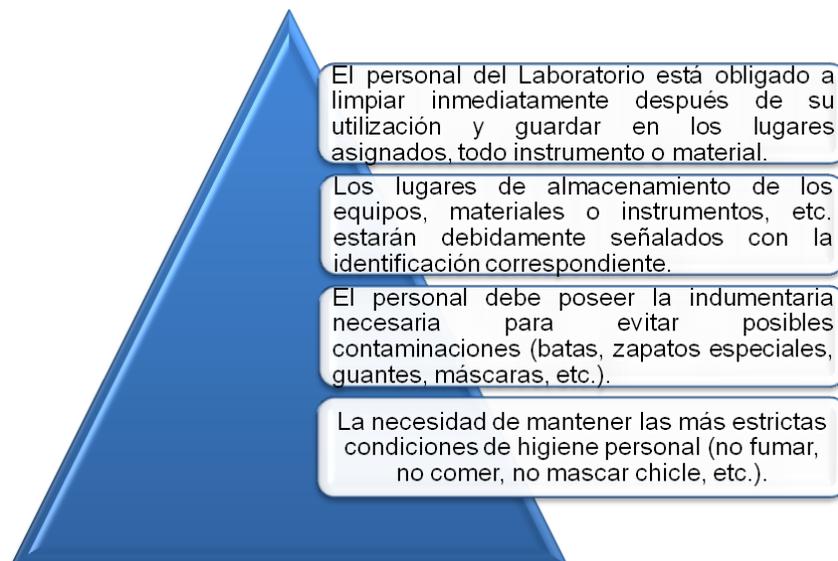


Figura. 6. 8. Orden Y Limpieza De Las Instalaciones Del Centro De Calibración Y Certificación De Equipos Topográficos

REGISTROS

Tabla. 6.5 Registros de las condiciones ambientales

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS
	CONDICIONES AMBIENTALES
	Actividad: Registro
	Responsable: Jefe del laboratorio del RT
REGISTROS :	RMC-17-01 REGISTRO DIARIO DE CONDICIONES AMBIENTALES. Anexo 1

Métodos de ensayo

La nueva norma ISO 17025 incorpora requisitos relativos a la selección de métodos por parte del Centro de Calibración y al uso de métodos no normalizados o desarrollados por el propio Centro de Calibración. Como novedad, se incluye la necesidad de que cualquier desviación al método de ensayo sea autorizada por el cliente.

Además, la nueva norma trata extensamente la validación de métodos de ensayo y calibración explicando cuándo debe validarse un método y cuáles son los parámetros que deben determinarse (RIUS, 2000). Esto es una novedad respecto a la norma EN 45001, donde únicamente se nombra la necesidad de tener totalmente descritos los métodos de ensayo no normalizados. Por otro lado, la norma ISO/IEC 25 afirma que deben validarse los métodos que no sean de referencia pero no especifica cómo debe realizarse esta validación. Es aconsejable que los Centros de Calibración revisen sus procedimientos.

La norma intenta dejar en claro que la validación supone siempre un equilibrio entre costes, riesgos y posibilidades técnicas, es decir, la validación debe ser suficiente, pero sin que ello implique exigencias imposibles de cumplir.

Es importante también establecer requisitos claros relativos al control de las diferentes versiones de software utilizado en el Centro de Calibración y que pueda tener influencia en los resultados de ensayo/calibración.

Tabla. 6. 6 Propuesta de métodos de ensayo

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS MÉTODOS DE ENSAYO
OBJETIVO:	Dar a conocer la normativa que rige en el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción para la aplicación de métodos apropiados en la ejecución de los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a todos los métodos de ensayos que tengan que cumplir los requisitos especificados por el Sistema de Calidad.
REFERENCIAS :	<p>NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.</p> <p>OAE CR GA01 R00: Criterios generales para la acreditación de laboratorios de ensayos y calibración según norma ISO/IEC 17025: 2005.</p>
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	<p>Jefe del laboratorio: Organizar las actividades de validación y calculo de Incertidumbre.</p> <p>RT: Mantener actualizada los procedimientos.</p> <p>Analistas: Conocer, aprobar y actualizar los métodos de ensayo que estén s su cargo.</p>

DESCRIPCION

El Centro de Calibración y Certificación empleará métodos y procedimientos apropiados que incluyan el muestreo, manipulación, el transporte, la

preparación de objetos de ensayo, la estimación de la incertidumbre de medida (si aplica), el análisis de los datos y la emisión del informe.

SELECCIÓN DE MÉTODO

La práctica de cualquier procedimiento técnico integrante de un ensayo que tenga que cumplir requisitos especificados para su aceptación, deberá seguir estos lineamientos:

Tabla. 6. 7 Propuesta de los Lineamiento para realizar procedimientos técnicos de un ensayo

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS
	METODOS DE ENSAYO
A	Utilizar en tanto se disponga de ellos, procedimientos estandarizados por organizaciones reconocidas internacionalmente (ASTM, EPA, AOAC, etc.).
B	Ceñirse a normas nacionales o internacionales.
C	Utilizar procedimientos cuya confiabilidad se ha comprobado mediante prácticas para la validación de métodos.

Si en el momento de la ejecución el cliente no ha mencionado el tipo de método de ensayo, el RT debe analizar la situación y proceder a escoger el más apropiado pudiendo ser métodos normalizados que se aplican correctamente en el laboratorio o métodos desarrollados por el laboratorio y adaptados al laboratorio siempre y cuando hayan sido correctamente validados. El cliente será informado oportunamente del método a emplear para el ensayo y en el caso que el método seleccionado por cliente sea inapropiado, el RT debe recomendar e informar.

Los aspectos que se deben contemplar en la elaboración de los PTIs. Se describen en la siguiente información:

- ✓ Identificación del documento.
- ✓ Campo de aplicación.
- ✓ Descripción del objeto sometido a ensayo.
- ✓ Parámetros o Magnitudes y Rangos a determinar.
- ✓ Equipos y Materiales necesarios (incluyendo especificaciones técnicas).
- ✓ Patrones de referencia y materiales de referencia necesarios.
- ✓ Condiciones ambientales requeridas (indicando periodo de estabilización si fuera necesario).
- ✓ Descripción del procedimiento, incluyendo:
 - Identificación, transporte, almacenamiento y preparación de objetos de ensayo.
 - Controles previos al inicio del trabajo.
 - Control del funcionamiento correcto de equipos –ajuste y calibración de equipos antes de su utilización cuando proceda.
 - Registro de observaciones y resultados
 - medidas de seguridad a adoptar
- ✓ Criterios de aceptación o rechazo de resultados
- ✓ Datos a registrar, método de análisis de datos y presentación de los mismos
- ✓ Incertidumbre, o bien, indicación del procedimiento a utilizar para estimarla

En aquellos casos en los que existan normas, o documentos reconocidos como tal, y su redacción permita hacer uso de ellos tal como fueron publicados, no será preciso elaborar un procedimiento específico para el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS

TOPOGRÁFICOS. En caso contrario, se complementarán dichos documentos para que su utilización sea apropiada.

Los resultados, datos y observaciones del ensayo quedarán reflejados en los registros adecuados en los que se especificarán claramente los datos a tomar; deberán ser cumplimentados completa y adecuadamente durante la realización de la actividad por las personas designadas en la documentación del Sistema de la Calidad.

La desviación a los métodos de ensayo utilizados por el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS únicamente será admisible cuando esté:

- ✓ Documentada,
- ✓ Justificada técnicamente mediante aprobación/ autorización por el JL, y
- ✓ Aceptada por el cliente, para lo cual se le habrá informado por escrito exponiendo los argumentos técnicos que han motivado la desviación.

VALIDACIÓN DE MÉTODOS

El CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS validará los métodos no normalizados y los desarrollados por el laboratorio antes de su uso para verificar si son apropiados. Asimismo, se validará los métodos normalizados que hayan sido modificados o aplicados para un uso distinto del indicado en el método.

La validación de un método permite obtener el rango y exactitud de los valores que se obtienen al realizar el ensayo (incertidumbre de los resultados, límite de detección, selectividad, linealidad, límites de repetibilidad / reproducibilidad,

robustez – frente a influencias externas -, sensibilidad – frente a efectos de matriz del objeto de ensayo -).

El proceso de validación se realizará siguiendo la sistemática descrita en el PGI-CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS -07 de Validación de Métodos y quedará registrado y conservado por el JL junto con una declaración sobre la validez del método.

ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

La información contenida en los registros de los ensayos permitirá identificar todos los factores que afectan a la incertidumbre, y realizar, en base a ello, una estimación de la incertidumbre de medida junto a los datos obtenidos en la validación del método de ensayo.

El cálculo de la incertidumbre de las medidas de los ensayos y de las calibraciones internas realizadas por el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS será realizado según lo descrito en el PGI-CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS

3.1 Equipos

En este apartado la norma ISO/IEC 17025 especifica más cuáles son los equipos que deben cumplir con las especificaciones requeridas. Además cabe destacar que la norma considera dentro de este apartado el material utilizado para hacer el muestreo así como los programas informáticos.

Tabla. 6. 8 Propuesta Equipos

 IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS	
EQUIPOS	
OBJETIVO:	Dar a conocer la disponibilidad y características del equipamiento del Centro de calibración y certificación de equipos topográficos utilizando en la ejecución de los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a los equipos vinculados con los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad del Centro de calibración y certificación de equipos topográficos.
REFERENCIAS :	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	<p>Jefe del laboratorio: Gestionar la compra de equipos nuevos, así como las calibraciones externas.</p> <p>Responsable Técnico: Mantenimiento de equipos e instalaciones</p>

DESCRIPCIÓN

Los criterios y responsabilidades que se describen a continuación se desarrollan en el procedimiento general PGI-CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS -05.

Excepcionalmente, cuando el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS tenga que utilizar equipos

ajenos, se asegurará previamente de su calidad y correcto funcionamiento de acuerdo con los criterios que se describen a continuación y en el citado procedimiento.

CONTROL DE EQUIPOS

EL CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS dispondrá de todos los equipos necesarios para la realización de los ensayos y calibraciones internas de tal manera que ofrezcan la exactitud requerida y cumplan con las especificaciones requeridas. La elección de los mismos será realizada por el JL, con la colaboración del RT, teniendo en cuenta los requisitos de características, tolerancias e incertidumbres exigibles por las normas aplicables.

El RT se asegurará de que cada uno de los equipos de su responsabilidad (así como su software y los elementos auxiliares del mismo) disponga de un código único de identificación y se encuentren en un listado de equipos.

Cada equipo dispondrá de registros que contengan al menos los siguientes datos:

Tabla. 6. 9 Datos de los registros de equipos

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS
	Registro de Equipos
A	Nombre y código único asignado.
B	Fabricante, modelo y número de serie, o cualquier otra identificación única.
C	Comprobación de que los equipos cumplen con las especificaciones (cada método de ensayo contiene las especificaciones técnicas de los equipos a utilizar).

D	Localización habitual, en su caso.
E	Instrucciones del fabricante (Manual de uso, mantenimiento, etc.) o indicación del lugar donde son localizables.

Tabla. 6. 12. Registro de equipos

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS Registro de Equipos
F	Historia de calibraciones/ verificaciones y ajustes con datos, resultados,
G	informes y certificados, criterios de aceptación y fecha prevista de próxima calibración.
H	Historia del mantenimiento del equipo realizado hasta la fecha y Plan de mantenimiento, cuando sea aplicable.
I	Historia de daños, averías, modificación o reparación de los equipos.

La documentación del equipo estará actualizada y disponible en el Laboratorio, para su utilización y consulta por el personal del mismo.

Los equipos serán manejados sólo por personal autorizado debidamente cualificado.

Cuando un equipo quede fuera del control del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS (p.e. si se envían a reparar), se deberá documentar su salida y entrada de forma que, se asegure el control permanente de su situación y permita realizar las debidas comprobaciones en cuanto a su funcionamiento y estado de calibración antes de ponerlo de nuevo en servicio.

Cualquier equipo que haya sufrido sobrecargas o usos incorrectos, que proporcione resultados sospechosos, o que, de manera fundada, se considere defectuoso, será retirado e identificado como FUERA DE SERVICIO para evitar su utilización hasta que una calibración o ensayo demuestren que su funcionamiento es correcto. La misma persona que adopte esta decisión, se lo comunicará al RT correspondiente, el cual documentará la situación del equipo y se encargará de su reparación/ verificación/ calibración/ sustitución. Así mismo, el RT responsable examinará los posibles efectos que hubiera podido ejercer el ítem defectuoso sobre actividades anteriores a la retirada del mismo, lo que podrá conllevar a la detección de No Conformidades.

La documentación del equipo estará actualizada y disponible en el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS, para su utilización y consulta por el personal del mismo.

Los equipos serán manejados sólo por personal autorizado debidamente cualificado.

CALIBRACIÓN/ VERIFICACIÓN DE EQUIPOS INTERNOS

Los equipos que lo precisen y antes de ponerse en funcionamiento, deberán ser calibrados/ verificados de forma que, se asegure el cumplimiento con los requisitos especificados por el laboratorio y las especificaciones contenidas en los métodos de ensayo.

El estado de calibración de un equipo podrá comprobarse realizando controles intermedios entre calibraciones sucesivas de acuerdo con los procedimientos establecidos en el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS para tales circunstancias.

El Laboratorio dispondrá de un Plan de Calibración/ Verificación para aquellas magnitudes de los equipos que influyan en los resultados obtenidos tras una medición, de tal manera que se asegure la trazabilidad de las medidas. Dicho Plan será implantado por el JL o RT correspondiente y contemplará:

Tabla No. 3-10 Propuesta del plan de calibración

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS
	EQUIPOS
A	Equipos, patrones y materiales de referencia incluidos en el Sistema.
B	Definición de los que se calibrarán/ verificarán interna o externamente, especificando los patrones de referencia
C	Limitaciones de uso de los patrones de referencia.
D	Requisitos para los laboratorios de calibración/ verificación externa.
E	Criterios para el establecimiento de períodos de calibración/ verificación.
F	Requisitos que han de cumplir los Procedimientos de calibración/ verificación interna (patrones, proceso, condiciones ambientales, incertidumbres, hojas de toma de datos, etc.).
G	Utilización de equipos, patrones y MR.s dentro de sus períodos de calibración/ verificación.
H	Certificados de calibración/ verificación y su contenido.
I	Etiquetas de calibración/ verificación.
J	Cálculo de incertidumbres.
K	Acciones a tomar como consecuencia de los resultados obtenidos durante la calibración/ verificación.
J	Previsiones para evitar la manipulación de los equipos frente a ajustes.
L	Programación de calibraciones/ verificaciones.

Los equipos del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS sujetos a calibración estarán etiquetados mediante una identificación que indique su estado de calibración, fecha de última calibración y fecha o criterios de próxima calibración.

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

El JL/RT correspondiente definirá un Sistema de Mantenimiento que contemple:

Tabla. 6. 11 Propuesta del Sistema de Mantenimiento

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS
EQUIPOS	
A	Aquellos equipos que necesitan, para asegurar su correcto funcionamiento y evitar su deterioro, ser sometidos a actividades de Mantenimiento
B	Las actividades de mantenimiento a realizar
C	Las instrucciones para realizarlas.

El laboratorio conservará registro de las actividades de mantenimiento efectuadas de tal manera que quede evidencia de su realización, tanto si el mantenimiento es interno como externo (en este caso, se solicitará registro a los suministradores utilizados).

3.2 Trazabilidad de las medidas

Al igual que en las normas ISO / IEC 25 y EN 45001, se establece que deben calibrarse todos aquellos equipos que tengan un efecto significativo en la

exactitud de los resultados. La principal novedad es que la nueva norma concreta mucho más como debe verificarse la trazabilidad de los resultados.

Además, existe diferencia entre los laboratorios de Calibración y laboratorios de ensayo por lo tanto se hace indispensable en la aplicación de esta norma para la implementación de un Centro de Calibración en la Escuela Politécnica del Ejército.

Los Centros de Calibración deben calibrar los equipos de forma que aseguren la trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI) o, en el caso de que no sea posible, a patrones de referencia apropiados, tales como los materiales de referencia certificados o bien utilizando métodos descritos claramente y aceptados por todas las partes implicadas. Sin embargo la calibración de los equipos en los Centros de Calibración de ensayo depende de la contribución que tenga la incertidumbre de la calibración a la incertidumbre de los resultados.

En el caso de que la contribución sea importante, deberían calibrarse los equipos de igual forma que en los Centros de calibración. Por otro lado, cuando esta contribución sea pequeña el Centro de Calibración únicamente debe asegurarse de que el equipo proporciona medidas con la exactitud necesaria. Además, la norma también incluye un nuevo apartado donde se especifican los patrones que deben utilizarse para verificar la trazabilidad así como la necesidad de procedimientos para asegurar su conservación y evitar su contaminación.

Tabla. 6. 12. Propuesta de la trazabilidad de las medidas

 IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS	
TRAZABILIDAD DE LAS MEDIDAS	
OBJETIVO:	Dar a conocer la metodología que se utiliza en el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción para la calibración / verificación y validación de las mediciones, de tal manera que sean trazables a los patrones nacionales o internacionales.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a los equipos y patrones vinculados con los ensayos enmarcados dentro del Sistema de Calidad del Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción

Tabla. 6. 15 Trazabilidad de las Medidas.

 IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS	
TRAZABILIDAD DE LAS MEDIDAS	
REFERENCIAS :	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN. PGI-CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS -05 Procedimiento para la Gestión de Equipos.
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	Responsable Técnico: Gestión de los equipos (inventarios, registros, identificación, control, etc)

DESCRIPCIÓN

La trazabilidad de las medidas efectuadas en el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS se asegurará mediante la aplicación del Sistema de Calibración.

La calibración y/o verificación y validación del equipo de medición así como de los patrones de referencia se ejecuta de tal manera que, en lo posible, las mediciones hechas por el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción sean trazables a los patrones nacionales administrados por el INEN. Las calibraciones deben proporcionar los resultados de las mediciones y la incertidumbre asociada.

Los patrones de medida o materiales de referencia utilizados por el laboratorio garantizarán su trazabilidad mediante el uso de laboratorios de calibración externos seleccionados por el RT (ver requisitos de trazabilidad en PGI-CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS).

EL CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS estudiará su participación en programas de intercomparación adecuados para la magnitud y rango precisados, teniendo en cuenta que OAE tiene establecido el requisito de que los laboratorios acreditados deben participar periódicamente y de forma programada en ensayos interlaboratorios que cubran todos los ensayos (o familias de ensayo) incluidos en el alcance de acreditación.

La participación será almacenada en el registro de resumen de intercomparación RMC-20-01 y los resultados primarios de análisis se

registraran en el libro de trabajo indicando que se trata de una intercomparación.

3.3 Aseguramiento de la calidad de los resultados

El Centro de Calibración debe disponer de sistemas de control, basados en un análisis estadístico, para comprobar la validez de los resultados de ensayos y calibraciones. Estos controles pueden incluir, entre otros, el uso habitual de materiales de referencia o la participación programada y periódica en ejercicios de intercomparación o en ensayos de aptitud.

Tabla. 6. 16. Propuesta de la calidad de los resultados

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS
	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS
OBJETIVO:	Dar a conocer la normativa que rige en el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción para garantizar la calidad de los resultados analíticos, mediante la verificación de la precisión y exactitud de las mediciones.
ALCANCE:	Esta normativa se aplica a todas las mediciones de los ítems que se analizan bajo los procedimientos enmarcados dentro del Sistema de Calidad en el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción
REFERENCIAS :	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE

	ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	<p>Responsable Técnico: Supervisión de los resultados de los ensayos.</p> <p>Jefe del laboratorio: Evaluación de los resultados de los ensayos.</p>

COMPROBACIÓN DE RESULTADOS

El registro de los datos obtenidos durante la realización de un ensayo, permitirán al RT detectar su tendencia y análisis de los resultados mediante la aplicación de técnicas estadísticas.

Los resultados serán repasados por el JL, repitiendo, si procede, las operaciones de cálculo, para asegurar su idoneidad. Así mismo, se responsabilizará de verificar la correcta transferencia al informe de ensayo de los datos indicados en las hojas de toma de datos, y su coherencia.

Cuando los resultados se obtienen o procesan por medios informáticos, se asegurarán los resultados por uno de los métodos siguientes:

- ✓ Verificación de la idoneidad de los parámetros y programas usados.
- ✓ Realización, cuando se estime necesario o se realicen cambios, de pruebas del sistema con referencias preestablecidas.
- ✓ Gestión informática de los registros informáticos

En todos los casos, se documentarán estas actuaciones en un informe que describa las verificaciones realizadas, su resultado y el análisis y conclusiones correspondientes.

CONTROL DE LAS ACTIVIDADES DE ENSAYO

Los ensayos serán controlados según los distintos métodos expuestos a continuación, incluidos en un Plan de Control de Calidad (formato RMC-23-01) revisado por el JL:

- A. INTERCOMPARACIONES.- Independientemente de las actividades que se programen de entre las que se indican en la siguiente literal, el laboratorio deberá participar de forma regular en ejercicios de intercomparación que cubran todas las familias de ensayos incluidas en el alcance de acreditación (y, en la medida de lo posible, que cubran el resto de los ensayos realizados por el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS).

En dichas participaciones se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

1. Se habrán definido, previamente, criterios de actuación y responsabilidades relativas a la intercomparación para asegurar la participación.
2. Los ensayos se realizarán de acuerdo con lo establecido en el Sistema de Gestión de la Calidad del laboratorio y las instrucciones específicas de la intercomparación.
3. Se evaluarán los resultados obtenidos y las diferencias con el resto de laboratorios y se tomarán las acciones oportunas, en consecuencia.

- B. CONTROL DE CALIDAD INTERNO.- Para cada ensayo, se programarán actividades elegidas de entre las siguientes:

1. Utilización habitual de materiales de referencia certificados.
2. Realización de ensayos en paralelo con un patrón o material de referencia sobre el que se conocen los resultados.
3. Repetición de ensayos por el mismo analista (en condiciones de repetibilidad).
4. Repetición de ensayos por analista distinto (en condiciones de reproducibilidad).Independientemente de lo anterior se realizarán las actividades aplicables de entre las siguientes:
5. Supervisión periódica de las actividades de ensayo por el JL, documentando las observaciones más significativas a través de las hojas de toma de datos o registros correspondientes.
6. Verificación de la coherencia de los resultados, teniendo en cuenta diferentes características del objeto de ensayo.
7. Repetición, por decisión del JL o RT, de un ensayo utilizando el mismo método u otros, a fin de comprobar la idoneidad de los mismos y la forma de actuación. Se analizará la necesidad de repetición de un ensayo cuando se produzca una de las siguientes circunstancias:
 - ✓ Petición escrita por el cliente, organismo externo, etc.
 - ✓ Detección de anomalías significativas en el funcionamiento de los equipos del laboratorio.
 - ✓ Desviación no justificada al procedimiento.
 - ✓ Obtención de resultados anormales para un ensayo determinado.
 - ✓ Incumplimiento de los requisitos iniciales.

Se documentará debidamente la repetición y la causa que la origina, realizándose, por el R.C. o RT, un seguimiento riguroso de la misma, teniéndose en cuenta los siguientes principios:

- ✓ No considerar los resultados de la actuación anterior hasta la fase de evaluación, cumplimentando una nueva hoja de toma de datos.
- ✓ Cuando sea aconsejable, realizarla por personal distinto.
- ✓ Seguir rigurosamente el procedimiento y evitar errores de rutina.

Además de las siguientes:

- ✓ Programa de auditorías interno y externo.
- ✓ Controles técnicos establecidos por el cliente.

Las actividades de control se aplicarán a los ensayos realizados tanto dentro como fuera del laboratorio, cuando esto sea aplicable.

Para aquellos ensayos en los que el JL lo considere necesario, se utilizarán gráficos de control para seguir su evolución. Se recomienda su uso para los ensayos realizados con mayor frecuencia.

Los resultados de los ensayos se verifican mediante uno o más de los siguientes métodos:

1. Mediciones simultáneas de Materiales de Referencia Certificados u otras muestras de referencia certificadas.
2. Mediciones mediante técnicas independientes.
3. Mediciones por diferentes analistas.
4. Determinaciones repetidas mediante métodos reconocidos, en cuanto sea posible.

La frecuencia y la metodología de la validación es parte de los procedimientos de operación estandarizados.

La verificación de los datos puede ser parte del reporte de análisis si es que el cliente lo solicitara. Cualquier incertidumbre significativa en el proceso de medición o en los datos obtenidos deberá ser dilucidada previamente a la entrega de los datos.

Todo resultado de los procedimientos de control debe ser registrado y los registros se guardarán apropiadamente para su uso posterior en auditorías u otras actividades que los requieran.

3.4 Informe de Resultados

En este apartado los requisitos están descritos de una forma mucho más detallada que en las normas precursoras. Sin embargo, se permite una mayor flexibilidad. Para clientes internos o cuando exista un acuerdo escrito con el cliente, los resultados pueden comunicarse de forma simplificada. Uno de los aspectos más controvertidos de la norma es el relativo a la inclusión en los informes de ensayo/calibración de “opiniones o interpretaciones” del Centro de Calibración, las cuales deben estar perfectamente identificadas en el informe.

Tabla. 6. 17. Propuesta de los Informes de resultados

	IMPLEMENTACIÓN DE LA ISO 17025 REQUISITOS TECNICOS
	IMFORMES DE RESULTADOS
OBJETIVO:	Dar a conocer la normativa que rige en el Centro de calibración y certificación de equipos topográficos y la Construcción para la elaboración, revisión y entrega al usuario, del informe de resultados.
ALCANCE:	Este capítulo es de aplicación a todos los informes de resultados de los ensayos emitidos por el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN, que estén sometidos

	a las previsiones del Sistema de la Calidad establecido.
REFERENCIAS :	NORMA NTE-INEN ISO/IEC 17025:2005 Segunda Edición (2005-05-15) REQUISITOS GENERALES PARA LA COMPETENCIA DE LOS LABORATORIOS DE ENSAYO Y DE CALIBRACIÓN.
RESPONSABLE y ACTIVIDAD:	Analista: Elaboración informes de ensayo RT: Supervisión informes de ensayo Jefe del laboratorio: Firma informes de ensayo

DESCRIPCIÓN

El informe de ensayo, como recopilación documental de las actividades realizadas y de los resultados obtenidos, debe contener:

- ✓ toda la información solicitada por el cliente, si es el caso,
- ✓ toda la información necesaria para la interpretación de los resultados,
- ✓ y, la información requerida por el método utilizado para realizar el ensayo

Estará basado en los datos, observaciones, etc., tomados de la documentación original y de la generada en el ensayo.

La notificación de los resultados al cliente podrá hacerse de forma resumida, no conteniendo toda la información necesaria, en los casos en los que se haya alcanzado un acuerdo entre las partes. Esta circunstancia quedará registrada por escrito.

En el caso de que se realizara transmisión electrónica de los resultados (p.e. correo electrónico), el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS se asegurará de proteger la información enviada para conservar copias y evitar su modificación (ver control de registros),

enviando el reporte como archivo pdf. Verificar si esto es suficiente para proteger solo lectura.

IDENTIFICACIÓN DE INFORMES DE ENSAYO

Los informes de ensayo se identifican con un NÚMERO DE INFORME que se corresponde con el CÓDIGO DE LA MUESTRA (7 dígitos) dado al objeto de ensayo a su recepción en el laboratorio y que es el siguiente:

I. Abreviatura de Informe.- CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN

XX: Números correspondientes a las dos últimas cifras del año vigente.

ZZZ: Número correlativo del informe, empezando desde 001

Ejemplo: I-CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS 08- 001

EMISIÓN DE INFORMES DE ENSAYO

La emisión del informe es responsabilidad del JL. La revisión / evaluación es responsabilidad del RT. La firma del informe recae en el JL.

El informe de ensayo se confecciona con el siguiente contenido mínimo:

- a. Título del informe.
- b. Nombre y dirección del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.

- c. Lugar de realización del ensayo, si es distinto de la dirección del CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.
- d. Identificación única del informe según el número indicado en el apartado anterior.
- e. Identificación en cada una de sus páginas de que forma parte del informe con paginación incluida.
- f. Nombre y dirección del cliente o peticionario.
- g. Procedimiento de ensayo seguido (identificación del PTI de ensayo).
- h. Descripción, estado e identificación de los objetos de ensayo ensayados.
- i. Fecha de recepción del objeto de ensayo cuando sea determinante para la validez y aplicación de los resultados.
- j. Fecha de realización del ensayo
- k. Resultados derivados de las medidas y ensayos realizados con unidades de medidas y apoyo de gráficos, tablas, dibujos, fotografías, etc. cuando proceda.
- l. Nombre, cargo y firma de la persona/s firmantes del informe, autorizadas para ello.
- m. Declaración de que el informe sólo afecta a los objetos sometidos a ensayo, cuando proceda.

Además, para permitir una correcta interpretación de los resultados, se considerará el incluir los siguientes requisitos:

- ✓ Cualquier desviación, adición o exclusión de las especificaciones de los PTIs de ensayo o documentos normativos aplicables, cuando proceda.
- ✓ Información sobre las condiciones específicas de ensayo indicadas en los PTIs de ensayo (p.e. condiciones ambientales)

- ✓ Declaración de conformidad o no conformidad con determinados requisitos y/o especificaciones.
- ✓ En su caso, indicación de incertidumbre de medida estimada.
- ✓ Cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones.
- ✓ Cualquier otra información requerida por métodos específicos o clientes.
- ✓ La incertidumbre de medida será incluida en el informe de ensayo cuando se produzca alguna de las siguientes circunstancias:
 - ✓ Que influya en la validez o aplicación de los resultados de ensayo,
 - ✓ Que así lo requiera el cliente
 - ✓ O, que la incertidumbre afecte al cumplimiento de los límites de una especificación.

UNIDADES

Normalmente las unidades empleadas en el informe serán las del "Sistema Internacional" (SI), salvo que la normativa indique el uso de otras, en cuyo caso se aceptarán también estas últimas.

OPINIONES E INTERPRETACIONES

Cuando se considere oportuno, se podrán realizar opiniones e interpretaciones, indicando los motivos en los que se basan, sobre los resultados de los informes. Será responsable de ello el JL o cualquier otra persona autorizada por la Dirección del Departamento.

Las opiniones e interpretaciones consistirán en:

- ✓ Opiniones sobre la conformidad o no de los resultados con los requisitos exigibles.
- ✓ Cumplimiento de requisitos contractuales.

- ✓ Recomendaciones sobre cómo utilizar los resultados.
- ✓ Recomendaciones para mejorar los resultados.
- ✓ Las opiniones e interpretaciones se podrán incluir en el informe de ensayo, identificándolas convenientemente, o bien, notificárselas oralmente al cliente, dicho diálogo deberá quedar registrado.
- ✓ En cualquier caso, los responsables de las opiniones e interpretaciones deberán indicar los motivos en los que las basan.

RESULTADOS REMITIDOS POR SUBCONTRATISTAS

Cuando proceda, insertar en el informe de ensayo resultados obtenidos por subcontratistas, se hará especial referencia a ellos, identificándolos como tales.

El subcontratista notificará por escrito o por medios electrónicos los resultados obtenidos al CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.

FORMATO DE INFORMES

La estructura básica del informe será la siguiente:

Cabecera

- ✓ Datos del laboratorio que ha realizado los ensayos.
- ✓ Número de informe de ensayo.
- ✓ Datos del organismo acreditador, si procede.
- ✓ Número de la página y del total de páginas.

Primera Página

- ✓ Datos del cliente o peticionario.
- ✓ Fecha de recepción del objeto de ensayo, cuando proceda.
- ✓ Identificación y descripción de los objetos sometidos a ensayo.
- ✓ Fecha de realización de los ensayos.
- ✓ Fecha de emisión y firma, o marca equivalente, indicando nombre y cargo de las personas autorizadas a elaborar los informes.
- ✓ Listado de ANEXOS (si existen).

Píe de página

- ✓ Notas con criterios de utilización del informe:
- ✓ Declaración de que el informe sólo afecta a los objetos sometidas a ensayo.
- ✓ Indicación de que el informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del JL.

RESULTADOS ANALÍTICOS

- ✓ Ensayos realizados, agrupados por áreas de trabajo o por su utilidad para el cliente.
- ✓ Resultados, unidades, observaciones, etc. obtenidos en el ensayo. (en su caso, indicación de la incertidumbre de la medida, con el método de estimación o cálculo utilizado).
- ✓ Identificación de los PTIs de ensayo o breve descripción del método de ensayo y/o normativa empleada. (Se indicarán las desviaciones, adiciones o exclusiones de las especificaciones de los procedimientos y cualquier otra información relativa a un ensayo específico).

- ✓ Distinción clara de los ensayos realizados por el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS y los subcontratados, así como los amparados por una acreditación y los que no lo están.

MODIFICACIONES

Las reclamaciones que se pudieran plantear a los informes emitidos por el CENTRO DE CALIBRACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS TOPOGRÁFICOS, serán evaluadas por el JL, quien ordenará la modificación de los mismos, siempre que dichas reclamaciones fueran debidas a un error imputable al laboratorio.

Una vez admitida la necesidad de modificación, el JL investigará la causa que la motivó, la registrará en el "Registro de Quejas" y/o abrirá una No Conformidad, y tomará las medidas necesarias encaminadas a evitar su repetición.

Las modificaciones se realizarán mediante un nuevo documento con su correspondiente número de informe, haciendo referencia al informe original que modifica. Se podrán indicar aquellos datos o resultados del informe inicial que son modificados.

En el nuevo informe se dejará constancia claramente visible del informe al que modifica, con la siguiente declaración:

“SUPLEMENTO DEL INFORME NÚMERO... (Número del informe al que modifica)”.

CONCLUSIONES

1. La implementación del laboratorio es factible debido a que la Escuela Politécnica Del Ejército ya cuenta con la acreditación de una norma ISO.
2. Se obtendrá una organización adecuada de la documentación de acuerdo con lo establecido en normas nacionales e internacionales.
3. Con la aplicación de este sistema, se mantendrá un mejoramiento continuo de la calidad en los resultados generados, y sentará las bases que propicien el reconocimiento nacional e internacional sobre la competencia técnica, imparcialidad e integridad de nuestros resultados.
4. La Escuela Politécnica Del Ejército se verá beneficiada de la implementación de este laboratorio ya que será el único centro de calibración de equipos que cuento con un sistema de mejoramiento continuo y una norma ISO.
5. Las casas comerciales dejarán de ser juez y parte, en la calidad y precisión de sus productos, debido a que tendrán una fiscalización.
6. El estado podría apoyarse en este laboratorio para poder exigir en sus procesos de contratación, equipos certificados.

RECOMENDACIONES

1. Continuar trabajando en la confección de la documentación necesaria para lograr el grado de acreditación y la implementación.
2. Aplicar el proceso de mejora continua de la calidad en todas las esferas de la actividad de los laboratorios.
3. Dar seguimiento al uso, transporte y almacenaje de los equipos, para que la calibración sea confiable.
4. Implementar además una certificación de los operadores de equipos para su correcto uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1 Tratado De **Topografía** Teoría De Errores E Instrumentación de **Chueca Pazos**.

2 María Moro Piñeiro; Metrología: Introducción, conceptos e instrumentos
Universidad de Oviedo

3 INEN. Normas ISO

3.1. BS EN ISO-9000-1:1994.

3.2. EN 45001: 1989. Criterios generales para el funcionamiento de los
laboratorios de ensayo.

3.3. ISO/IEC 17025:2000. Requisitos generales para la competencia de
laboratorio de calibración y ensayo.

4 http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Theodolit_Schema

5 **Técnicas modernas en Topografía**, Autor Bannister, Raymond, Baker.

6 “ **Tratado de Topografía 1; teoría de errores e instrumentación**”.
Editorial Paraninfo, S. A. Madrid

7 “**Instrumentos topográficos**”. Universidad de Cantabria. Santander

8 “**Aparatos topográficos**”. ETSI Montes. Madrid