

# Proyecto Fin de Carrera

## Instalación y acreditación de un Laboratorio de Certificación de Instrumental Topográfico

FACULTAD DE INGENIERIA

INSTITUTO DE AGRIMENSURA

Integrantes: **Mariana Elzaurdia, Atilio Hernández, Mauro Matos**

Entregado

Correcciones

Aprob Cat

Aprob E.G.

**Índice**

|   | Página   |
|---|----------|
| <b>Índice</b> .....   | <i>i</i> |
| <b>Introducción</b> .....   | 1        |
| <b>Objetivo</b> .....   | 1        |
| <b>Justificación</b> .....  | 3        |
| <br>  |          |
| <b>Capítulo I</b>   |          |
| Normas técnicas.....  | 4        |
| <br>  |          |
| <b>Capítulo II</b>  |          |
| La certificación de sistemas de la calidad y su acreditación..... | 11       |
| La acreditación en el Uruguay – Evolución y Organismos.....       | 12       |
| <br>  |          |
| <b>Capítulo III</b>   |          |
| Normas y guías internacionales.....                               | 16       |
| Norma UNIT – ISO/IEC 17025:2005.....                              | 16       |
| Norma ISO 17123 .....   | 17       |
| <br>  |          |
| <b>Capítulo IV</b>  |          |
| Acreditación en Uruguay.....                                      | 18       |
| <br>  |          |
| <b>Capítulo V</b>   |          |
| Normas y Guías del OUA.....                                       | 21       |
| <br>  |          |
| <b>Capítulo VI</b>  |          |
| Implementación de la norma ISO 17025.....                         | 24       |
| <br>  |          |
| <b>Capítulo VII</b>   |          |
| Implementación de la norma ISO 17123.....                         | 54       |
| Instrucciones Técnicas  |          |
| 17123 – 1 Teoría.....   | 55       |
| 17123 – 2 Niveles.....  | 68       |
| 17123 – 3 Teodolitos.....   | 84       |
| 17123 – 4 EDM.....  | 105      |
| 17123 – 5 Estaciones Totales.....                                 | 122      |
| 17123 – 7 Instrumentos con plomada óptica.....                    | 140      |
| <br>  |          |
| <b>Capítulo VIII</b>  |          |
| Conclusiones.....   | 152      |
| <br>  |          |
| Anexo I – Normas y Guías del OUA.....                             | 154      |
| Anexo II – Ejemplo de procedimiento: Control de documentos.....   | 226      |

|  |     |
|--|-----|
| Anexo III – Ejemplo de Procedimiento: .....                                    | 234 |
| 1) Adquisición y recepción de insumos  |     |
| 2) Evaluación y calificación de proveedores                                    |     |
| Anexo IV – Ejemplo de Procedimiento: Resolución de reclamos.....               | 242 |
| Anexo V – Ejemplo de Procedimiento: Control de trabajo de ensayo no conforme.  | 246 |
| Anexo VI – Ejemplo de Procedimiento: Acciones correctivas.....                 | 249 |
| Anexo VII – Ejemplo de Procedimiento: Acciones preventivas.....                | 255 |
| Anexo VIII – Ejemplo de Procedimiento: Control de registros de la calidad..... | 258 |
| Anexo IX – Ejemplo de Procedimiento: Auditoría interna.....                    | 261 |
| Anexo X – Ejemplo de Procedimiento: Revisiones de gerencia.....                | 271 |
| <br>   |     |
| Bibliografía.....  | 277 |

## Introducción

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 Topográficos, 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 laboratorio de Calibración que posea trazabilidad, competencia técnica (conocimientos) y capacidad de medida (equipos) para cada magnitud en cuestión.

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

En Uruguay, aparte de los productos alimenticios, son pocos los productos reglamentados, por lo que una vez realizados los trámites de importación, la comercialización es libre. Nuestro país no tiene un sistema propio de normalización de instrumental topográfico, ni aplica un sistema particular. En caso de necesidad (particularmente en licitaciones) se usan normas de organismo europeos o estadounidenses.

Actualmente no hay ningún organismo que expida certificados de calibración en lo que a instrumental topográfico se refiere que sea reconocido por los organismos nacionales e internacionales correspondientes.

Uno de los grandes problemas que se presenta cuando una empresa desea certificar su sistema de gestión de calidad de acuerdo a la norma ISO 9001 es que inevitablemente presenta no conformidades debido a la exigencia de la misma de poseer instrumentos con certificados de calibración. Hasta el momento dichas no conformidades no pueden ser levantadas.

## Objetivo

Establecer las pautas necesarias para la creación de un organismo acreditado para realizar la certificación de calidad de instrumental topográfico.

Por ende nuestro trabajo será dividido en dos partes:

- 1) En primer lugar, **establecer los requisitos necesarios para crear e instalar un Laboratorio de Calibración y Certificación de Instrumental Topográfico acreditado según la normativa internacional y regional vigente para Laboratorios de Calibración y Ensayos (ISO/IEC 17025)**
- 2) En segundo lugar establecer la normativa técnica a seguir en dicho laboratorio basándonos en la **normativa internacional vigente. (ISO 17123)**



**Justificación**

Lograr un Laboratorio de certificación de instrumental topográfico acreditado en nuestro país implica para nuestra profesión las siguientes ventajas:

- 1) RECONOCIMIENTO DE LA COMPETENCIA TÉCNICA: laboratorios y organismos de certificación acreditados nos merecen confianza en sus reportes y certificados al ser evaluados por una entidad independiente bajo criterios internacionales de amplia aceptación que implican un lenguaje universal.
- 2) FACILITACIÓN DEL COMERCIO
  - Exigencia de acreditación de laboratorios y organismos de certificación de productos para comercializar diversas mercaderías y bienes.
  - Reducción de duplicación de análisis y demoras en el acceso a mercados.
  - Normas y criterios de acreditación son uniformes en todas partes del mundo.
  - Apertura de nuevos mercados.
- 3) RECONOCIMIENTO NACIONAL E INTERNACIONAL:
  - Las acreditaciones concedidas por un Organismo de Acreditación son reconocidas por otros Organismos de Acreditación o bloques de Organismos de Acreditación mediante MLA (Acuerdos Multilaterales de Reconocimiento Mutuo) entre los mismos.

*“Impulsar la acreditación es una oportunidad de dar garantías a los consumidores, evitar la competencia desleal de productos de baja calidad, promover la cultura de la calidad en el país y de agilizar la comercialización internacional de los productos uruguayos” OUA*

## Capítulo I

### Normas técnicas

#### Definición

Se considera como Norma Técnica a una Especificación Técnica, que establece los requisitos que aseguran la aptitud para el uso de un producto o servicio y que cumple, entre otras, las siguientes condiciones:

- ✓ Haber sido establecida con la participación de todos los sectores involucrados
- ✓ Haber sido aprobada por consenso
- ✓ Tener como objetivo el beneficio de la comunidad
- ✓ Estar a disposición de todos los interesados
- ✓ Ser elaborada y publicada por un organismo de normalización reconocido

#### Objetivos de las normas técnicas

Los objetivos de las normas son establecer los requisitos que deben cumplir los productos o servicios para asegurar su:

- ✓ Aptitud para el uso
- ✓ Compatibilidad
- ✓ Intercambiabilidad
- ✓ Selección de variedades (Reducción)
- ✓ Seguridad
- ✓ Protección del medio ambiente
- ✓ Protección del producto
- ✓ Beneficios de las Normas Técnicas
- ✓ Aseguran una mejor adaptación de los productos y servicios a los fines que se destinan
- ✓ Facilitan la transferencia y cooperación tecnológica
- ✓ Aumentan la competitividad de las empresas
- ✓ Mejoran y clarifican el comercio nacional, regional e internacional

#### Carácter de las Normas Técnicas

La Norma por su forma de elaboración y por el ámbito en que se realiza es de «**carácter voluntario**» y refleja el «**estado del arte**» en un lugar y momento determinado.

No obstante **puede ser declarada de cumplimiento obligatorio** (por organismos con potestades legislativas o reglamentarias) por razones de: salud pública, seguridad de personas, animales y bienes, protección del medio ambiente, protección del consumidor, etc. De hecho, los países más desarrollados utilizan habitualmente el criterio de

reglamentar en estas áreas haciendo referencia a las normas técnicas. Su utilización puede ser impuesta contractualmente por ejemplo cuando, el Estado se las autoimpone en sus compras, u otro comprador las exige. En cualquier caso refleja e induce las necesidades, hábitos y exigencias del mercado, por lo que el proveedor debe cumplirlas para asegurar la satisfacción de sus clientes.

La Normalización Técnica - Niveles y Estructuras

La normalización puede ser realizada a distintos niveles y los organismos que la llevan a cabo han creado las estructuras nacionales, regionales e internacionales que posibilitan su coordinación.

Muchas veces a las especificaciones internas de las empresas, se les denomina normas de empresa, pero de hecho no cumplen todas las condiciones para ser consideradas como tales.

La Normalización Técnica comienza recién hace poco más de 100 años.

En Estados Unidos la normalización se inicia atendiendo a las inquietudes y necesidades de los sectores industriales específicos, manteniendo tal enfoque hasta el presente, por lo que hoy en día coexisten gran cantidad de asociaciones de normalización de carácter sectorial (Ej.: ASME, ASTM, API, SAE, AWS, AWWA, NEMA, NFPA, UL, etc.), coordinados internamente y en los foros internacionales por ANSI (American National Standards Institute).

En el resto del mundo, en general, la normalización tiene carácter nacional y es así que el **British Standards Institution (BSI)** fundado en 1901, es el primer organismo nacional de normalización. A continuación se crea el DIN en Alemania, AFNOR en Francia, etc.

En Latinoamérica los primeros organismos en constituirse fueron IRAM (Argentina, 1935), UNIT (Uruguay, 1939) y ABNT (Brasil, 1940) que a imagen de lo que estaba ocurriendo en Europa y Estados Unidos, lo hicieron como organismos privados sin fines de lucro.



Inicialmente, los países de mayor desarrollo, establecieron sus normas técnicas (y también sus reglamentaciones) con miras al ordenamiento de su mercado interno teniendo, en general, solamente en cuenta intereses locales sin preocuparse de armonizarlas con las



de otros países y en algunos casos buscando diferenciarse. Es decir, los distintos países para iguales problemas fueron llegando a diferentes soluciones.

Para acceder a esos mercados, se debían cumplir sus reglamentos y normas, constituyéndose así en Barreras Técnicas que protegían la industria local.

A su vez, los países de menor desarrollo debían optar por alguna de las diferentes normas, quedando en cierta forma cautivos de los proveedores del país de origen de la norma y desencontrados entre ellos.

### Normalización Internacional

Después de la segunda guerra mundial hubo una significativa internacionalización en todas las áreas de actividad, a la que se ha denominado la “Globalización de la Economía” y en diversas áreas el concepto de “independencia” de los países fue siendo sustituido por el de “interdependencia”.

No escapó a ello la normalización y hoy en día hay una necesidad y una verdadera exigencia, de la normalización a nivel regional e internacional.

Incluso las grandes empresas nacionales, que en un momento deseaban restringir a sus competidores del exterior el acceso a sus mercados, hoy transformadas en transnacionales y en grandes ensambladoras de componentes producidos en los más diversos países del mundo, han pasado a ser grandes impulsoras de la normalización internacional.

Por lo tanto hay en el mundo cientos de miles de normas nacionales, de ahí la gran importancia de la función armonizadora de la Normalización Internacional.

Aún cuando hay más organismos que encaran esta tarea, las dos principales organizaciones a nivel internacional son:

- ISO - Organización Internacional de Normalización
- IEC - Comisión Electrotécnica Internacional

Constituidas inicialmente como entidades absolutamente independientes, constituyen hoy lo que se denomina el Sistema ISO/IEC de Normalización Internacional y son responsables de más del 85% de las normas internacionales existentes.

Son organismos de carácter no gubernamental, con el objetivo de promover la cooperación internacional en todo lo que tiene que ver con la normalización y asuntos relacionados como la certificación y ensayos.

Se trata de normalización voluntaria, sobre la base del consenso.

IEC cubre todo el campo de la tecnología eléctrica y electrónica e ISO todo otro tipo de temas. En muchas áreas (como la informática) desarrollan tareas conjuntas, representando actualmente cerca de un tercio de su actividad total.

Es de destacar también la labor de ITU - Unión Internacional de Telecomunicaciones, de carácter intergubernamental, que coordina sus actividades con las mencionadas en su ámbito específico.

Actualmente y a efectos de lograr aún un mayor grado de coordinación y cooperación, ISO, IEC e ITU encaran la conformación del **WSC - Consejo Mundial de Normas**.

Dado el espíritu abierto que prevalece en los organismos internacionales de normalización, en particular en la ISO, los **países en desarrollo** tienen grandes posibilidades de participar en la elaboración de las normas técnicas que regulan el comercio mundial.

Esa participación a veces no se concreta en la medida de sus posibilidades y necesidades, argumentándose razones económicas que en algunos casos son reales y en otros, son una equivocada evaluación del significado económico de la normalización.

De todas formas y aún cuando no participen en su estudio, estos países son beneficiados por la existencia de las normas internacionales, que unifican las exigencias en los mercados mundiales.

### La Normalización Regional

Por otra parte, a nivel regional, cuando se comienzan los procesos de integración y la conformación de mercados comunes, se crean organismos regionales como COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) y AMN (Asociación Mercosur de Normalización).

#### ➤ La Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT)

Asociación civil sin fines de lucro que nuclea a todos los organismos de normalización de los países de América Continental y del Caribe: Trinidad y Tobago, República Dominicana, Cuba, Jamaica y Barbados, totalizando 26 miembros activos, entre ellos Estados Unidos y Canadá. A éstos se suman como miembros adherentes, los organismos de normalización de España, Francia, Italia, Portugal y el Instituto Dominicano de Tecnología Industrial.

Si bien el inicio formal de actividades de la Comisión fue en el año 1961, cuando se realiza la Asamblea en Montevideo, los primeros intentos de constituir un organismo de este tipo datan del año 1947, cuando se reuniera en Brasil la Unión Panamericana de Ingenieros (UPADI).

Al iniciar COPANT su labor, solo existían en funcionamiento en el Continente los seis organismos de normalización que lo fundaron y que representaban a Argentina, Brasil, Chile, México, Uruguay y USA. Actualmente, todos los países del Continente lo tienen y eso ha sido consecuencia, en gran medida, de la acción desarrollada por COPANT.

Los fines de COPANT son, fundamentalmente, promover el desarrollo de la normalización técnica y actividades conexas en los países miembros que la integran, con el fin de impulsar su desarrollo industrial, científico y tecnológico, en beneficio del intercambio de bienes y prestación de servicios, facilitando, a la vez, la cooperación en esferas intelectual, económica y social.

#### Sus objetivos principales son:

- ✓ Promover la armonización de las normas técnicas entre sus miembros;
- ✓ Procurar una mayor utilización y aplicación de normas internacionales en la industria y el comercio;
- ✓ Fomentar y facilitar el intercambio de información entre sus miembros;

- ✓ Fomentar el desarrollo y reconocimiento de los sistemas de certificación basados en criterios internacionales.

COPANT ha sido declarada por la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) y por la Junta del Acuerdo de Cartagena, Organismo Asesor en Cuestiones de Normalización, debe buscar mecanismos de coordinación e integración con las actividades desarrolladas en los Comités / Organizaciones Subregionales (NAFTA, MERCOSUR, Comunidad Andina, CARICOM, etc.) de tal manera de unificar las políticas en el campo de la Normalización.

➤ La Asociación Mercosur de Normalización (AMN)

La integración regional en el Mercosur requiere que la Normalización tenga entre otros, los siguientes objetivos:

Facilitar:

- ✓ la libre circulación de productos y servicios
- ✓ la creación de un medio técnico basado en normas MERCOSUR
- ✓ la creación de un espacio industrial común que posibilite las economías de escala.

Incrementar:

- ✓ la calidad y la competitividad de los productos y servicios ofertados
- ✓ la prevención y lucha contra las barreras técnicas

Para ello los cuatro organismos de normalización de los estados integrantes del Mercosur decidieron, en el año 1991, la creación de la Asociación Mercosur de Normalización, que tiene su sede en San Pablo, Brasil y está constituida por: ABNT - Brasil, INTN - Paraguay, IRAM - Argentina y UNIT - Uruguay:

| País      | Sigla | Nombres  | Año Fundación | Carácter                   |
|-----------|-------|--|---------------|----------------------------|
| Argentina | IRAM  | Instituto Argentino de Normalización             | 1935          | Privado sin fines de Lucro |
| Brasil    | ABNT  | Associação Brasileira de Normas Técnicas         | 1940          |                            |
| Uruguay   | UNIT  | Instituto Uruguayo de Normas Técnicas            | 1939          |                            |
| Paraguay  | INTN  | Instituto Nacional de Tecnología y Normalización | 1963          | Estatal                    |

Objetivos principales de la AMN:

- ✓ Elaborar las normas regionales de interés
- ✓ Promover la cooperación entre los miembros para facilitar la armonización de normas
- ✓ Armonizar las posiciones políticas y técnicas de sus miembros en la normalización internacional (ISO, IEC, etc.) y actividades conexas
- ✓ Promover la capacitación en normalización, calidad, etc.
- ✓ Fomentar el desarrollo de sistemas de certificación y su reconocimiento mutuo

La AMN establece normas técnicas de carácter voluntario aprobadas por consenso, con la participación de los sectores involucrados, **dando prioridad como antecedente, en caso de existir, a las normas ISO o IEC.**

La tarea de Normalización que realiza la AMN se efectúa a través de Comités Sectoriales MERCOSUR (CSM), que se van constituyendo en respuesta a los intereses expresados por los diversos sectores. Hasta el momento y en base a las solicitudes recibidas y a los compromisos asumidos por ellos, se ha encarado la elaboración de normas en diecinueve diferentes áreas. Entre ellas: Electricidad, Siderurgia, Cemento y Hormigón, Máquinas y Equipamientos Mecánicos, Automotriz, Plásticos para la Construcción Civil, Papel y Celulosa, Calidad, Gestión Ambiental, Accesibilidad, Tecnología Gráfica, Higiene y Limpieza, etc.

Armonización de Normas y Reglamentos

La conformación de un mercado común, requiere de normas y reglamentos armonizados.

En el caso del Mercosur, que es aplicable a otros esquemas de integración, es de destacar que:

- ✓ La existencia de estructuras para la normalización subregional (AMN) regional (COPANT) e internacional (ISO e IEC), posibilita la armonización de las normas a estos niveles.
- ✓ La utilización del principio de “Referencia a Norma” en los Reglamentos Nacionales o en las “Decisiones” o “Resoluciones” del Mercosur, sea por la vía directa (mención explícita) o por la vía indirecta (“requisitos esenciales”) posibilita la armonización de estas disposiciones y la eliminación de las correspondientes barreras técnicas.

Esta posibilidad de armonización que ofrecen las normas de la AMN, ha sido reconocida por el Grupo Mercado Común, en la resolución 20/93 que establece:

***“Considerando:** La necesidad de prever la adopción de la Norma MERCOSUR en todos los reglamentos o actos jurídicos de los estados partes en los que se haga referencia a normas técnicas.*

***El GMC resuelve:** En toda ley, decreto, reglamento, o acto jurídico de naturaleza similar de los gobiernos centrales, estatales, provinciales, departamentales, municipales,*

*empresas del estado, etc., de cada estado parte, en que se haga referencia a normas técnicas, se considerará la norma MERCOSUR como equivalente a las normas referidas.”*

## Capítulo II

### La Certificación de Sistemas de la Calidad y su Acreditación

#### Acreditación y Certificación

- **Acreditación:**

Definición: “La acreditación es el procedimiento mediante el cual **un cuerpo autorizado** da reconocimiento formal de que un **organismo o persona es competente** para llevar a cabo tareas específicas“ ( ISO-IEC guía 2 términos generales y definiciones )

Definición: “La acreditación es el procedimiento por el cual **un organismo** autorizado otorga reconocimiento formal de que un **organismo es competente** para desarrollar tareas específicas **de evaluación de la conformidad**. (ISO-IEC 17011)

La **Acreditación** es así, otra actividad de evaluación de la conformidad, definida en la Norma UNIT-ISO/IEC 17000, como "**atestación de tercera parte relativa a un organismo de evaluación de la conformidad**", lo que implica que un organismo con autoridad reconozca formalmente que un organismo evaluador de la conformidad es competente para llevar a cabo tareas específicas.

- **Certificación:**

Definición: “La certificación es el procedimiento por el cual **una tercera parte** da garantía escrita de que un producto, proceso o servicio **es conforme** a requisitos específicos“ (ISO-IEC guía 2 términos generales y definiciones .)

#### Diferencias:

En los **sistemas de acreditación** la comprobación de que una organización satisface ciertas normas mediante la inspección, la hace un **organismo autorizado**, mientras que en un **sistema de certificación** es una **tercera parte independiente**, a veces con ayuda de un especialista, la que garantiza el cumplimiento de las normas.

Por lo tanto, por la **ACREDITACIÓN** se reconoce la **COMPETENCIA TÉCNICA** de una organización en la realización de una actividad concreta, mientras que en la **CERTIFICACIÓN** se reconoce la **CONFORMIDAD** en el funcionamiento de un producto, un proceso, un sistema o un servicio de acuerdo a requisitos específicos.

**La acreditación en el Uruguay – Evolución y Organismos**

**La acreditación consiste en evaluar la competencia técnica de organizaciones dedicadas a la evaluación de la conformidad:** organismos de certificación de sistemas, organismos de certificación de productos, organismos de certificación de personas, organismos de inspección y laboratorios de ensayo, calibración o análisis clínicos

La acreditación data de muchos años pero es a partir de los años 90 donde toma su mayor desarrollo con la creación de organismos de acreditación formalmente reconocidos por los Estados. Con el propósito del mutuo entendimiento y homogeneización de criterios para la circulación de bienes y servicios, los Estados comenzaron a emitir decretos para la creación y reconocimiento de organismos de acreditación nacionales dedicados a evaluar si todos los actores vinculados en la aprobación de productos lo hacían en forma competente.

En Uruguay, las actividades de acreditación comenzaron con la creación de lo que llamamos el “Sistema de Calidad del Uruguay” SUANCCE (Sistema Uruguayo de Acreditación, Normalización, Certificación, Calibración y Ensayos), creado por el Decreto 285 del poder ejecutivo del 13 de agosto de 1997.

Su propósito, es garantizar que las actividades de evaluación de la conformidad efectuadas por instituciones nacionales se remitan a las exigencias y las normas internacionales.

**Reconoce:**

- 1) un Organismo de Normalización (el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas - UNIT)**
- 2) y un Organismo de Acreditación.**

**1) Instituto Uruguayo de Normas Técnicas - UNIT**

UNIT, fundada en 1939, es una institución privada sin fines de lucro cuya actividad gira en torno a la promoción y al mejoramiento de la calidad, y que tiene como fin último, el beneficio de la comunidad.

Desde su fundación realiza actividades de Normalización Técnica e Información Especializada. Hoy son más de 30 los comités técnicos que trabajan en la elaboración de normas en las más diversas áreas. El acervo UNIT cuenta con más de 1400 normas y su centro de información tiene a disposición del público más de 300.000 normas internacionales, regionales y extranjeras.

Desde 1971 UNIT viene impartiendo Capacitación en Calidad.

En 1984 UNIT inició en el Uruguay la **Certificación de Productos**, de acuerdo con el Sistema N° 5 de la ISO, siendo hoy más de 80 las empresas que cuentan con productos certificados por UNIT, no solo en nuestro país sino también en Argentina, Brasil, Chile, España, Italia, etc.

En 1987 UNIT editó la serie de Normas **UNIT-ISO 9000** y con la colaboración de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) inició, en 1995, la **Certificación de Sistemas de la Calidad** en nuestro país, certificando la primer empresa uruguaya en obtener tal distinción, habiendo emitido en los 5 primeros años más de 50 certificados.

Siguiendo un proceso similar, en 1998 UNIT inició la Certificación de Sistemas de Gestión Ambiental respecto a las normas UNIT-ISO 14000, superando hoy la decena las empresas que cuentan con su certificación.

Al crearse en el año 1997 el Sistema Uruguayo de Acreditación, Normalización, Certificación, Calibración y Ensayos (SUANCCE), UNIT fue reconocido y designado oficialmente como el **Organismo Nacional de Normalización** y por tanto sus normas técnicas han sido tomadas como normas del Sistema.

UNIT es el representante de Uruguay ante la  
**ISO**  
(Organización Internacional de Normalización),  
**IEC**  
(Comisión Electrotécnica Internacional),  
**COPANT**  
(Comisión Panamericana de Normas Técnicas),  
**AMN**  
(Asociación Mercosur de Normalización) y  
**WQC**  
(Consejo Mundial de la Calidad) y

quién representa a estas organizaciones en carácter de exclusividad en nuestro país.

## 2) El Organismo Uruguayo de Acreditación (OUA)

El OUA, esta inserto en la estructura del Sistema Uruguayo de Acreditación, Normalización, Certificación, Calibración y Ensayos (SUANCCE). Es una asociación civil sin fines de lucro que comenzó a operar en sus funciones con la conformación de su Consejo Directivo a través de la Convocatoria Pública efectuada el 23 de abril de 1998, con la posterior firma el 15 de marzo de 1999 del convenio entre OUA y el Comité Nacional de Normalización y Acreditación donde se reconoce al OUA como el organismo de acreditación.



Su presidente es designado por el Consejo Directivo de entre sus miembros.

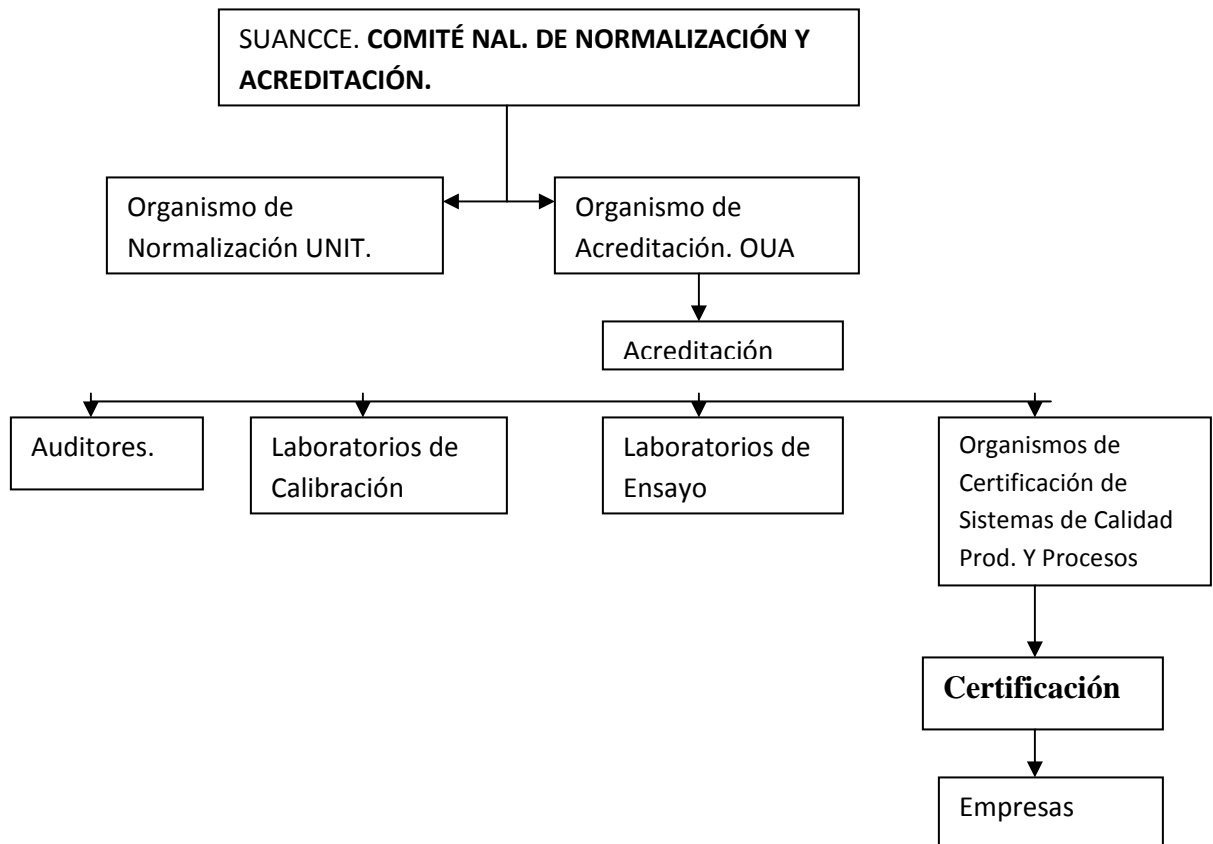
Su Consejo Directivo es elegido cada 2 años por las organizaciones que son socias activas y en él están representados los siguientes sectores de la actividad nacional:

- ✓ Sector Productivo.
- ✓ Sector Universitario.
- ✓ Sector Técnico - Científico.
- ✓ Sector Consumidores.
- ✓ Sector de Interés en Gestión de la Calidad.

El OUA en la actualidad acredita:

- ✓ Organismos de certificación de Sistemas de Gestión.
- ✓ Organismos de certificación de productos, servicios y procesos.
- ✓ Laboratorios de ensayos y de calibración

**Estructura del Sistema Uruguayo de Acreditación, Normalización, Certificación, Calibración y Ensayo (SUANCCE)**



El OUA, la seguridad del Consumidor y el Contralor del Estado.

La acreditación genera confianza y seguridad al consumidor y colabora con la tarea del Estado de velar por la seguridad y bienestar de sus habitantes.

Evalúa la competencia técnica de los organismos que realizan certificación de productos y sistemas. Esto permite que los consumidores adquieran productos y servicios sobre los cuáles se ha evaluado la conformidad con especificaciones técnicas de los mismos y también la capacidad técnica de quienes los evalúan y certifican.

### Capítulo III

**Normas y Guías internacionales:**

Nuestro trabajo se va a basar en la siguiente normativa internacional vigente:

**Norma UNIT-ISO/IEC 17025:2005****Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.**

Para el caso de los laboratorios de ensayo y de calibración, en mayo de 2005 fue aprobada la nueva edición de la norma ISO/IEC 17025 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, para el desarrollo del sistema de gestión de calidad, técnico y administrativo, de los laboratorios. Según esta nueva edición, los laboratorios operan dentro de un sistema de gestión de la calidad para sus actividades de ensayo y de calibración que también satisface los requisitos necesarios de la norma ISO 9001:2000; sin embargo, la norma ISO/IEC 17025:2005 cubre los requisitos de competencia técnica que no abarca la norma ISO 9001:2000.

La **Norma ISO/IEC 17025** representa para los organismos de evaluación de la conformidad u organismos de acreditación, organismos de calibración o ensayos, entidades de inspección, etc., lo que la serie ISO 9000 representa para las empresas.

Aunque ISO 17025 incluye muchas de las características y requerimientos ISO 9001, su enfoque es específico a la competencia técnica para la verificación y calibración.

Existen requerimientos para:

- Trazabilidad de las medidas y conocimiento de la incertidumbre de dicha medida
- Estructura y organización de actividades de laboratorio
- Calificación y competencia del personal
- Identificación del personal clave
- Esquema de aprobación, (firmas y sellado)
- Utilización del equipo de medida, prueba y calibración
- Informe de resultados

ISO 17025 requiere de un mayor grado de competencia técnica que los requisitos impuestos por ISO 9001. La selección de auditores incluirá personal especialista en disciplinas de metrología o prueba.

Los aportes de la Norma ISO 17025 que la diferencia de la norma ISO 9001 son:

- Requerimientos mas prescriptivos.
- Designar personal técnico y gerencia competente en temas de calidad

- Aspectos de confidencia y propiedad de la propiedad intelectual
- Requisitos con mayor alcance específico para evaluar, identificar y definir metodología para asegurar la consistencia de la calibración
- Requisitos de ambiente y plantel físico donde se realizan la medida y calibración
- Aspectos de organización, salubridad y limpieza en las premisas de actividades
- Requisitos específicos para segregar, mantener, manipular y almacenar
- Medida de trazabilidad a patrones de calibración reconocidos internacionalmente y extender a medida, pruebas y ensayos según sea apropiado
- Metodología consistente para pruebas, ensayos y calibraciones
- Datos e información relevante a los requerimientos contractuales (de cliente regulatorio y esquema industrial)
- Controles estrictos sobre procesos y actividades incluido cuando se contraten las mismas
- Registros de los aspectos previamente indicados.

|                        |
|------------------------|
| <b>Norma ISO 17123</b> |
|------------------------|

1. ISO 17123-1 Procedimiento de campo para pruebas geodésicas de instrumentos de medición - Teoría.
2. ISO 17123-2 Procedimiento de campo para pruebas geodésicas de instrumentos de medición - Niveles.
3. ISO 17123-3 Procedimiento de campo para pruebas geodésicas de instrumentos de medición - Teodolitos.
4. ISO 17123-4 Procedimiento de campo para pruebas geodésicas de instrumentos de medición - Medidores de distancia electo - ópticos.
5. ISO 17123-5 Procedimiento de campo para pruebas geodésicas de instrumentos de medición - Taquímetros electrónicos.
6. ISO 17123-6 Procedimiento de campo para pruebas geodésicas de instrumentos de medición – Niveles Láser
7. ISO 17123-7 Procedimiento de campo para pruebas geodésicas de instrumentos de medición – Instrumentos con plomada óptica

## Capítulo IV

### Acreditación en Uruguay

El OUA es quien acredita al Laboratorio.

Para conseguir dicha acreditación el OUA establece como necesario lo siguiente:

#### **Como Acreditar un Laboratorio de Ensayos y de Calibración en Uruguay**

*“El laboratorio de ensayo y/o calibración deberá conocer el reglamento ([OUADOC005](#)), el procedimiento del OUA ([OUAPRO009](#)) y los criterios adicionales establecidos por el OUA ([OUADOC014](#)), ([OUADOC016](#)) y ([OUADOC019](#)) luego presentar la solicitud de acreditación al OUA en el formulario ([OUAIMP002](#)) para el caso de laboratorios de ensayo y en el formulario ([OUAIMP017](#)) para el caso de laboratorios de calibración, adjuntando la documentación solicitada y especificando el alcance de la acreditación solicitada.”*

#### **Como Acreditar un Organismo de Certificación de Sistemas y Productos.**

*“El organismo de certificación de sistemas de gestión y productos deberá conocer el reglamento ([OUADOC010](#)), el procedimiento del OUA ([OUAPRO009](#)) y los criterios adicionales establecidos por el OUA ([OUADOC006](#)) y luego presentar la solicitud de acreditación al OUA en el formulario ([OUAIMP009 PARTE I](#)) y ([OUAIMP009 PARTE II](#)). Los formularios pueden ser presentados los dos juntos, o por separados respetando el orden”*

Cumplidos dichos pasos el OUA inicia el proceso de acreditación:

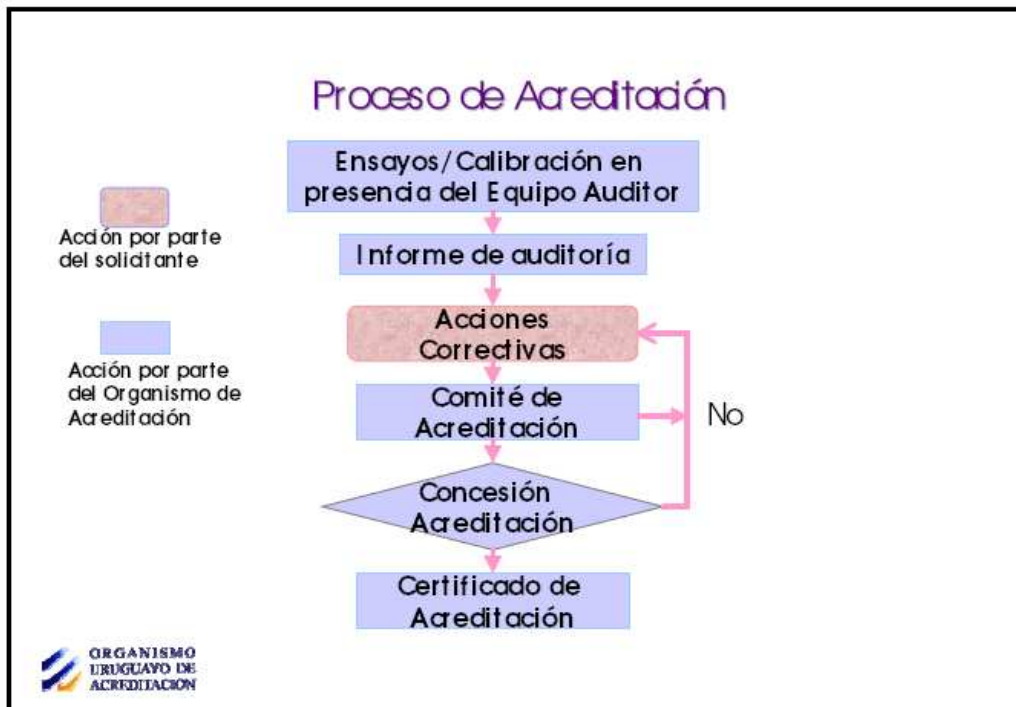
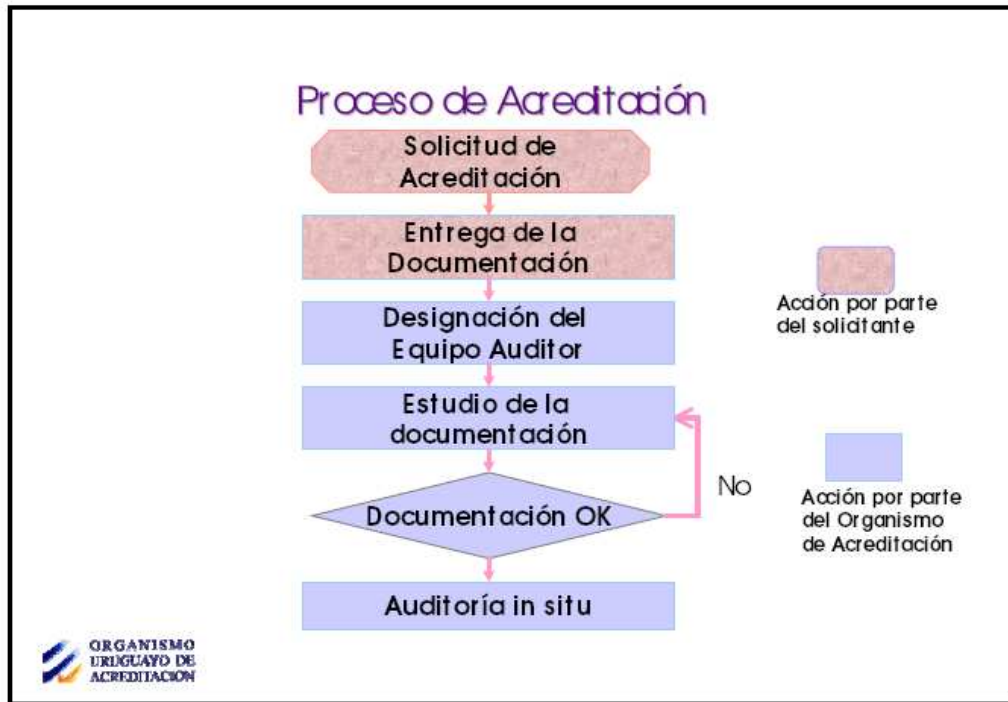
- Análisis formal de la documentación
- Designación del equipo de auditores, expertos técnicos en conformidades encontradas en la auditoria in situ
- Presentación de la documentación al Comité de Acreditación, el cual recomienda la acreditación
- Ratificación por parte del Consejo Directivo

#### **Etapas del proceso de acreditación - OUA**

- Solicitud de Acreditación.
  - Completado de formulario de solicitud.
  - Detalle del alcance de acreditación solicitado.
  - Adjuntar Manual de Calidad y procedimientos relativos al alcance.

- Revisión de la solicitud.
- Nominación y designación de equipo evaluador.
  - Evaluador Líder + Experto (Especialista) Técnico.
  - Evaluación de calificaciones y conflictos de interés.
  - Presentación en Comité de Acreditación.
  - Aprobación y presentación a la organización solicitante.
  - Aceptación formal del equipo por parte de la organización.
- Estudio de la Documentación.
  - Equipo evaluador estudia la documentación remitida por el solicitante.
  - Informe de Estudio de la Documentación.
- Auditoría en instalaciones (Auditoría in situ ).
  - Equipo evaluador efectúa evaluación en sede de la entidad solicitante; procedimientos basados en ISO19011.
  - Evaluación documental, de registros y testimonio de actividades (ensayos, calibraciones, certificaciones ).
  - Informe de Auditoría.
  - Plan de Acciones Correctivas a No Conformidades detectadas en la auditoría.
  - Informe Final a Plan de Acciones Correctivas (IF-PAC).
- Otorgamiento de la acreditación.
  - Acreditación otorgada por personal diferente al que realizó la evaluación (ISO 58 y 61).
  - Comité de Acreditación analiza informes.
  - Decisión técnica sobre la acreditación o mantenimiento.
  - Ratificación del Consejo Directivo.
  - Emisión de Certificado de Acreditación. Alcance especificado en ANEXO I
  - Validez: 3 años para un alcance determinado.
- Mantenimiento.
  - Evaluaciones anuales si no se disponen condiciones especiales.
  - Evaluación de requisitos obligatorios en cada visita.
  - Informes son también analizados en Comité de Acreditación.

**Esquema del proceso de acreditación:**



## Capítulo V

### Normas y guías del OUA

#### **Acreditación de un laboratorio de Calibración**

A continuación se presentan las normas y guías que un laboratorio de calibración debe cumplir para ser acreditado por el Organismo Uruguayo de Acreditación.

#### **OUAIMP017 – Solicitud de acreditación para Laboratorios de Calibración**

El formulario debe ser completado por todo Laboratorio de Calibración que solicite su acreditación con el Organismo Uruguayo de Acreditación (OUA) y deberá ser presentado junto con la documentación en él solicitada

#### **OUADOC05 – Reglamento General para acreditación de laboratorios de ensayo y calibración**

Establece los requisitos que deben cumplir los laboratorios de ensayo y/o calibración para estar acreditados por el Organismo Uruguayo de Acreditación (OUA)

“El OUA otorga la acreditación a los Laboratorios de Ensayo y/o Calibración que lo soliciten y demuestren su competencia en conformidad con los requisitos de la norma UNIT-ISO-IEC 17025:2005 o su equivalente a la norma ISO/IEC 17025:2005 y los determinados por el OUA...”

En el presente documento el OUA establece los requisitos de acreditación y las condiciones de uso del logotipo y referencia a la condición de acreditado.

#### **OUAPRO09 – Procedimiento de Acreditación**

Este documento describe los pasos a seguir para la acreditación del Organismo Uruguayo de Acreditación (OUA) de organismos de evaluación de la conformidad para laboratorios de ensayo y calibración, de acuerdo a la norma UNIT-ISO-IEC 17025 (equivalente a ISO/IEC 17025) y los reglamentos, documentos y procedimientos establecidos por el Organismo Uruguayo de Acreditación (OUA).

#### **OUADOC014 – Criterios Adicionales para la Acreditación de Laboratorios de Calibración y ensayos**

Establece los requisitos adicionales o de carácter interpretativo de la Norma UNIT-ISO/IEC 17025:2005 que los laboratorios de calibración y ensayo deben cumplir para ser acreditados y mantener su acreditación por el Organismo Uruguayo de Acreditación.



Este documento solamente debe ser utilizado en conjunto con la Norma UNIT-ISO/IEC 17025:2005. En el mismo se detallan e interpretan algunos requisitos contenidos en la misma estableciéndose la apreciación del OUA sobre los mismos.

Este documento se aplica a todos los laboratorios que soliciten la acreditación o que ya estén acreditados, independientemente de la extensión de las actividades de ensayo y/o calibración. Están incluidos los laboratorios independientes y los que son parte de una estructura mayor, tales como industrias, ministerios, establecimientos de investigación o enseñanza, etc. Este documento incluye los laboratorios permanentes, temporarios y móviles que efectúen calibraciones o ensayos en el propio laboratorio o en las instalaciones del cliente.

#### **OUADOC016 – Trazabilidad en las mediciones de laboratorios de ensayo y calibración.**

Establece la política y requisitos sobre la trazabilidad en las mediciones en los laboratorios de calibración y laboratorios de ensayo.

El OUA para conceder y mantener la acreditación a un laboratorio de ensayo o de calibración debe asegurarse de que los mecanismos de calidad implementados permitan que el mismo garantice la trazabilidad de sus mediciones al SI y declare las incertidumbres en sus certificados e informes de ensayo y/o calibración.

#### **OUADOC19 – Política y requisitos para la participación en ensayos de aptitud / Comparaciones Interlaboratorios**

El presente documento establece la política y requisitos para la participación en ensayos de aptitud y comparaciones interlaboratorios

- **Ensayos de aptitud en laboratorios:** Determinación del desempeño de un laboratorio en la realización de ensayos o calibraciones por medio de comparaciones interlaboratorios.
- **Comparaciones interlaboratorios:** Organización, realización y evaluación de ensayos o calibraciones sobre el mismo ítem o sobre ítems similares por dos o más laboratorios, de acuerdo con condiciones predeterminadas.

El OUA utiliza la participación en programas de ensayos de aptitud como criterio para la demostración de la competencia técnica de sus laboratorios acreditados.

Anexo I: Normas y Guías del completas del OUA a seguir para la acreditación de una laboratorio de calibración

**Acreditación de un organismo de certificación**

**OUAIMP009 - Solicitud de acreditación para organismos de certificación**

Este formulario (partes I y II) debe ser completado por todo Organismo de Certificación que solicite su acreditación con el Organismo Uruguayo de Acreditación (OUA).

**OUADOC010 – Reglamento General para acreditación de Organismos de Certificación.**

Este documento tiene como objetivo establecer los requisitos que deben cumplir los Organismos de Certificación (OC) acreditados o que soliciten ser acreditados por el Organismo Uruguayo de Acreditación (OUA).

**OUADOC006 – Criterios adicionales para la acreditación de organismos de certificación: Uso de marcas de certificación.**

Este documento establece requisitos para la acreditación de todo tipo de organismo de certificación adicionales a los requisitos ya establecidos en las Normas y Guías aplicables a cada tipo de organismos de certificación.

## Capítulo VI

### Implementación de la Norma ISO 17025

La norma ISO/IEC 17025 son los requisitos a cumplir por los laboratorios de ensayo y calibración que desean demostrar:

- Que se ha implantado un sistema de calidad
- Que se es técnicamente competente
- Que se es capaz de proporcionar resultados técnicamente válidos.

### Contenidos Generales de la Norma ISO/IEC 17025

1. Objeto y campo de Aplicación.
2. Referencias Normativas.
3. Términos y Definiciones.
4. Requisitos relativos a la gestión.
5. Requisitos técnicos.

#### 1. Objeto y campo de Aplicación

1.1) “Esta Norma Internacional establece los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos<sup>1)</sup> o de calibraciones, incluido el muestreo. Cubre los ensayos y las calibraciones que se realizan utilizando métodos normalizados, métodos no normalizados y métodos desarrollados por el propio laboratorio”

1.2) “Esta Norma Internacional es aplicable a todas las organizaciones que realizan ensayos o calibraciones. Éstas pueden ser, por ejemplo, los laboratorios de primera, segunda y tercera parte, y los laboratorios en los que los ensayos o las calibraciones forman parte de la inspección y la certificación de productos.

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...”

1.4) “Esta Norma Internacional es para que la utilicen los laboratorios cuando desarrollan los sistemas de gestión para sus actividades de la calidad, administrativas y técnicas. También puede ser utilizada por los clientes del laboratorio, las autoridades reglamentarias y los organismos de acreditación cuando confirman o reconocen la competencia de los laboratorios...”

---

<sup>1)</sup>El término "ensayo" en esta norma equivale al término "prueba" en algunos países.

*NOTA: Si un laboratorio desea ser acreditado para todas o para parte de sus actividades de ensayo y de calibración, debería seleccionar un organismo de acreditación que funcione de acuerdo con la Norma ISO/IEC 17011. (En nuestro país el OUA es quien funciona de acuerdo a esta norma)*

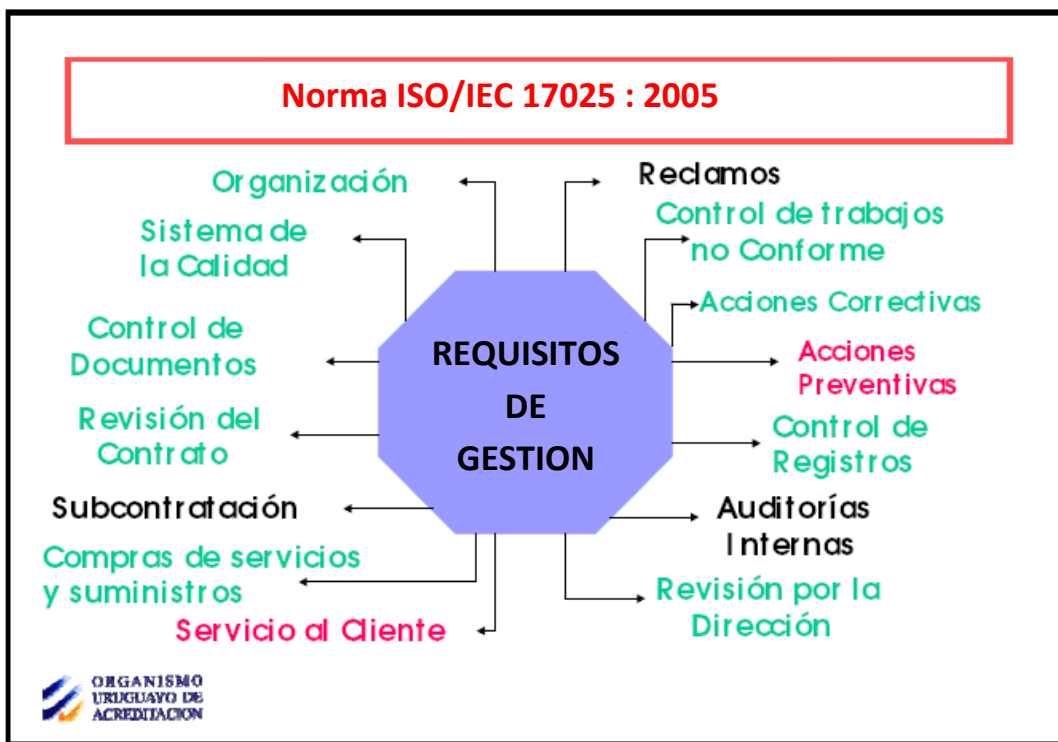
**2. Referencias Normativas**

- ISO/IEC 17000, *Evaluación de la conformidad – Vocabulario y principios generales*
- VIM, *Vocabulario internacional de términos fundamentales y generales de metrología*, publicado por BIPM, IEC, IFCC, ISO, UIPAC, UIPAP y OIML.

**3. Términos y definiciones**

*“A los fines de esta Norma Internacional se aplican los términos y definiciones pertinentes de la Norma ISO/IEC 17000 y del VIM.”*

**4. Requisitos relativos a la gestión**



## 4.1 Organización.

### Identidad Legal

El **Laboratorio** debe **existir legalmente**, tanto si es una organización aislada como si forma parte de una organización superior.

*4.1.4 “Si el laboratorio es parte de una organización que desarrolla actividades distintas de las de ensayo o de calibración, se deben definir las responsabilidades del personal clave de la organización que participa o influye en las actividades de ensayo o de calibración del laboratorio, con el fin de identificar potenciales conflictos de intereses”*

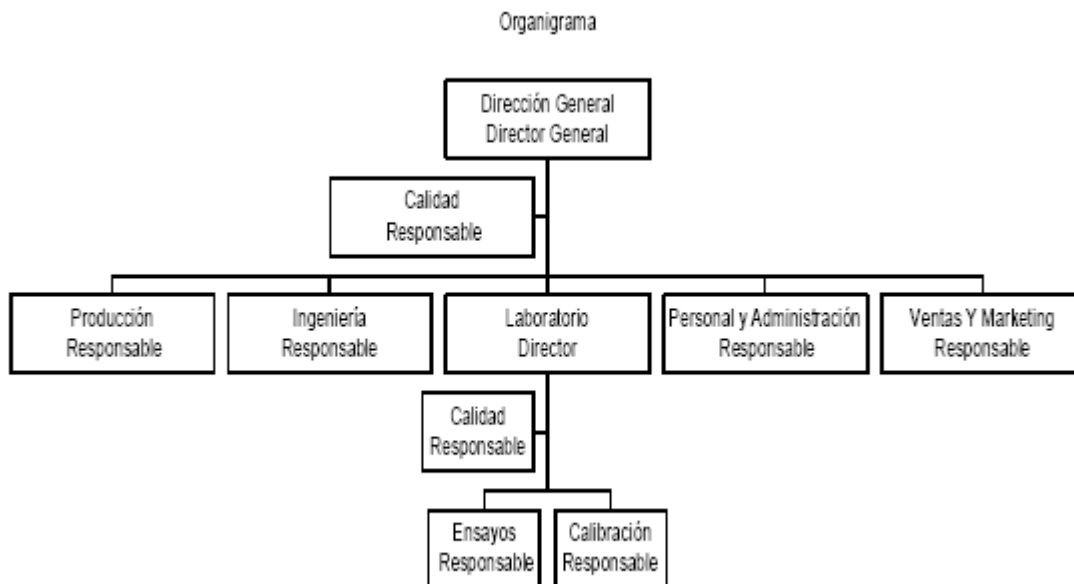
### Organigrama

Se debe definir, con la ayuda de organigramas, la organización del Laboratorio, su ubicación en la organización superior y las relaciones entre dirección, operaciones técnicas, servicios de apoyo y sistema de la calidad

*“4.1.5) El laboratorio debe:*

- tener personal directivo y técnico que tenga, independientemente de toda otra responsabilidad, la autoridad y los recursos necesarios para desempeñar sus tareas*
- definir la organización y la estructura de gestión del laboratorio, su ubicación dentro de una organización madre, y las relaciones entre la gestión de la calidad, las operaciones técnicas y los servicios de apoyo;*
- especificar la responsabilidad, autoridad e interrelación de todo el personal que dirige, realiza o verifica el trabajo que afecta a la calidad de los ensayos o calibraciones;*
- proveer adecuada supervisión al personal encargado de los ensayos y calibraciones, incluidos los que están en formación*
- tener una dirección técnica con la responsabilidad total por las operaciones técnicas y la provisión de los recursos necesarios para asegurar la calidad requerida de las operaciones del laboratorio;*
- nombrar un miembro del personal como responsable de la calidad (o como se designe), quien, independientemente de otras obligaciones y responsabilidades, debe tener definidas la responsabilidad y la autoridad para asegurarse de que el sistema de gestión relativo a la calidad será implementado y respetado en todo momento; el responsable de la calidad debe tener acceso directo al más alto nivel directivo en el cual se toman decisiones sobre la política y los recursos del laboratorio...”*

Ejemplo de organigrama:



UNE/EN/ISO/IEC 17025 Por: Ricardo Visiers Guelbenzu

Según el OUADOC14, el OUA solicitará en sus evaluaciones, evidencia objetiva del cumplimiento de todos los requisitos en 4.1.1 y 4.1.2 de la norma ISO/IEC 17025, incluidos los legales. Se entiende por responsabilidad legal la existencia como figura jurídica.

#### **4.2 Sistema de Gestión**

En primer lugar, pasaremos a definir los siguientes conceptos relativos a la calidad:

##### Política de Calidad(\*):

Directrices y objetivos generales de una empresa, relativos a la calidad, expresados formalmente por la dirección general.

##### Gestión de la Calidad(\*):

Aspecto de la función general de la gestión que determina y aplica la política de la calidad.

##### Sistema de la Calidad(\*):

Conjunto de la estructura de organización, de responsabilidades, de procedimientos, de procesos y de recursos que se establecen para llevar a cabo la gestión de la calidad.

##### Aseguramiento de la Calidad(\*):

Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio satisfará los requisitos dados sobre la calidad.

(\*) J.B.Cardá Castelló, Director Servei Central d'Instrumentació Científica, Universitat Jaume I, Castellón

Según la norma ISO/IEC 17025:

*4.2.1) “El laboratorio debe establecer, implementar y mantener un sistema de gestión apropiado al alcance de sus actividades. El laboratorio 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....”*

*4.2.2) Las políticas del sistema de gestión del laboratorio concernientes a la calidad, incluida una declaración de la política de la calidad, deben estar definidas en un **manual de la calidad...**”*

EL OUA agrega a este párrafo de la norma, la necesidad del laboratorio de poseer objetivos periódicos medibles, derivados de la política de calidad.

Por lo tanto, la documentación necesaria en el Sistema de Calidad es la siguiente:

- Manual de Calidad
- Procedimientos Generales
- Procedimientos Específicos
- Registros (hojas de tomas de datos, certificados, informes)

#### Manual de calidad:

Es el documento donde se especifica la misión y visión de una empresa con respecto a la calidad así como la política de la calidad y los objetivos que apuntan al cumplimiento de dicha política. (Debe poseer objetivos periódicos medibles, requisito de el OUA)

La norma indica lo imprescindible que debe incluir una empresa en la elaboración de su manual de calidad:

- *El compromiso de la dirección del laboratorio con la buena práctica profesional y con la calidad de sus ensayos y calibraciones*
- *Una declaración de la dirección con respecto al tipo de servicio ofrecido por el laboratorio.*
- *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 laboratorio se familiarice con la documentación de la calidad e implemente las políticas y los procedimientos en su trabajo.*
- *El compromiso de la dirección del laboratorio de cumplir esta Norma Internacional y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión.*

La norma no establece ningún formato ni estructura por lo tanto estás quedan por decisión de la empresa. A continuación se presenta un ejemplo del índice de un manual de calidad tipo.

Ejemplo: índice de un manual de calidad tipo (\*)

|              |  |
|--------------|--|
| Capítulo 0:  | Política de calidad                                  |
| Capítulo 1:  | Introducción   |
| Capítulo 2:  | Documentos del sistema de la calidad                 |
| Capítulo 3:  | Salvaguardias  |
| Capítulo 4:  | Organización   |
| Capítulo 5:  | Personal   |
| Capítulo 6:  | Equipos y materiales                                 |
| Capítulo 7:  | Locales y condiciones ambientales                    |
| Capítulo 8:  | Control y métodos de ensayo                          |
| Capítulo 9:  | Control de documentos                                |
| Capítulo 10: | Manejo de muestras                                   |
| Capítulo 11: | Informes de ensayo                                   |
| Capítulo 12: | Registros de calidad                                 |
| Capítulo 13: | No conformidades, acciones correctoras y preventivas |
| Capítulo 14: | Subcontratación                                      |
| Capítulo 15: | Cooperaciones  |
| Capítulo 16: | Reclamaciones  |
| Capítulo 17: | Suministros  |
| Capítulo 18: | Auditorías   |
| Capítulo 19: | Seguros  |

(\*) J.B.Cardá Castelló, Director Servei Central d'Instrumentació Científica, Universitat Jaume I, Castellón



### Procedimientos Generales

Son documentos complementarios al Manual de Calidad, generalmente referenciados en el mismo, que describen con detalle quién y cómo deben realizarse las actividades allí previstas.

### Procedimientos Específicos (Instrucciones técnicas)

Son documentos que definen cómo deben llevarse a cabo las actividades de carácter técnico a realizar en el laboratorio.

## **4.3 Control de los documentos**

*“4.3.1 El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para el control de todos los documentos que forman parte de su sistema de gestión (generados internamente o de fuentes externas), tales como la reglamentación, las normas y otros documentos normativos, los métodos de ensayo o de calibración, así como los dibujos, el software, las especificaciones, las instrucciones y los manuales.”*

### Aprobación, emisión y modificaciones en los documentos

*“4.3.2.1 Se debe establecer una lista maestra o un procedimiento equivalente de control de la documentación...”*

A tener en cuenta:

- Las ediciones autorizadas de los documentos pertinentes deben estar disponibles en todos los sitios en los que se llevan a cabo operaciones esenciales para el funcionamiento eficaz del laboratorio
- Los documentos deben ser examinados periódicamente y, cuando sea necesario, modificados por el personal correspondiente, en las condiciones establecidas por la norma.
- Los documentos no válidos u obsoletos serán retirados
- Los documentos obsoletos, retenidos por motivos legales o de preservación del conocimiento, sean adecuadamente marcados.
- Cuando se realice una modificación en los documentos, se debe identificar el texto modificado o nuevo en el documento o en los anexos apropiados.
- Se deben establecer procedimientos para describir cómo se realizan y controlan las modificaciones de los documentos conservados en los sistemas informáticos.

El OUA, recomienda no realizar enmendado a mano de los documentos para asegurar la correcta difusión e implementación del cambio. (OUADOC14)

Anexo II: Ejemplo de procedimiento de control de documentos.

#### **4.4 Revisión de pedidos, ofertas y contratos.**

Esta sección de la norma establece como registrar el pedido de los clientes y el compromiso del laboratorio con el cliente, mediante contratos.

En la pagina <http://www.isoiec17025.com/> se publica un “contrato tipo”, el cual se adjunta.

*“4.4.1 El laboratorio debe establecer y mantener procedimientos para la revisión de los pedidos, las ofertas y los contratos...”*

A tener en cuenta:

- *Cualquier diferencia entre el pedido u oferta y el contrato debe ser resuelta antes de iniciar cualquier trabajo. Cada contrato debe ser aceptable tanto para el laboratorio como para el cliente.*
- *Se deben conservar los registros de las revisiones, incluidas todas las modificaciones significativas. También se deben conservar los registros de las conversaciones mantenidas con los clientes relacionadas con sus requisitos o con los resultados del trabajo realizado durante el período de ejecución del contrato.*

Teniendo en cuenta los requisitos de la norma respecto a los contratos y a la comunicación con los clientes, hemos creado un programa en Access, el cual nos permite una mejor administración de nuestro laboratorio, respecto a los contratos, la comunicación con los clientes, las observaciones de las calibraciones, los resultados de las mismas y cualquier modificación necesaria en los contratos con nuestros clientes.



#### 4.5 Subcontratación de ensayos y calibraciones

- *Cuando un laboratorio subcontrate un trabajo, se debe encargar este trabajo a un subcontratista competente. Un subcontratista competente es el que, por ejemplo, cumple esta Norma Internacional para el trabajo en cuestión.*
- *El laboratorio debe advertir al cliente, por escrito, sobre el acuerdo y, cuando corresponda, obtener la aprobación del cliente, preferentemente por escrito.*
- *El laboratorio es responsable frente al cliente del trabajo realizado por el subcontratista.*
- *El laboratorio debe mantener un registro de todos los subcontratistas que utiliza para los ensayos o las calibraciones, y un registro de la evidencia del cumplimiento con esta Norma Internacional para el trabajo en cuestión.*

#### 4.6 Compras de servicios y suministros

Esta sección de la norma establece que el laboratorio debe poseer políticas y procedimientos para la selección y compra de servicios y suministros que use y que afecten a la calidad de su trabajo.

A tener en cuenta:

- Se deben determinar los **servicios** y **suministros** que afectan a la calidad de los trabajos.
- Se debe inspeccionar o verificar los suministros antes de su uso (Establecer procedimiento de inspección y registro de las inspecciones o verificaciones)
- Debe instalarse en el laboratorio un sistema de etiquetado que indique el estado de la inspección de los insumos.
- Deben ser separados los insumos rechazados o no conformes.

El OUA agrega a la norma, la exigencia de que el laboratorio realice una evaluación de todos los proveedores críticos identificados por el mismo. Dentro de los servicios críticos se incluyen:

- Proveedores de ensayos de aptitud u organizaciones de comparaciones interlaboratorios
- Proveedores de servicios de calibración externa: evaluar la existencia de acreditación como laboratorio de calibración o ser un Laboratorio Nacional de Metrología.
- Patrones y materiales de referencia.

#### Anexo III:

Ejemplo de procedimiento para la adquisición y recepción de insumos en el laboratorio

Ejemplo de procedimiento para la evaluación y calificación de proveedores.

**4.7 Servicio de atención al cliente:**

El laboratorio debe:

- Estar dispuesto a cooperar con los clientes para aclarar sus pedidos
- Realizar el seguimiento del desempeño del laboratorio en relación con el trabajo realizado
- Procurar obtener información de retorno, tanto positiva como negativa, de sus clientes. La información de retorno debe utilizarse y analizarse para mejorar el sistema de gestión, las actividades de ensayo y calibración y el servicio al cliente.

La comunicación con el cliente es fundamental, mediante encuestas o revisión de informes de calibración podemos saber el grado de satisfacción de los clientes.

A continuación se detalla el formato tipo de una encuesta a clientes:

**Encuesta de calidad**

|          |           |
|----------|-----------|
| Nombre:  | Teléfono: |
| Empresa: |           |
| Edad:    |           |

Para cada ítem que se detalla a continuación, marque el número a la derecha que a su criterio corresponde. Use la escala de arriba para seleccionar el número.

| <i><b>Descripción</b></i>                    | <u><b>Escala</b></u>       |              |   |   |  |
|--|----------------------------|--------------|---|---|--|
|  | <b>M<br/>a<br/>l<br/>o</b> | <b>Bueno</b> |   |   | <b>E<br/>x<br/>c<br/>e<br/>l<br/>e<br/>n<br/>t<br/>e</b> |
| 1. Insert an Item Description or leave blank | 1                          | 2            | 3 | 4 | 5  |
| 2. Insert an Item Description or leave blank | 1                          | 2            | 3 | 4 | 5  |
| 3. Insert an Item Description or leave blank | 1                          | 2            | 3 | 4 | 5  |
| 4. Insert an Item Description or leave blank | 1                          | 2            | 3 | 4 | 5  |
| 5. Insert an Item Description or leave blank | 1                          | 2            | 3 | 4 | 5  |

## Encuesta de calidad

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 6. Insert an Item Description or leave blank  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 7. Insert an Item Description or leave blank  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 8. Insert an Item Description or leave blank  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 9. Insert an Item Description or leave blank  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 10. Insert an Item Description or leave blank | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 11. Insert an Item Description or leave blank | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 12. Insert an Item Description or leave blank | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

[www.isoiec17025.com](http://www.isoiec17025.com)

### 4.8 Quejas

*“El laboratorio debe tener una política y un procedimiento para la resolución de las quejas recibidas de los clientes o de otras partes. Se deben mantener los registros de todas las quejas así como de las investigaciones...”*

Anexo IV: Ejemplo de procedimiento de resolución de reclamos.

### 4.9 Control de trabajos de ensayos o de calibraciones no conformes

*“4.9.1 El laboratorio debe tener una política y procedimientos que se deben implementar cuando cualquier aspecto de su trabajo de ensayo o de calibración, o el resultado de dichos trabajos, no son conformes con sus propios procedimientos o con los requisitos acordados con el cliente...”*

Anexo V: Ejemplo de procedimiento de control de trabajo de ensayo no conforme.

### 4.10 Mejora

*“El laboratorio debe mejorar continuamente la eficacia de su sistema de gestión mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de los datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección”*

Según el OUADOC014 de el OUA, el laboratorio debería determinar los resultados que se pretenden alcanzar como parte de los proceso definidos en la política y la estrategia.

El laboratorio debería evaluar y revisar la eficiencia y eficacia de su sistema de gestión en base al seguimiento y análisis de los resultados conseguidos y en actividades de indagación. En base a esa información, identificar, jerarquizar, planificar y llevar a la práctica las mejoras que resulten necesarias.

**4.11 Acciones Correctivas**

Las acciones correctivas se aplican cuando se encuentran:

- Trabajos no conformes a los requisitos del cliente o a los procedimientos de ensayo y calibración
- Desviaciones de: la política de la calidad, procedimiento de la calidad, procedimientos técnicos o planes y programas.

Las acciones correctivas, se emplean para corregir el problema encontrado y para prevenir su repetición

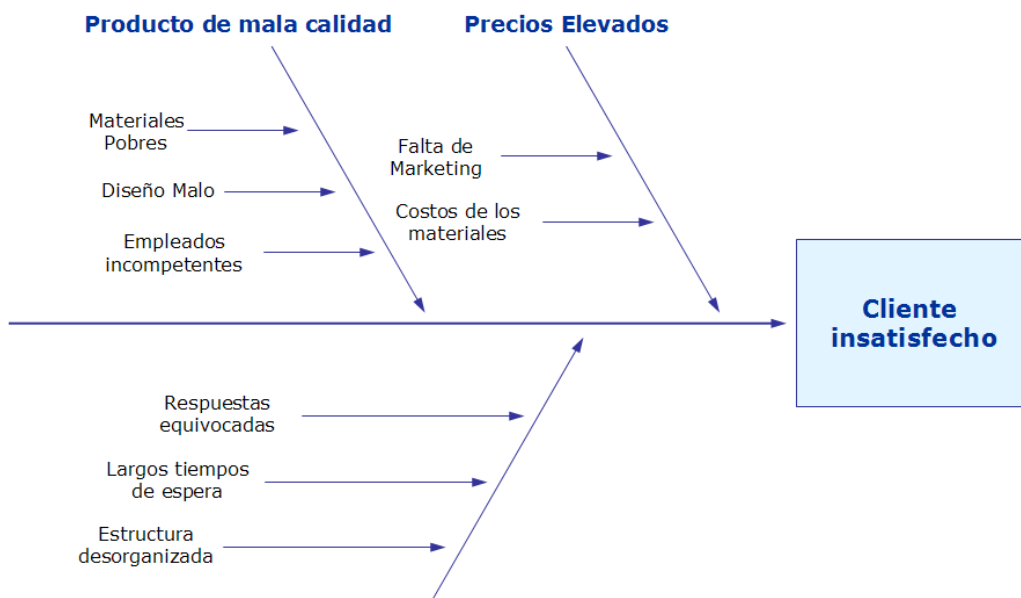
Debe designarse por escrito las personas autorizadas para implementar las acciones correctivas.

Análisis de las causas.

*4.11.2 “El procedimiento de acciones correctivas debe comenzar con una investigación para determinar la o las causas raíz del problema”*

A continuación se detalla un esquema de las posibles causas del problema raíz:

**Causas de la Insatisfacción del Cliente**



[www.isoiec17025.com](http://www.isoiec17025.com)

### Selección e implementación de las acciones correctivas

Cuando el laboratorio identifique un problema, debe evaluar las acciones correctivas posibles. Al aplicar una acción correctiva, la misma debe ser documentada.

### Seguimiento de las acciones correctivas

*4.11.4 “El laboratorio debe realizar el seguimiento de los resultados para asegurarse de la eficacia de las acciones correctivas implementadas”*

### Auditorías adicionales

*4.11.5 “Cuando la identificación de no conformidades o desvíos ponga en duda el cumplimiento del laboratorio con sus propias políticas y procedimientos, o el cumplimiento con esta Norma Internacional, el laboratorio debe asegurarse de que los correspondientes sectores de actividades sean auditados”*

En la auditoría de acreditación realizada por el OUA se solicitará los registros de por lo menos una acción correctiva completa cumpliendo con todos los criterios establecidos en la norma ISO/IEC17025:2005

Anexo VI: Ejemplo de procedimiento de acciones correctivas

## **4.12 Acciones preventivas**

Las acciones preventivas, son una oportunidad de mejora de fuentes potenciales de no conformidades técnicas o del sistema de la calidad

El OUA, solicitará en la auditoría de acreditación los registros de por lo menos una acción preventiva.

Anexo VII: Ejemplo de procedimiento de acciones preventivas

## **4.13 Control de los registros**

Los registros, son documentos que demuestran que se ha realizado una actividad determinada

El laboratorio debe establecer procedimientos para:



- identificación
  - recuperación
  - codificación
  - acceso
  - almacenamiento
  - mantenimiento
  - eliminación
- } de los registros de la calidad y de los documentos técnicos

Se debe establecer el tiempo de retención de registros, los mismos deben ser almacenados en un sitio seguro y en confidencialidad. (Este procedimiento debe ser establecido también para el caso de los registros digitales)

Registros de calidad:

Deben incluir:

- Informes de auditoría interna
- Revisiones por la dirección
- Acciones correctivas y preventivas

Registros Técnicos:

Son documentos que contienen información que facilita:

- Identificación de factores que afectan a la incertidumbre
- Repetir el ensayo o calibración en condiciones similares a las originales

Deben contener los registros originales de:

- Las observaciones
- Registros de calibración
- Registros de personal
- Copias de todos los informes de ensayo y certificados de calibración emitidos

Deben Incluir identidad del personal responsable de:

- Muestreo
- Realización de ensayos o calibraciones
- Verificar los resultados

El OUA exige a las entidades auditadas la presentación de registros del Sistema de Gestión de la Calidad, No Conformidades, Acciones Preventivas y Acciones Correctivas de por lo menos tres meses de antigüedad contados desde la fecha de auditoría.

Además el OUA solicita en la instancia de auditoría que se evidencie la conservación de los registros el tiempo establecido por la reglamentación vigente cuando corresponde. (OUADOC014)

Anexo VIII: Ejemplo de procedimiento de control de registros de la calidad.

#### **4.14 Auditorías internas**

*“El laboratorio debe efectuar periódicamente, de acuerdo con un calendario y un procedimiento predeterminados, auditorías internas de sus actividades para verificar que sus operaciones continúan cumpliendo con los requisitos del sistema de gestión y de esta Norma Internacional.”*

Las auditorías internas componen un programa anual, que comprende todos los elementos del sistema de la calidad y los procedimientos de ensayo y calibración.

Es responsabilidad del director de la calidad, planificar y organizar las auditorías.

En la instancia de auditoría el OUA exige la presentación de los registros correspondientes a un ciclo completo de auditorías internas al momento de la auditoría, incluyendo los registros de las Acciones Correctivas correspondientes. (OUADOC014)

Anexo IX: Ejemplo de procedimiento de auditoría interna.

#### **4.15 Revisiones por la dirección**

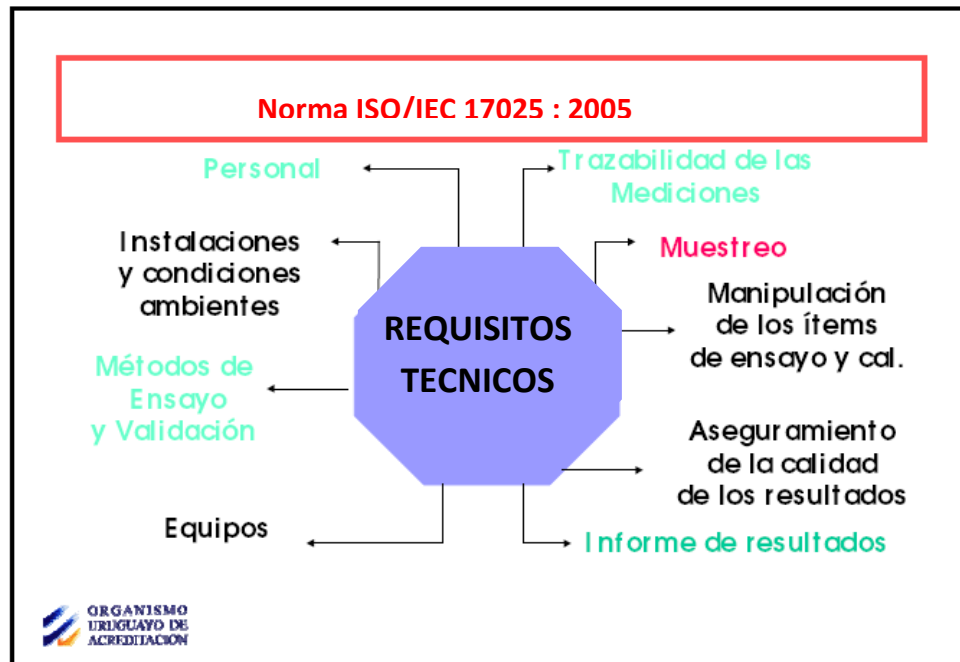
*4.15.1 “La alta dirección del laboratorio debe efectuar periódicamente, de acuerdo con un calendario y un procedimiento predeterminados, una revisión del sistema de gestión y de las actividades de ensayo o calibración del laboratorio, para asegurarse de que se mantienen constantemente adecuados y eficaces, y para introducir los cambios o mejoras necesarios.”*

El OUA exige a las entidades auditadas la realización de por lo menos una Revisión por la Dirección al día de la auditoría. En caso de que la misma no se haya llevado a cabo, se dejará en suspenso la acreditación hasta que sea realizada.

Se solicitará evidencia de que de la revisión por la Dirección, surgen acciones en función de los hallazgos. (OUADOC014)

Anexo X: Ejemplo de procedimiento de revisiones de Gerencia.

## 5. Requisitos Técnicos



### 5.1 Generalidades

“Muchos factores determinan la exactitud y la confiabilidad de los ensayos o de las calibraciones realizados por un laboratorio. Estos factores incluyen elementos provenientes:

- ✓ de los factores humanos (5.2);
- ✓ de las instalaciones y condiciones ambientales (5.3);
- ✓ de los métodos de ensayo y de calibración, y de la validación de los métodos (5.4);
- ✓ de los equipos (5.5);
- ✓ de la trazabilidad de las mediciones (5.6);
- ✓ del muestreo (5.7);
- ✓ de la manipulación de los ítems de ensayo y de calibración (5.8).”

### 5.2 Personal

5.2.1 “La dirección del laboratorio debe asegurar la competencia 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 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.”*

Por lo tanto, la dirección del laboratorio definirá para cada puesto de trabajo los requisitos de titulación, experiencia y formación teórica y práctica a cumplir

Es conveniente que el personal encargado de las interpretaciones de las calibraciones posea:

- ✓ Conocimiento de la tecnología utilizada para la fabricación de los objetos, materiales, productos, así como de los defectos o degradaciones que puedan ocurrir durante el servicio;
- ✓ Conocimiento de la normativa vigente respecto a la calibración y a la organización del laboratorio;
- ✓ Comprensión de la importancia de las desviaciones halladas con respecto al uso normal de los objetos, materiales, productos, etc. considerados.

#### Formación del personal en el laboratorio

*5.2.2 “La dirección del laboratorio debe formular las metas con respecto a la educación, la formación y las habilidades del personal del laboratorio. El laboratorio debe tener una política y procedimientos para identificar las necesidades de formación del personal y para proporcionarla. El programa de formación debe ser pertinente a las tareas presentes y futuras del laboratorio. Se debe evaluar la eficacia de las acciones de formación implementadas.”*

Por lo tanto, el laboratorio debe incluir en su documentación programas de formación teórica y práctica, por módulos en función de la titulación y experiencia del alumno, por tipos de puesto de trabajo.

Los programas de formación teóricos, deben indicar: materias, duración, profesores y material didáctico.

La formación práctica, incluye la realización de ensayos y calibraciones bajo la supervisión de un tutor ya calificado. Se debe definir la duración y programas de prácticas en función de las características del alumno.

Para identificar las necesidades de formación del personal y evaluar los resultados de las acciones de formación en la página [www.isoiec17025.com](http://www.isoiec17025.com) se presentan dos ejemplos de evaluación de personal. Las mismas se detallan a continuación.

## Evaluación de empleados

|   |                        |
|---|------------------------|
| Nombre del empleado:<br>Título:<br>Cargo:                                 | Período de evaluación: |
| Supervisor:<br>Título:  | Departamento:          |
| METAS Y OBJETIVOS DURANTE EL PERIODO DE EVALUACION                        |                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul> |                        |
| LOGROS Y RESPONSABILIDADES <i>(completar por empleado)</i>                |                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul> |                        |
| EVALUACION <i>(completar por suepervisor)</i>                             |                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul> |                        |
| COSAS A DESTACAR Y COSAS A MEJORAR  |                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul> |                        |
| PLAN DE DESARROLLO DEL EMPLEADO   |                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul> |                        |
| METAS Y OBJETIVOS PARA EL PROXIMO PERIODO DE EVALUACIÓN                   |                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>•</li> <li>•</li> </ul> |                        |
| FIRMA DEL EMPLEADO  | FIRMA DEL SUPERVISOR   |
| Nombre:   | Nombre:                |
| Fecha:  | Fecha:                 |

Evaluación de desempeño de empleados:

**Información del empleado**

Nombre de empleado: \_\_\_\_\_ Nro. Empleado: \_\_\_\_\_  
 Cargo \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Departamento: \_\_\_\_\_  
 Director de departamento \_\_\_\_\_  
 Período de evaluación:                    **a**

**Calificación**

|                                   | (5) =Malo                | (4) = Regular            | (3) = Satisfactorio      | (2) = Bueno              | (1) =Excelente           |
|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>Conocimiento de su trabajo</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Comentarios:</i>               |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>Calidad del trabajo</b>        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Comentarios:</i>               |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>Puntualidad</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Comentarios:</i>               |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>Iniciativa</b>                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Comentarios:</i>               |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>Comunicación de resultados</b> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Comentarios:</i>               |                          |                          |                          |                          |                          |
| <b>Dependencia</b>                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <i>Comentarios:</i>               |                          |                          |                          |                          |                          |

Calificación general (promedio de calificación anterior)

**Evaluación**

Comentarios adicionales

Metas (de común acuerdo entre el empleado y el supervisor):

**Aprobación de la evaluación.**

*Al firmar este formulario, usted confirma que ha discutido y revisado con su supervisor esta evaluación.  
 Firmar este formulario no indica necesariamente que usted esta de acuerdo con los resultados de la evaluación.*

\_\_\_\_\_  
 Firma del empleado

\_\_\_\_\_  
 Fecha

\_\_\_\_\_  
 Firma del supervisor.

\_\_\_\_\_  
 Fecha

El laboratorio debe mantener actualizados los perfiles de los puestos de trabajo de:

- ✓ personal directivo
- ✓ personal técnico
- ✓ personal contratado (fuera del laboratorio)

Por lo tanto es conveniente abrir un registro por cada empleado del laboratorio con la siguiente información actualizada:

- Registros de titulación
- Registros de experiencia (Curriculum Vitae actualizado y firmado)
- Formación teórica recibida
- Formación practica recibida
- Fecha en que se confirma la competencia del empleado.

### **5.3 Instalaciones y condiciones ambientales**

*5.3.1 “Las instalaciones de ensayos o de calibraciones del laboratorio, incluidas, pero no en forma excluyente, las fuentes de energía, la iluminación y las condiciones ambientales, deben facilitar la realización correcta de los ensayos o de las calibraciones.*

*El laboratorio debe asegurarse de que las condiciones ambientales no invaliden los resultados ni comprometan la calidad requerida de las mediciones. Se deben tomar precauciones especiales cuando el muestreo y los ensayos o las calibraciones se realicen en sitios distintos de la instalación permanente del laboratorio. Los requisitos técnicos para las instalaciones y las condiciones ambientales que puedan afectar a los resultados de los ensayos y de las calibraciones deben estar documentados.”*

Se debe realizar un seguimiento, (controlado y registrado) de las condiciones ambientales, según lo establecido en los procedimientos generales y procedimientos específicos (instrucciones técnicas) cuando éstas influyan en la calidad de los resultados.

Cuando las condiciones ambientales comprometan los resultados de las calibraciones, las mismas deben ser interrumpidas.

Se deben establecer también medidas para la limpieza y orden del laboratorio.

El OUA, en la instancia de auditoría pedirá el registro continuo de las condiciones ambientales si la tolerancia de la calibración lo exige.

## **5.4 Métodos de ensayo y calibración y validación de los métodos**

5.4.1 “El laboratorio debe aplicar métodos y procedimientos apropiados para todos los ensayos o las calibraciones dentro de su alcance...”

Los métodos de ensayo y calibración deberán incluir:

- Muestreo
- Manipulación, transporte, almacenamiento y preparación para ensayo o calibración
- Estimación de la incertidumbre de medida
- Técnicas estadísticas de análisis de datos

“...Todas las instrucciones, normas, manuales y datos de referencia correspondientes al trabajo del laboratorio se deben mantener actualizados y deben estar fácilmente disponibles para el personal (véase 4.3)... “

### Selección de los métodos

#### Métodos normalizados:

- Métodos publicados como normas nacionales, regionales e internacionales (preferiblemente)
- Métodos publicados por organizaciones técnicas de prestigio
- Métodos publicados en revistas adecuadas
- Métodos especificados por el fabricante del equipo

En el caso de nuestro laboratorio, los métodos empleados son los que se describen en la norma ISO 17123:2001

#### Métodos no normalizados: Métodos desarrollados por el laboratorio

El Laboratorio deberá presentar en la instancia de auditoría al OUA evidencia objetiva de que realizó un estudio de los diversos métodos existentes, y debe establecer las razones por las que seleccionó el método que actualmente utiliza.

#### Validación de los métodos:

El laboratorio debe validar los métodos no normalizados, los métodos que diseña o desarrolla, los métodos normalizados empleados fuera del alcance previsto, así como las ampliaciones y modificaciones de los métodos normalizados.



Los métodos normalizados están validados, por lo que es suficiente que el laboratorio se asegure de que el uso que pretende hacer del método es compatible con éste. (Respecto a rango, equipos utilizados, propiedad medida, repetibilidad, etc.) (OUADOC014)

#### Estimación de la incertidumbre de la medición

Un laboratorio de calibración que realiza sus propias calibraciones, debe tener y debe aplicar un procedimiento para estimar la incertidumbre de la medición para todas las calibraciones y todos los tipos de calibraciones.

Cuando se estima la incertidumbre de la medición, se deben tener en cuenta todos los componentes de la incertidumbre que sean de importancia en la situación dada.

Las fuentes que contribuyen a la incertidumbre incluyen:

- a los patrones de referencia y los materiales de referencia utilizados
- los métodos y equipos utilizados,
- las condiciones ambientales
- las propiedades y la condición del ítem sometido al ensayo o la calibración
- el operador.

El OUA, solicitará al laboratorio en la instancia de auditoría presentar el procedimiento de estimación de incertidumbre.

#### Control de datos

*“Los cálculos y la transferencia de los datos deben estar sujetos a verificaciones adecuadas llevadas a cabo de una manera sistemática.*

*Cuando se utilicen computadoras o equipos automatizados para captar, procesar, registrar, informar, almacenar o recuperar los datos de los ensayos o de las calibraciones, el laboratorio debe asegurarse de que:*

- a) el software desarrollado por el usuario esté documentado con el detalle suficiente y haya sido convenientemente validado, de modo que se pueda asegurar que es adecuado para el uso;*
- b) se establecen e implementan procedimientos para proteger los datos;*
- c) se hace el mantenimiento de las computadoras con el fin de asegurar que funcionan adecuadamente para preservar la integridad de los datos de ensayo o de calibración.”*

## **5.5 Equipos**

El laboratorio debe contar con todos los equipos necesarios para la correcta ejecución de los ensayos o de las calibraciones (incluido el muestreo, la preparación de los ítems de ensayo o de calibración y el procesamiento y análisis de los datos de ensayo o de calibración).

En aquellos casos en los que el laboratorio necesite utilizar equipos que estén fuera de su control permanente, debe asegurarse de que se cumplan los requisitos de la norma ISO/IEC 17025

Los equipos de medida, calibración, de ensayo, materiales de referencia que se utilicen en el laboratorio y afecten a la exactitud o validez de los ensayos y calibraciones que se realicen deben:

- ser calibrados antes de ponerlos en uso
- estar correctamente controlados: correctamente identificados.
- ser calibrados y verificados: disponer de plan de calibración.
- seguir un plan de mantenimiento.

Los equipos deben ser operados por personal autorizado. Las instrucciones actualizadas sobre el uso y el mantenimiento de los equipos (incluido cualquier manual pertinente suministrado por el fabricante del equipo) deben estar disponibles para ser utilizadas por el personal del laboratorio.

### Control de equipos

Cada equipo debe estar unívocamente identificado, por lo tanto debe disponer de una ficha que contenga:

- Nombre del equipo y código
- Fabricante, marca, modelo y número de serie.
- Fechas de recepción, puesta en servicio y caducidad, si aplica.
- Localización habitual, en su caso.
- Su estado cuando fue incorporado al laboratorio.
- Historia de calibraciones/verificaciones, mantenimiento, reparaciones.
- Referencia o instrucciones de mantenimiento y calibración.

Los certificados de calibración externa deberán haber sido emitidos por una laboratorio acreditado o por un Laboratorio Nacional de Metrología.

### Equipos fuera de uso

Los equipos que por algún motivo den resultados dudosos, o se haya demostrado que son defectuosos o que están fuera de los límites especificados, deben ser puestos fuera de servicio. Se deben aislar para evitar su uso o se deben rotular o marcar claramente como que están fuera de servicio hasta que hayan sido reparados y se haya demostrado por calibración o ensayo que funcionan correctamente.

Examinar las causas y el efecto que ese defecto pueda tener en trabajos de ensayo o calibración realizados a clientes y aplicar lo establecido en el apartado de “Control de trabajos no conformes”

## **5.6 Trazabilidad de las mediciones.**

### Definición de trazabilidad:

Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón, tal que puede relacionarse con referencias establecidas, generalmente patrones nacionales o internacionales, a través de una cadena ininterrumpida de comparaciones, todas ellas con incertidumbres determinadas.

Es la cadena que se inicia con un patrón primario (sistema de medición, instrumento o material de referencia), el cuál es internacionalmente reconocido entre otros laboratorios custodios de patrones primarios y que permite ir bajando de comparación en comparación en diferentes niveles para realizar la cadena de trazabilidad con el instrumento topográfico del cliente final. Así pues, mientras menos comparaciones existan (cadena más corta), las desviaciones originadas por estas mediciones serán menores y más confiables.

### 5.6.1 Generalidades

*“Todos los equipos utilizados para los ensayos o las calibraciones, incluidos los equipos para mediciones auxiliares (por ejemplo, de las condiciones ambientales) que tengan un efecto significativo en la exactitud o en la validez del resultado del ensayo, de la calibración o del muestreo, deben ser calibrados antes de ser puestos en servicio. El laboratorio debe establecer un programa y un procedimiento para la calibración de sus equipos.”*

### 5.6.2 Requisitos específicos

#### **Calibración**

*“Para los laboratorios de calibración, el programa de calibración de los equipos debe ser diseñado y operado de modo que se asegure que las calibraciones y las mediciones hechas por el laboratorio sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI)”.*

*“Existen ciertas calibraciones que actualmente no se pueden hacer estrictamente en unidades SI. En estos casos la calibración debe proporcionar confianza en las mediciones al establecer la trazabilidad a patrones de medición apropiados, tales como la utilización de métodos especificados o de normas consensuadas, claramente descritos y acordados por todas las partes concernientes.”*

*“Siempre que sea posible se requiere la participación en un programa adecuado de comparaciones interlaboratorios.”*

#### **Ensayos**

*“Para los laboratorios de ensayo, los requisitos se aplican a los equipos de medición y de ensayo con funciones de medición que utiliza, a menos que se haya establecido que la incertidumbre introducida por la calibración contribuye muy poco a la incertidumbre total del resultado de ensayo. Cuando se dé esta situación, el laboratorio debe asegurarse de que el equipo utilizado puede proveer la incertidumbre de medición requerida.”*

*“Cuando la trazabilidad de las mediciones a las unidades SI no sea posible o no sea pertinente, se deben exigir los mismos requisitos para la trazabilidad (por ejemplo, por medio de materiales de referencia certificados, métodos acordados o normas consensuadas) que para los laboratorios de calibración”*

#### Patrones de referencia y materiales de referencia

##### Patrones de referencia

*“El laboratorio debe tener un programa y un procedimiento para la calibración de sus patrones de referencia. Los patrones de referencia deben ser calibrados por un organismo que pueda proveer la trazabilidad Dichos patrones de referencia para la medición, conservados por el laboratorio, deben ser utilizados sólo para la calibración y*

*para ningún otro propósito, a menos que se pueda demostrar que su desempeño como patrones de referencia no será invalidado. Los patrones de referencia deben ser calibrados antes y después de cualquier ajuste.”*

#### Materiales de referencia

*“Cada vez que sea posible se debe establecer la trazabilidad de los materiales de referencia a las unidades de medida SI o a materiales de referencia certificados. Los materiales de referencia internos deben ser verificados en la medida que sea técnica y económicamente posible.”*

#### Verificaciones intermedias

*“Se deben llevar a cabo las verificaciones que sean necesarias para mantener la confianza en el estado de calibración de los patrones de referencia y de los materiales de referencia de acuerdo con procedimientos y una programación definidos.”*

#### Transporte y almacenamiento

*“El laboratorio debe tener procedimientos para la manipulación segura, el transporte, el almacenamiento y el uso de los patrones de referencia y materiales de referencia con el fin de prevenir su contaminación o deterioro y preservar su integridad.”*

**NOTA:** Pueden ser necesarios procedimientos adicionales cuando los patrones de referencia y los materiales de referencia son utilizados fuera de las instalaciones permanentes del laboratorio para los ensayos, las calibraciones o el muestreo.

### **5.7 Muestreo**

El laboratorio debe tener un plan y procedimientos para el muestreo cuando efectúe el muestreo de productos que luego calibre.

Los planes de muestreo deben estar basados en métodos estadísticos apropiados. El proceso de muestreo debe tener en cuenta los factores que deben ser controlados para asegurar la validez de los resultados de ensayo y de calibración.

El laboratorio debe tener procedimientos para registrar los datos y las operaciones relacionados con el muestreo que forma parte de los ensayos o las calibraciones que lleva a cabo. Estos registros deben incluir:

- el procedimiento de muestreo utilizado
- la identificación de la persona que lo realiza
- las condiciones ambientales (si corresponde)
- diagramas u otros medios equivalentes para identificar el lugar del muestreo según sea necesario
- técnicas estadísticas en las que se basan los procedimientos de muestreo.

### **5.8 Manipulación de los ítems de ensayo o de calibración**

*El laboratorio debe tener procedimientos para el transporte, la recepción, la manipulación, la protección, el almacenamiento, la conservación o la disposición final de los ítems de ensayo o de calibración*

Como se detalló en lo que a la gestión del laboratorio refiere, con respecto a esto hemos creado un programa en Access que nos permite:

- La identificación unívoca de los equipos durante el tiempo que se encuentran en el laboratorio
- Saber cuando y en que condiciones son retirados los ítems de nuestro laboratorio.
- Registrar anomalías o desvíos en relación a las condiciones normales
- Registro de las conversaciones con el cliente. (registros de instrucciones adicionales del cliente)

### **5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y calibración**

*“El laboratorio debe tener procedimientos de control de la calidad para realizar el seguimiento de la validez de los ensayos y las calibraciones llevados a cabo. Los datos resultantes deben ser registrados en forma tal que se puedan detectar las tendencias y, cuando sea posible, se deben aplicar técnicas estadísticas para la revisión de los resultados.*

*Los datos de control de la calidad deben ser analizados y, si no satisfacen los criterios predefinidos, se deben tomar las acciones planificadas para corregir el problema y evitar consignar resultados incorrectos.”*

## **5.10 Informe de los resultados**

### **Generalidades**

*5.10.1 “Los resultados de cada ensayo, calibración o serie de ensayos o calibraciones efectuados por el laboratorio, deben ser informados en forma exacta, clara, no ambigua y objetiva, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo o de calibración.*

*Los resultados deben ser informados, por lo general en un informe de ensayo o un certificado de calibración y deben incluir toda la información requerida por el cliente y necesaria para la interpretación de los resultados del ensayo o de la calibración, así como toda la información requerida por el método utilizado.*

### **Certificado de calibración**

#### **Requisitos mínimos de los certificados de calibración.-**

Los datos mínimos que deben poseer los certificados de calibración son los siguientes:

- Título.
- Nombre y dirección del laboratorio y lugar donde se realizaron las calibraciones.
- Identificación única del certificado de calibración (tal como el número de serie) y en cada página una identificación para asegurar que la página es reconocida como parte del certificado de calibración, y una clara identificación del final del certificado de calibración;
- Nombre y dirección del cliente;
- Identificación del método utilizado;
- Descripción, condición e identificación inequívoca del o los ítems calibrados;
- Fecha de recepción del o los ítems sometidos a calibración, cuando esta sea crítica para la validez y la aplicación de los resultados, y la fecha de ejecución de la calibración;
- Resultados de la calibración con sus unidades de medida.
- Nombre, cargo y firma o una identificación equivalente de la o las personas que autorizan el certificado de calibración;
- Cuando corresponda, una declaración que los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados.
- Condiciones, por ejemplo ambientales bajo las cuales fueron hechas las calibraciones, que tengan una influencia en los resultados de la medición.
- Error e incertidumbre de la medición.

- Evidencia que las mediciones son trazables (nombre y certificado de calibración de patrones y equipos de calibración).

5.10.4.3 *“Cuando un instrumento para calibración ha sido ajustado o reparado, se deben informar los resultados de la calibración antes y después del ajuste o la reparación, si estuvieran disponibles.”*

5.10.4.4 *“Un certificado de calibración (o etiqueta de calibración) no debe contener ninguna recomendación sobre el intervalo de calibración, excepto que esto haya sido acordado con el cliente. Este requisito puede ser reemplazado por disposiciones legales.”*

#### Opiniones e interpretaciones

5.10.4.5 *“Cuando se incluyan opiniones e interpretaciones, el laboratorio debe asentar por escrito las bases que respaldan dichas opiniones e interpretaciones. Las opiniones e interpretaciones deben estar claramente identificadas como tales en un informe de ensayo.”*

#### Resultados de ensayo y calibración obtenidos de subcontratistas

5.10.4.6 *Cuando el informe de ensayo contenga resultados de ensayos realizados por los subcontratistas, estos resultados deben estar claramente identificados. El subcontratista debe informar sobre los resultados por escrito o electrónicamente.*

*Cuando se haya subcontratado una calibración, el laboratorio que efectúa el trabajo debe remitir el certificado de calibración al laboratorio que lo contrató.*

#### Presentación de los informes y de los certificados

- *La presentación elegida debe ser concebida para responder a cada tipo de ensayo o de calibración efectuado y para minimizar la posibilidad de mala interpretación o mal uso.*
- *Las modificaciones de fondo a un informe de ensayo o certificado de calibración después de su emisión deben ser hechas solamente en la forma de un nuevo documento, o de una transferencia de datos, que incluya la declaración: “Suplemento al Informe de Ensayo” (o “Certificado de Calibración”), número de serie... o una forma equivalente de redacción.*
- *Cuando sea necesario emitir un nuevo informe de ensayo o certificado de calibración completo, éste debe ser unívocamente identificado y debe contener una referencia al original al que reemplaza*



## Capítulo VII

### Implementación de la Norma ISO 17123

La norma ISO 7123 especifica los procedimientos de campo para determinar y evaluar la precisión de instrumentos topográficos y geodésicos y de su equipamiento auxiliar. En primer lugar los tests son verificaciones de de campo para determinar la conveniencia del empleo de un instrumento en particular para tareas determinadas, para satisfacer los requerimientos de otros estándares.

ISO 17123 puede ser pensada como uno de los primeros pasos en los procesos de evaluación de la incertidumbre de una medición. La incertidumbre del resultado de una medición depende de un número de factores. Ellos incluyen entre otros: repetibilidad, reproductibilidad (entre el día de repetibilidad), y una evaluación exhaustiva de todas las posibles fuentes de error descrito por la guía ISO, para la expresión de la incertidumbre en las mediciones (GUM)

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin la necesidad de un equipamiento auxiliar especial, han sido diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas.

A continuación se presentará la traducción de las siguientes partes de la norma:

- Parte 1: Teoría
- Parte 2: Niveles Ópticos
- Parte 3: Teodolito
- Parte 4: EDM
- Parte 5: Estación Total
- Parte 7: Instrumentos con plomada óptica.

Las traducciones presentadas, son redactadas con el formato y el objetivo de que sean los Procedimientos Específicos de nuestro laboratorio (Instrucciones Técnicas), de acuerdo a lo establecido en el punto 4.2 de la norma ISO/IEC 17125)

# INSTRUCCIONES TÉCNICAS

NORMA ISO 17123 – 1

TEORÍA

|                                 |  |                                   |       |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|-------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>  | Página #:<br><b>1 de 12</b>       |       |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### Objetivo

Especificaciones de la teoría empleada en los procedimientos de ensayo empleados en la norma 17123.

En los procedimientos de medición empleados en dicha norma, se asume que los errores sistemáticos pueden ser compensados o ignorados.

### Alcance

La norma ISO 17123 especifica los procedimientos de campo para determinar y evaluar la precisión de instrumentos topográficos y geodésicos y de su equipamiento auxiliar. En primer lugar los tests son verificaciones de de campo para determinar la conveniencia del empleo de un instrumento en particular para tareas determinadas y para satisfacer los requerimientos de otros estándares.

ISO 17123 puede ser pensada como uno de los primeros pasos en los procesos de evaluación de la incertidumbre de una medición. La incertidumbre del resultado de una medición depende de un número de factores. Ellos incluyen entre otros: repetibilidad, reproductibilidad (entre el día de repetibilidad), y una evaluación exhaustiva de todas las posibles fuentes de error descrito por la guía ISO, para la expresión de la incertidumbre en las mediciones (GUM)

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones en situ sin la necesidad de un equipamiento auxiliar especial y han sido diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas.

### Definiciones y Siglas

Los términos y definiciones empleados en esta parte de la norma ISO 17123 son dados en las normas: ISO3534 -1, ISO 4463 -1, ISO 7077, ISO 7078 , GUM y VIM

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>   |                                   | Página #:<br><b>2 de 12</b> |

## Procedimiento

### Expresión de la precisión en instrumentos topográficos y geodésicos.

La medida de la precisión de instrumentos topográficos y geodésicos es expresada en términos de la desviación estándar experimental  $\sigma$  (error cuadrático medio) o de la varianza  $\sigma^2$ . La varianza  $s^2$  de una muestra es un estimador de la varianza teórica  $\sigma^2$  de la población.

Las bases del cálculo de  $\sigma^2$  son:

- a) Las desviaciones,  $\epsilon$  de los valores de las medidas de sus correspondientes valores verdaderos (o valores considerados como verdaderos)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \epsilon_j^2}{n}}$$

Siendo  $n$  el número de mediciones.

- b) Las desviaciones,  $r$  (residuales) de las mediciones con respecto a los correspondientes parámetros estimados.

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

Donde  $v$  es el número de grados de libertad. (O sea el número de medidas menos el número de parámetros estimados). En el caso mas simple, corresponde al numero de medidas.

En ocasiones correcciones iniciales u otros parámetros deben ser suministrados.

- c) La diferencia  $d$ , en el caso de doble mediciones.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n d_j^2}{2n}}$$

Donde  $n$  es el número de par de medidas.

ISO 4463 – 1 recomienda que la desviación estándar experimental satisfaga:

$$s \leq \frac{|p|}{2.5}$$

Donde:  $\pm p$  es la desviación permitida (de acuerdo con ISO 4463 – 1)

$s$  es la medida de la precisión expresada como la desviación estándar experimental

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>   |                                   | Página #:<br><b>3 de 12</b> |

**Ecuaciones:**

**General**

Las siguientes ecuaciones son empleadas en la etapa evaluatoria de la mayoría de los procedimientos presentados en los siguientes capítulos de esta norma. Ellas indican como se ha logrado la medida de la precisión expresada en términos de desviación estándar (error cuadrático medio), estimando en primer lugar la desviación estándar individual para cada una de la serie de mediciones y luego combinando estadísticamente cada una de esas desviaciones estándar.

Las ecuaciones son dadas en términos generales de tal manera que el numero  $m$  de las series de medidas, el numero  $n$  de medidas individuales dentro de cada serie, y el numero  $\nu$  de grados de libertad, no son definidos explícitamente (ver ISO 3534 – 1)

**Calculo de la desviación estándar para la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones usando valores aceptados como verdaderos.**

$$\varepsilon_{i,j} = \bar{x}_i - x_{i,j}$$

Donde:

$\varepsilon_{i,j}$  es la desviación de la medida  $j^{\text{th}}$  de la  $i^{\text{th}}$  serie respecto al valor real o el valor aceptado como verdadero.

$\bar{x}_i$  es el valor real o el valor aceptado como verdadero de la serie  $i^{\text{th}}$ , derivado de otro procedimiento de mediciones con una incertidumbre tan pequeña que puede ser ignorada.

$x_{i,j}$  es la medida  $j^{\text{th}}$  de la serie  $i^{\text{th}}$

$$\sum \varepsilon_i^2 = \sum_{j=1}^n \varepsilon_{i,j}^2 = \varepsilon_{i,1}^2 + \varepsilon_{i,2}^2 + \dots + \varepsilon_{i,n}^2$$

Donde:

$n$  es el número de mediciones en la serie  $i^{\text{th}}$

$\sum \varepsilon_i^2$  es la suma de los cuadrados de todas las desviaciones reales  $\varepsilon_{i,j}$  (o de los valores aceptados como verdaderos) dentro de la serie  $i^{\text{th}}$  de medidas.

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum \varepsilon_i^2}{\nu_i}}$$

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>   |                                   | Página #:<br><b>4 de 12</b> |

Donde:

$v_i$  es el número de grado de libertad ( $v_i = n$ ) para la serie  $i^{\text{th}}$  de medidas.

$s_i$  es la desviación estándar experimental para la serie  $i^{\text{th}}$  de medidas.

**Cálculo de la desviación estándar experimental para la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones usando valores medios.**

$$\bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{i,j}$$

Donde:

$n$  es el número de mediciones de la serie  $i^{\text{th}}$

$x_{i,j}$  es la medida  $j^{\text{th}}$  de la serie  $i^{\text{th}}$

$\bar{x}_i$  es la media aritmética de las mediciones  $x_{i,j}$  de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones.

$$r_{i,j} = \bar{x}_i - x_{i,j}$$

Donde:

$r_{i,j}$  es la desviación (residual) de la medida  $x_{i,j}$  respecto de la media aritmética  $\bar{x}_i$

Para minimizar el efecto de los errores de redondeo, el cálculo de cada división debe ser realizado teniendo en cuenta el último dígito observado.

Para chequear los resultados aritméticamente, la suma de las desviaciones  $r_{i,j}$  deben ser cero, excepto por errores de redondeo.

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^n r_{i,j}^2 = r_{i,1}^2 + r_{i,2}^2 + \dots + r_{i,n}^2$$

Donde:

$\sum r_i^2$  es la suma de los cuadrados de todas las desviaciones  $r_{i,j}$  de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones

$$v_i = n - 1$$

|                                 |  |                                   |                             |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>  |                                   | Página #:<br><b>5 de 12</b> |

$v_i$  es el número de grados de libertad para la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones donde la media aritmética de las mediciones es el único parámetro que se estima.

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

Donde:

$s_i$  es la desviación estándar experimental para la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones.

|   |
|---|
| <b>Cálculo de la desviación estándar experimental para la serie <math>i^{\text{th}}</math> usando mediciones ajustadas.</b> |
|---|

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^n r_{i,j}^2 = r_{i,1}^2 + r_{i,2}^2 + \dots + r_{i,n}^2$$

$n$  es el número de mediciones de la serie  $i^{\text{th}}$

$r_{i,j}$  es el residual del valor  $x_{i,j}$  resultante del ajuste de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones. Para reducir errores de redondeo, este ajuste debe ser realizado con la suficiente precisión numérica.

$\sum r_i^2$  es la suma del cuadrado de los residuales  $r_{i,j}$  de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones.

$$v_i = n - u$$

Donde:

$u$  es el número de parámetros a estimar (incógnitas)

$v_i$  es el numero de grados de libertad de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones.

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

Donde:

$s_i$  es la desviación estándar experimental para la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones.

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>   |                                   | Página #:<br><b>6 de 12</b> |

**Cálculo de la desviación estándar experimental para la serie  $i^{\text{th}}$  usando mediciones dobles**

$$d_{i,j} = x_{i,j,1} - x_{i,j,2}$$

Donde:

$x_{i,j,1}$  y  $x_{i,j,2}$  son los valores del grupo  $j^{\text{th}}$  de mediciones dobles dentro de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones dobles.

$d_{i,j}$  es la diferencia de dos valores correspondientes a la doble medida del set  $j^{\text{th}}$

$$\sum d_i^2 = \sum_{j=1}^n d_{i,j}^2 = d_{i,1}^2 + d_{i,2}^2 + \dots + d_{i,n}^2$$

Donde:

$n$  es el numero de sets  $j^{\text{th}}$

$\sum d_i^2$  es la suma de los cuadrados de todas las diferencias  $d_{i,j}$  dentro de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones dobles.

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

Donde:

$v_i$  es el numero de grados de libertad de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones ( $v_i = n$ ).

$s_i$  es la desviación estándar experimental de un valor único de medición de la serie  $i^{\text{th}}$  de mediciones dobles.

**Cálculo de la desviación estándar experimental de la serie de mediciones  $m$**

La desviación estándar obtenida para cada una de las  $m$  series de mediciones es considerada una estimación separada de el total de la desviación estándar experimental de las mediciones. Se supone que cada una de estas estimaciones es del mismo orden de fiabilidad  $v_i = v_1 = v_2 = \dots = v_m$

Las siguientes ecuaciones indican como las desviaciones estándar experimentales individuales son combinadas para brindar una desviación estándar experimental total.

$$\sum s^2 = \sum_{j=1}^m s_i^2 = s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_m^2$$



|                                 |  |                                   |                             |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>  |                                   | Página #:<br><b>7 de 12</b> |

Donde:

$m$  es el número de series de mediciones.

$s_i$  es la desviación estándar experimental de un único valor medido dentro de la  $i^{\text{th}}$  serie de mediciones

$\sum s^2$  es la sumatoria de los cuadrados de todas las desviaciones estándar,  $s_i$ , de las  $m$  series de mediciones.

$$s = \sqrt{\frac{\sum s^2}{m}}$$

Donde:

$s$  es la desviación estándar de las  $m$  series de medidas.

$$v = \sum_{i=1}^m v_i = m \times v_i$$

Donde:

$v$  es el número de grados de libertad de las  $m$  series de mediciones.

## Test Estadísticos

### General

Los test estadísticos son recomendados para los métodos completos solamente. (full test)

Para la interpretación de los resultados, los test estadísticos deben ser realizados usando la desviación estándar total,  $s$ , para lograr responder las siguientes preguntas (ver Tabla 1):

- ¿La desviación estándar calculada  $s$  es menor o igual al valor predeterminado por el fabricante u otro valor predeterminado de  $\sigma$ ?
- Dos desviaciones estándar experimentales,  $s$  y  $\bar{s}$ , determinadas de dos muestras diferentes de mediciones pertenecientes a la misma población, ¿tienen el mismo número de grados de libertad  $v$  ( $v$  es el número de grados de libertad de todas las series de mediciones)?

Las desviaciones estándar,  $s$  y  $\bar{s}$ , pueden ser obtenidas mediante:

- dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, pero realizado por diferentes observadores

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>   |                                   | Página #:<br><b>8 de 12</b> |

- dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, pero en diferentes tiempos.
- dos muestras de mediciones realizadas con instrumentos diferentes.
- c) respecto a d) es un parámetro,  $a_{\mu}$ , obtenido mediante ajuste, es igual a cero?

**Tabla 1 – Tests estadísticos**

| Pregunta         | Hipótesis inicial       | Hipótesis alternativa      |
|------------------|-------------------------|----------------------------|
| a)               | $s \leq \sigma$         | $s > \sigma$               |
| b)               | $\sigma = \bar{\sigma}$ | $\sigma \neq \bar{\sigma}$ |
| c) respecto a d) | $a_{\mu} = 0$           | $a_{\mu} \neq 0$           |

Nota:  $\sigma$  es usada en lugar de  $s$  porque la hipótesis inicial chequea si las dos desviaciones estándar experimentales pertenecen a la misma población

### Pregunta a)

**¿Es la desviación estándar experimental  $s$  menor o igual que un valor dado  $\sigma$ ?**

Las ecuaciones anteriores permiten solamente determinar la (experimental) desviación estándar,  $s$ , de las mediciones  $x_{i,j}$ . Debido al pequeño tamaño de la muestra, este valor va a diferir en menos o en más de la desviación estándar teórica,  $\sigma$ , de la población completa, declarado por el fabricante o predeterminada de alguna otra manera.

Los métodos de la estadística matemática permiten establecer si una desviación estándar experimental  $s$  es menor o igual que una desviación estándar teórica dada,  $\sigma$ , con un grado de confianza de  $1-\alpha$ .

La hipótesis inicial no es rechazada, si la siguiente condición se cumple:

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha}(v)}{v}} \quad \chi^2_{1-\alpha}(v) \text{ se obtiene de la tabla A.1}$$

De otra forma, la hipótesis inicial es rechazada.

De acuerdo con las ecuaciones del método completo (Full test), la desviación experimental  $s$ , y el número de grados de libertad  $v$ , tienen que ser calculados. La desviación estándar teórica  $\sigma$ , es un valor predeterminado.

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>   |                                   | Página #:<br><b>9 de 12</b> |

**Pregunta b)**

**¿Dos muestras pertenecen a la misma población?**

Los métodos de la estadística matemática permiten decidir si dos desviaciones estándar experimentales,  $s$  y  $\bar{s}$ , obtenidas de dos muestras diferentes de mediciones pertenecen a la misma población con un grado de confianza de  $1-\alpha$ .

La hipótesis inicial  $\sigma = \bar{\sigma}$  no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v, v)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{1,\alpha/2}(v, v)$$

De otro modo, la hipótesis inicial es rechazada.

De acuerdo con las ecuaciones del procedimiento completo (full test), dos muestras de mediciones con la misma cantidad de mediciones  $n$  y  $\bar{n}$ , son tomadas para determinar las desviaciones estándar experimentales,  $s$  y  $\bar{s}$ .

Las desviaciones estándar experimentales  $s$  y  $\bar{s}$ , son obtenidas de las siguientes formas:

- dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, pero realizado por diferentes observadores
- dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, pero en diferentes tiempos.
- dos muestras de mediciones realizadas con instrumentos diferentes.

$F_{1,\alpha/2}(v, v)$  se obtiene de la tabla A.1.

**Pregunta c)**

**(Respecto a una pregunta d) Testeo del significado de un parámetro.**

Las ecuaciones de ajuste por el método de mínimos cuadrados permiten determinar parámetros,  $a_\mu$ , y sus respectivas desviaciones estándar,  $s_{a,\mu}$

Los métodos de la estadística matemática nos permiten decidir si un parámetro  $a_\mu$ , es distinto de cero con un nivel de confianza de  $1-\alpha$ .

La hipótesis inicial  $a_\mu = 0$  no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

$$|a_\mu| \leq s_{a,\mu} \times t_{1-\alpha/2}(v)$$

|                                 |   |                                   |       |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>   | Página #:<br><b>10 de 12</b>      |       |

De otra forma, la hipótesis inicial es rechazada.

$a_{\mu}$  es el parámetro a que será testeado como válido para todas las series de mediciones. Si  $m > 1$ ,  $a_{\mu}$  es calculada mediante los correspondientes valores de  $a_{\mu,i}$  para las  $m$  series de mediciones:

$$a_{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^m a_{\mu,i}}{m}$$

$a_{\mu,i}$  debe ser estimado de acuerdo a las ecuaciones del método completo (full test)

$$s_{a,\mu} = \frac{s}{\sqrt{v}}$$

$s_{a,\mu}$  es la desviación estándar estimada del parámetro  $a_{\mu}$ , válida para todas las series de mediciones donde  $v$  es una constante de acuerdo con las ecuaciones del método completo (full test). Si  $m > 1$ ,  $s_{a,\mu}$  es calculado mediante los correspondientes valores  $s_{a,\mu,i}$  para las  $m$  series de mediciones.

$$s_{a,\mu} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m s_{a,\mu,i}^2}{m}} = \frac{s}{\sqrt{v \cdot m}}$$

$t_{1-\alpha/2}(v)$  puede ser obtenido de la tabla A.1.

## Documentación

| Registro   | Personal Designado* |
|--|---------------------|
| <b>Norma ISO 17123 - 1</b><br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Part 1:Theory |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien mas.

Otros

### Annex A (informative)

## $\chi^2$ distribution, Fisher's distribution, Student's distribution

**Table A.1 —  $\chi^2$  distribution, Fisher's distribution, Student's distribution**

| $\nu$ | $\chi^2_{0,90}(\nu)$ | $F_{0,95}(\nu, \nu)$ | $t_{0,95}(\nu)$ | $\chi^2_{0,95}(\nu)$ | $F_{0,975}(\nu, \nu)$ | $t_{0,975}(\nu)$ | $\chi^2_{0,99}(\nu)$ | $F_{0,995}(\nu, \nu)$ | $t_{0,995}(\nu)$ |
|-------|----------------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|------------------|----------------------|-----------------------|------------------|
| 2     | 4,61                 | 19,00                | 2,92            | 5,99                 | 39,00                 | 4,30             | 9,21                 | 199,01                | 9,92             |
| 3     | 6,25                 | 9,28                 | 2,35            | 7,81                 | 15,44                 | 3,18             | 11,34                | 47,47                 | 5,84             |
| 4     | 7,78                 | 6,39                 | 2,13            | 9,49                 | 9,60                  | 2,78             | 13,28                | 23,15                 | 4,60             |
| 5     | 9,24                 | 5,05                 | 2,02            | 11,07                | 7,15                  | 2,57             | 15,09                | 14,94                 | 4,03             |
| 6     | 10,64                | 4,28                 | 1,94            | 12,59                | 5,82                  | 2,45             | 16,81                | 11,07                 | 3,71             |
| 7     | 12,02                | 3,79                 | 1,89            | 14,07                | 4,99                  | 2,36             | 16,48                | 8,89                  | 3,50             |
| 8     | 13,36                | 3,44                 | 1,86            | 15,51                | 4,43                  | 2,31             | 20,09                | 7,50                  | 3,36             |
| 9     | 14,68                | 3,18                 | 1,83            | 16,92                | 4,03                  | 2,26             | 21,67                | 6,54                  | 3,25             |
| 10    | 15,99                | 2,98                 | 1,81            | 18,31                | 3,72                  | 2,23             | 23,21                | 5,85                  | 3,17             |
| 14    | 21,06                | 2,48                 | 1,76            | 23,68                | 2,98                  | 2,14             | 29,14                | 4,30                  | 2,98             |
| 15    | 21,31                | 2,40                 | 1,75            | 25,00                | 2,86                  | 2,13             | 30,58                | 4,07                  | 2,95             |
| 16    | 23,54                | 2,33                 | 1,75            | 26,30                | 2,76                  | 2,12             | 32,00                | 3,87                  | 2,92             |
| 18    | 25,99                | 2,22                 | 1,73            | 28,87                | 2,60                  | 2,10             | 34,81                | 3,56                  | 2,88             |
| 19    | 27,20                | 2,17                 | 1,73            | 30,14                | 2,53                  | 2,09             | 36,19                | 3,43                  | 2,86             |
| 24    | 33,20                | 1,98                 | 1,71            | 36,42                | 2,27                  | 2,06             | 42,98                | 2,97                  | 2,80             |
| 27    | 36,74                | 1,90                 | 1,70            | 40,11                | 2,16                  | 2,05             | 46,96                | 2,78                  | 2,77             |
| 28    | 37,92                | 1,88                 | 1,70            | 41,34                | 2,13                  | 2,05             | 48,28                | 2,72                  | 2,76             |
| 30    | 40,26                | 1,86                 | 1,70            | 43,77                | 2,07                  | 2,04             | 50,89                | 2,63                  | 2,75             |
| 32    | 42,58                | 1,80                 | 1,69            | 46,19                | 2,02                  | 2,04             | 53,49                | 2,54                  | 2,74             |
| 36    | 47,21                | 1,74                 | 1,69            | 51,00                | 1,94                  | 2,03             | 58,62                | 2,41                  | 2,72             |
| 38    | 49,51                | 1,72                 | 1,69            | 53,38                | 1,91                  | 2,02             | 61,16                | 2,35                  | 2,71             |
| 42    | 54,09                | 1,67                 | 1,68            | 58,12                | 1,85                  | 2,02             | 66,21                | 2,25                  | 2,70             |
| 54    | 67,67                | 1,57                 | 1,67            | 72,15                | 1,71                  | 2,00             | 81,07                | 2,04                  | 2,67             |
| 72    | 87,74                | 1,48                 | 1,67            | 92,81                | 1,59                  | 1,99             | 102,82               | 1,85                  | 2,65             |
| 108   | 127,21               | 1,37                 | 1,66            | 133,26               | 1,46                  | 1,98             | 145,10               | 1,65                  | 2,62             |

NOTE The test values  $\chi^2_{1-\alpha}(\nu)$ ,  $F_{1-\alpha/2}(\nu, \nu)$  and  $t_{1-\alpha/2}(\nu)$  apply to the full test procedures of the other parts of ISO 17123, even if the number of series of measurements is less than provided there. If a different number of measurements is analysed, the number of degrees of freedom will change and the above-mentioned test values should be taken from a reference book on statistics.

|                                 |  |                                   |                              |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                        |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 1</b> | <b>TEORÍA</b>  |                                   | Página #:<br><b>12 de 12</b> |

### Referencias

ISO 3534 – 1, Statistics – Vocabulary and symbols – Part 1: Probability and general statistical terms

ISO 4463 – 1, Measurement methods for building – Setting out and measurement – Part 1: Planning and organization, measuring procedures, acceptance criteria

ISO 7077, Measuring methods for building – General principles and procedures for the verification of dimensional compliance.

ISO 7078, Building construction – Procedures for setting out, measurement and surveying – Vocabulary and guidance notes.

GUM, Guide to the expression of uncertainty measurement

VIM, International Vocabulary of basic and general terms in metrology (BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML)

### Revisiones - Historia

Revision 0

# INSTRUCCIONES TÉCNICAS

NORMA ISO 17123 – 2

NIVELES

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Simple</b>                                   |                                   | Página #:<br><b>1 de 6</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### **Objetivo**

Procedimientos de campo para determinar y evaluar la precisión de los Niveles (Niveles Ópticos y Niveles Digitales) y de su equipamiento auxiliar.

### **Alcance**

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otras normas.

Dicho procedimiento no se propone como prueba de aceptación o como evaluación de desempeño.

Este procedimiento puede ser pensado como uno de los primeros pasos en el proceso de evaluación de la incertidumbre de una medición. La incertidumbre del resultado de una medición depende de una serie de factores. Estos incluyen entre otros, repetibilidad, la reproducibilidad (entre el día de repetibilidad) y una evaluación exhaustiva de todas las posibles fuentes de error, según lo estipulado por la Guía ISO para la expresión de la incertidumbre en la medición (GUM)

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas

### **Definiciones y Siglas**

Los términos y definiciones aplicados son los presentados en las normas ISO 3534 – 1, ISO 4463 – 1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123 – 1, GUM y VIM



|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Simple</b>                                   |                                   | Página #:<br><b>2 de 6</b> |

## Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

## Materiales necesarios

- 2 miras invar.
- 3 pilares, dos pequeños donde se colocarán las miras, y un pilar con centrado forzoso donde se colocará el nivel sometido a la prueba
- Barómetro
- Termómetro

## Procedimiento

### Requerimientos

Antes de comenzar el estudio es importante que el operador conozca y ajuste los niveles y sus accesorios de acuerdo al manual del fabricante y que los mismos sean empleados con los trípodes y miras recomendados por el fabricante.

Los resultados de estos estudios estarán influenciados por las condiciones meteorológicas, especialmente por el gradiente de la temperatura. El cielo nublado y baja velocidad del viento serán las condiciones climáticas favorables. Las condiciones climáticas particulares que deberán ser tenidas en cuenta, dependerán del lugar donde sea realizado el estudio. Se debe tomar nota de las condiciones climáticas en el momento del estudio y del tipo de superficie sobre la cual se realiza el estudio.

### Configuración de la línea de prueba.

Para minimizar el efecto de la refracción, debe ser escogida un area horizontal. Los dos puntos de nivelación A y B, deben estar separados a una distancia de 60m ( $\Delta = 60m$ ). Para asegurar resultados fiables, las miras deben estar fijas. Corroborar que las miras estén fijas durante la prueba incluyendo cuando se realiza repetición de medidas.

### Mediciones

Antes de comenzar las mediciones, hay que dejar al instrumento para que tome la temperatura ambiente. El tiempo requerido para esto es de dos minutos por °C de diferencia de

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Simple</b>                                   |                                   | Página #:<br><b>3 de 6</b> |

temperatura. Además el usuario debe chequear el error de colimación del equipo antes de realizar el test.

Se van a realizar dos grupos de medidas:

Para el **primer grupo de mediciones** el nivel debe estar equidistante a los puntos A y B ( $\Delta/2 = 30\text{m}$ ), esto minimiza la influencia de la refracción y el error en el eje de colimación.



En estas condiciones se realizarán 10 mediciones. Cada medición implica una lectura adelante  $x_{A,j}$  (hacia la mira en A) y una lectura atrás  $x_{B,j}$  (hacia la mira en B). Entre cada par de lecturas el nivel será levantado y estacionado nuevamente en el mismo punto.

Después de 5 mediciones ( $x_{A,1}, x_{B,1}, \dots, x_{A,5}, x_{B,5}$ ), deberán realizarse las siguientes 5 mediciones en sentido inverso, o sea:  $x_{B,1}$  (hacia la mira B),  $x_{A,1}$  (hacia la mira A). Por lo tanto las siguientes 5 mediciones tienen el siguiente formato: ( $x_{B,6}, x_{A,6}, \dots, x_{B,10}, x_{A,10}$ ) ( $j = 1:10$ )

Para el **segundo grupo de medidas**, el nivel debe ser estacionado aproximadamente a  $\Delta/6 = 10\text{m}$  de el punto A, y  $5\Delta/6 = 50\text{m}$  del punto B.

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Simple</b>                                   |                                   | Página #:<br><b>4 de 6</b> |



En estas condiciones un nuevo juego de 10 mediciones deben ser tomadas de la misma forma que en el primer grupo de medidas. ( $x_{A,11}, x_{B,11}, \dots, x_{A,15}, x_{B,15}; x_{B,16}, x_{A,16}, \dots, x_{B,20}, x_{A,20}$ ) ( $j = 11 : 20$ )

**Cálculos:**

**Procedimiento para obtener la medida patrón:**

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j} \quad j = 1, \dots, 20$$

Donde  $d_j$  es la diferencia entre la lectura atrás  $x_{A,j}$  y la lectura adelante  $x_{B,j}$

Donde  $\bar{d}_1$  es la media aritmética de la diferencia de altura  $d_j$  del primer grupo de medidas.  
Se considera que el valor de  $\bar{d}_1$  representa la verdadera diferencia de altura entre los puntos A y B

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{10} d_j}{10}$$

$$r_j = \bar{d}_1 - d_j \quad j = 1, \dots, 10$$

Donde  $r_j$  es el residual correspondiente de la medida de la diferencia de alturas  $d_j$  en el primer grupo de medidas entre los puntos A y B.

La suma de los residuales del primer grupo de medidas debe ser cero:  $\sum_{j=1}^{10} r_j = 0$

|                                 |   |                                   |                            |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Simple</b>                            |                                   | Página #:<br><b>5 de 6</b> |

Desviación estándar : 
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} r_j^2}{v}}$$

Donde:

$\sum_{j=1}^{10} r_j^2$  es la suma de los residuales al cuadrado del primer grupo de medidas.

$v = 10 - 1 = 9$  es el correspondiente numero de grados de libertad.

Por lo tanto, s es la desviación estándar experimental para una diferencia de altura  $d_j$ , obtenida del primer grupo de mediciones.

De la misma forma, se halla  $\bar{d}_2$  para el segundo grupo de mediciones:

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=11}^{20} d_j}{10}$$

La diferencia  $\bar{d}_1 - \bar{d}_2$  debe estar dentro de la desviación permitida (p) según se especifica en la norma ISO 4463 – 1.

Si p no es dada, la diferencia  $|\bar{d}_1 - \bar{d}_2|$  debe ser menor a 2.5s (siendo s la desviación estándar experimental)

Si la diferencia  $|\bar{d}_1 - \bar{d}_2|$  es muy grande, eso indica una excesiva incertidumbre en la medición, que puede ser resultado o de un error de lectura, o de la refracción o del error del eje de colimación del nivel. En este caso se debe chequear el error de colimación de acuerdo con el manual del fabricante del nivel y reducir la distancia de nivelación. ( $\Delta$ )

## Documentación

| Registro  | Personal Designado* |
|---|---------------------|
| <b>Norma ISO 17123 - 2</b><br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Part 2: Levels |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien mas.

|  |  |                                   |       |
|--|--|-----------------------------------|-------|
|  | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2                      NIVELES - Método Simple</b> |  | Página #:<br><b>6 de 6</b>        |       |

### Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 2  
Anexo A: Ejemplo del método simple

### Referencias

**Norma ISO 17123 - 2**  
 Optics and optical Instruments  
 “Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”  
 Part 2: Levels

### Revisiones - Historia

Revision 0

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Completo</b>                                 |                                   | Página #:<br><b>1 de 8</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### Objetivo

Procedimientos de campo para determinar y evaluar la precisión de los Niveles (Niveles Ópticos y Niveles Digitales) y de su equipamiento auxiliar.

### Alcance

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otras normas.

Dicho procedimiento no se propone como prueba de aceptación o como evaluación de desempeño.

Este procedimiento puede ser pensado como uno de los primeros pasos en el proceso de evaluación de la incertidumbre de una medición. La incertidumbre del resultado de una medición depende de una serie de factores. Estos incluyen entre otros, repetibilidad, la reproducibilidad (entre el día de repetibilidad) y una evaluación exhaustiva de todas las posibles fuentes de error, según lo estipulado por la Guía ISO para la expresión de la incertidumbre en la medición (GUM)

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas

### Definiciones y Siglas

Los términos y definiciones aplicados son los presentados en las normas ISO 3534 – 1, ISO 4463 – 1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123 – 1, GUM y VIM

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Completo</b>                                 |                                   | Página #:<br><b>2 de 8</b> |

### Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

### Materiales necesarios

- 2 miras invar.
- 3 pilares, dos pequeños donde se colocarán las miras, y un pilar con centrado forzoso donde se colocará el nivel sometido a la prueba
- Barómetro
- Termómetro
- 1 Sombrilla

### Procedimiento

#### Requerimientos

Antes de comenzar el estudio es importante que el operador conozca y ajuste los niveles y sus accesorios de acuerdo al manual del fabricante y que los mismos sean empleados con los trípodes y miras recomendados por el fabricante.

Los resultados de estos estudios estarán influenciados por las condiciones meteorológicas, especialmente por el gradiente de la temperatura. El cielo nublado y baja velocidad del viento serán las condiciones climáticas favorables. Las condiciones climáticas particulares que deberán ser tenidas en cuenta, dependerán del lugar donde sea realizado el estudio. Se debe tomar nota de las condiciones climáticas en el momento del estudio y del tipo de superficie sobre la cual se realiza el estudio.

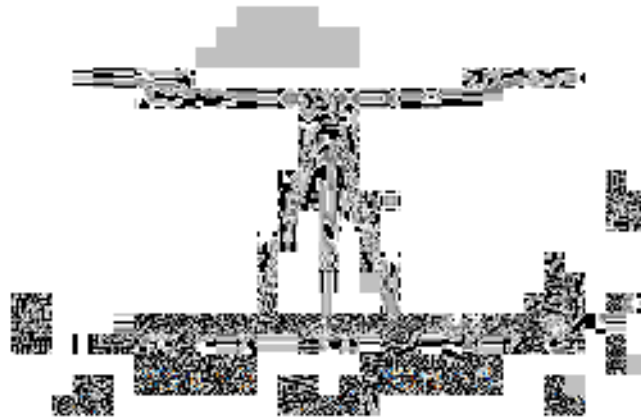
#### Configuración de la línea de prueba

El suelo donde se realice la prueba debe ser compacto y la superficie debe ser uniforme, calles cubiertas de asfalto o concreto deben ser evitadas. Si se realiza el procedimiento bajo la luz del sol, el equipo debe ser tapado con una sombrilla por ejemplo.

Se va a nivelar entre dos puntos A y B que deben estar a 60m de distancia. Para asegurar resultados fiables, las miras de nivelación deben estar fijas durante la prueba.

El nivel debe ser estacionado aproximadamente equidistante a los puntos A y B ( $\Delta/2 = 30m \pm 3m$ ), para reducir la influencia de la refracción y del error de colimación.

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Completo</b>                                 |                                   | Página #:<br><b>3 de 8</b> |



|                   |
|-------------------|
| <b>Mediciones</b> |
|-------------------|

Antes de comenzar, hay que dejar que el nivel tome la temperatura ambiente. El tiempo que se requiere para esto es aproximadamente de dos minutos por °C de diferencia de temperatura. Antes de realizar la prueba, se debe chequear el error de colimación del nivel.

Se van a realizar dos grupos de medidas. El primer grupo consiste en 20 pares de lecturas (lectura atrás,  $x_{A,j}$ , y lectura adelante  $x_{B,j}$ ).

Luego de cada par de lecturas, el nivel debe ser levantado y estacionado nuevamente en un lugar ligeramente diferente. Luego de 10 pares de lecturas, ( $x_{A,1}, x_{B,1}, \dots, x_{A,10}, x_{B,10}$ ) se debe realizar las lecturas en sentido inverso, ( $x_{B,11}, x_{A,11}, \dots, x_{B,20}, x_{A,20}$ )

Luego de realizados los 20 pares de lecturas, las miras ubicadas en los puntos A y B deben ser intercambiadas, y el procedimiento debe ser repetido, obteniendo así el segundo grupo de 20 pares de lecturas

|                 |
|-----------------|
| <b>Cálculos</b> |
|-----------------|

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

Donde  $d_j$  es la diferencia entre la lectura atrás  $x_{A,j}$  y la lectura adelante  $x_{B,j}$

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20} \quad \text{Donde } \bar{d}_1 \text{ es la media aritmética de la diferencia de altura } d_j \text{ del primer grupo de medidas.}$$



|                                 |   |                                   |                            |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Completo</b>                          |                                   | Página #:<br><b>4 de 8</b> |

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

Donde  $\bar{d}_2$  es la media aritmética de la diferencia de altura  $d_j$  del segundo grupo de medidas.

La diferencia

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

No tiene influencia en la desviación estándar experimental, pero es un indicador de la diferencia de cota entre las dos miras de nivelación.

Los residuales son los siguientes:

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

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

Donde  $r_j$  es el residual correspondiente de la medida de la diferencia de alturas  $d_j$  entre los puntos A y B.

Una forma de corroborar los resultados aritméticamente, es teniendo presente que la suma de los residuales de cada grupo de medidas debe ser igual a 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 sumatoria de todos los residuales  $r_j$  al cuadrado.

$v$  es el numero de grados de libertad

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

Por lo tanto la desviación estándar experimental  $s$  es válida para una diferencia de cotas a una distancia de 60 m

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

|                                 |   |                                   |                            |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Completo</b>                          |                                   | Página #:<br><b>5 de 8</b> |

$$S_{\text{ISO-LEV}} = \frac{s}{\sqrt{2}} \times \sqrt{\frac{1000m}{60m}} = s \times 2.89$$

Donde  $S_{\text{ISO-LEV}}$  es la desviación estándar experimental para un kilómetro de doble nivelación.

### Tests Estadísticos:

Para la interpretación de los resultados, se pueden desarrollar tests estadísticos empleando:

- La desviación estándar experimental  $s$ , de una diferencia de altura medida en la línea de prueba.
- La diferencia  $\delta = \bar{d}_1 - \bar{d}_2$  de los dos grupos de mediciones y su desviación estándar experimental  $s_\delta$

Con el fin de contestar a las siguientes preguntas:

- a) La desviación estándar calculada  $s$ , es menor que el correspondiente valor  $\sigma$ , dado por el fabricante o algún otro valor predeterminado de  $\sigma$ ?
- b) Dos desviaciones estándar experimentales,  $s$  y  $\bar{s}$ , determinadas de dos muestras diferentes de mediciones pertenecientes a la misma población, ¿tienen el mismo número de grados de libertad?

Las desviaciones estándar,  $s$  y  $\bar{s}$ , pueden ser obtenidas mediante:

- dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, pero realizado por diferentes observadores
  - dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, pero en diferentes tiempos.
  - dos muestras de mediciones realizadas con instrumentos diferentes.
- c) La diferencia  $\delta$  es igual a cero?

Para los siguientes tests el nivel de confianza será:  $1 - \alpha = 0.95$  y de acuerdo con el diseño de las mediciones, el número de grados de libertad es  $\nu = 38$

**Tabla 1 – Tests estadísticos**

| Pregunta | Hipótesis nula | Hipótesis alternativa |
|----------|----------------|-----------------------|
|----------|----------------|-----------------------|

|   |   |                                   |       |
|---|---|-----------------------------------|-------|
|   | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2 NIVELES - Método Completo</b> |   | Página #:<br><b>6 de 8</b>        |       |
| a)  | $s \leq \sigma$   | $s > \sigma$                      |       |
| b)  | $\sigma = \bar{\sigma}$                                   | $\sigma \neq \bar{\sigma}$        |       |
| c)  | $\delta = 0$  | $\delta \neq 0$                   |       |

### Pregunta a)

La hipótesis nula que establece que la desviación estándar experimental  $s$  es menor o igual que un valor teórico predeterminado  $\sigma$ , no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha}(v)}{v}}$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(38)}{38}} \text{ y } \chi^2_{0.95}(38) = 53.38$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{53.38}{38}}$$

$s \leq 1.19\sigma$  Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.

### Pregunta b)

En el caso de dos muestras diferentes, el test nos indica si las desviaciones estándar experimentales  $s$  y  $\bar{s}$ , pertenecen a la misma población.

La correspondiente hipótesis nula  $\sigma = \bar{\sigma}$ , no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v, v)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v, v)$$

$$\frac{1}{F_{0.975}(38,38)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{0.975}(38,38) \text{ y } F_{0.975}(38,38) = 1.91$$

$0.52 \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq 1.91$  Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Completo</b>                                 |                                   | Página #:<br><b>7 de 8</b> |

### Pregunta c)

La hipótesis de la igualdad de la media aritmética de los grupos de medidas  $\bar{d}_1$  y  $\bar{d}_2$  (hipótesis nula de  $\delta$ ), no será rechazada, mientras se cumpla la siguiente condición:

$$|\delta| \leq s_\delta \times t_{1-\alpha/2}(v)$$

$$|\delta| \leq s_\delta \times t_{0,975}(38) \quad \text{y} \quad t_{0,975}(38) = 2.02$$

$$s_\delta = \frac{s}{\sqrt{10}}$$

$$|\delta| \leq \frac{s}{\sqrt{10}} \times 2.02$$

|  |
|--|
| $ \delta  \leq 0.64s$ de otra forma, la hipótesis nula será rechazada. |
|--|

El número de grados de libertad y así como sus correspondientes valores en los tests, cambian si es analizado un diferente número de mediciones.

### Documentación

| Registro  | Personal Designado* |
|---|---------------------|
| <b>Norma ISO 17123 - 2</b><br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Part 2: Levels |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien más.

### Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 2

Anexo B: Ejemplo del método completo.

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 2</b> | <b>NIVELES - Método Completo</b>                                 |                                   | Página #:<br><b>8 de 8</b> |

## Referencias

### Norma ISO 17123 - 2

Optics and optical Instruments

“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”

Part 2: Levels

## Revisiones - Historia

Revision 0

# INSTRUCCIONES TÉCNICAS

NORMA ISO 17123 – 3

TEODOLITOS

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>1 de 8</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## Objetivo

Especificar procedimientos de campo a ser adoptados cuando se determina y evalúa la precisión de teodolitos y su equipamiento auxiliar.

## Alcance

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otros estándares. No están propuestos como pruebas para aceptación o evaluaciones de rendimientos que son más complejos por naturaleza.

Es uno de los primeros pasos en el proceso de evaluar la incertidumbre en una medida. La incertidumbre del resultado de una medida depende de un número de factores. Este incluye entre otros: repetición (precisión), reproducibilidad (repetibilidad entre días), trazabilidad (cadena inquebrantable de estándares nacionales) y un estudio exhaustivo de todas las posibles causas del error, como indica la guía ISO para la expresión de incertidumbre en medidas (GUM).

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas

## Definiciones y Siglas

Para los propósitos de esta parte de ISO 17123, los términos y definiciones dadas en ISO en ISO 3534-1, ISO 4463-1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123-1, se emplean GUM y VIM.

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>2 de 8</b> |

## Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

## Materiales necesarios

### Ángulos horizontales:

- Cuatro pilares sobre los cuales son colocados las tablas de puntería
- Un pilar con centrado forzoso sobre el cual será colocado el teodolito
- Termómetro
- Barómetro

### Ángulos verticales:

- Una columna o construcción vertical de 30m de altura
- Cuatro tablas de puntería
- Un pilar con centrado forzoso sobre el cual será colocado el teodolito
- Termómetro
- Barómetro

## Procedimiento

### Requerimientos

Es importante que el operador investigue si la precisión del equipo de medición es apropiada para el trabajo de medición a realizar.

Antes de comenzar el estudio es importante que el operador conozca y ajuste el equipo y sus accesorios de acuerdo al manual del fabricante y que los mismos sean empleados con los trípodes recomendados por el fabricante.

Los resultados de estas pruebas son influenciados por condiciones meteorológicas, especialmente por el gradiente de la temperatura. Un cielo nublado y baja velocidad de viento garantiza las condiciones de clima más favorables. Las condiciones particulares para ser tomadas en cuenta pueden variar dependiendo de donde van a ser realizadas las tareas. Deben ser tomadas notas sobre las condiciones del tiempo actuales al momento de la medición y el tipo de superficie sobre la cual



|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>3 de 8</b> |

fueron hechas las mediciones. Las condiciones elegidas para las pruebas deben coincidir con las esperadas cuando el trabajo de medición se lleve a cabo (ver ISO 7077 e ISO 7078).

La medida de la precisión de teodolitos es expresada en términos de la desviación estándar experimental (raíz del error cuadrático medio) de una dirección horizontal (Hz), observada en ambas posiciones del telescopio o de un ángulo vertical (V) observada en ambas posiciones del telescopio.

### Medición de direcciones horizontales.

#### Configuración del campo de prueba

Se deben fijar 4 puntos fijos que deben estar ubicados aproximadamente en el mismo plano horizontal que el instrumento, a una distancia entre 100m y 250m, y situado en intervalos alrededor del horizonte tan regular como sea posible. Los puntos que deben ser usados deben ser fácilmente reconocidos, preferiblemente tablas de puntería.

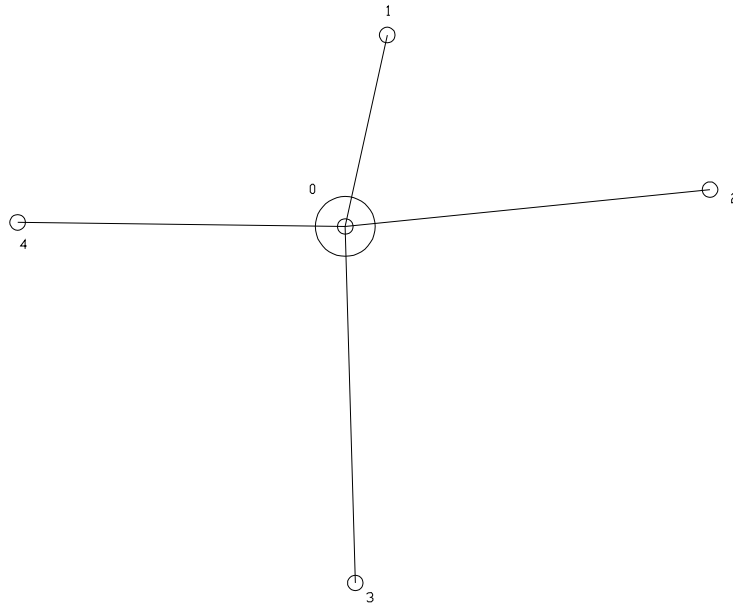


Figura 1 – Configuración del campo de prueba para medición de direcciones horizontales

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>4 de 8</b> |

### Mediciones

Deben ser tomadas  $m = 1$  series de mediciones.

La serie consiste en  $n = 3$  conjuntos ( $j$ ) de observaciones a los puntos objetivo  $t = 4$  ( $k$ ).

Los puntos objetivo deben ser observados en cada conjunto en la posición I del telescopio secuencialmente en sentido horario y en la posición II del telescopio en sentido antihorario. El círculo graduado del limbo debe ser girado  $60^\circ$  (67 gon) después de cada conjunto. Si no es posible rotar el círculo graduado del limbo, como por ejemplo para teodolitos electrónicos, la base del teodolito debe ser girado aproximadamente  $120^\circ$  (133 gon) sobre el trípode.

### Cálculos:

La evaluación de las mediciones se realiza ajustando las ecuaciones de las observaciones por mínimos cuadrados. Una dirección esta marcada por  $x_{j,k,I}$  o  $x_{j,k,II}$ . El índice  $j$  es el número de conjunto y el índice  $k$  es el número del punto objetivo. I y II indican la posición del telescopio.

En primer lugar, se calcula la media de las lecturas en ambas posiciones I y II del telescopio:

$$x_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 180^\circ}{2} = \left( \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 200\text{gon}}{2} \right); \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

La reducción en la dirección del punto objetivo N° 1 resulta en:

$$x'_{j,k} = x_{j,k} - x_{j,1}; \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

La media en la dirección al punto objetivo  $k$  de los  $n=3$  conjuntos de mediciones es:

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k=1,\dots,4$$

De las diferencias

$$d_{j,k} = \bar{x}_k - x'_{j,k}; \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

Para cada conjunto de medidas la media aritmética es:

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

|   |  |                                   |                   |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
|   | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b> |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3                      Teodolitos – Método simple</b> |  | Página #:<br><b>5 de 8</b>        |                   |

Por lo tanto el residual es:

$$r_{j,k} = d_{j,k} - \bar{d}_j; \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

Cada conjunto debe cumplir la siguiente condición, excepto por errores de redondeo:

$$\sum_{k=1}^4 r_{j,k} = 0; \quad j=1,2,3$$

La suma de los cuadrados de los residuales es:

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

Para los  $n = 3$  conjuntos ( $j$ ) de observaciones a los puntos objetivo  $t = 4$  ( $k$ ) el número de grados de libertad es:

$$v = (3 - 1) * (4 - 1) = 6$$

La desviación estándar experimental  $s$  en una dirección  $x_{j,k}$  de una serie de observaciones realizadas en ambas posiciones del telescopio es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum r^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum r^2}{6}}$$

|                                     |
|-------------------------------------|
| <b>Medida de ángulos verticales</b> |
|-------------------------------------|

Configuración del campo de prueba

El teodolito debe ser colocado a una distancia de aproximadamente 50m de una edificación alta. En esta edificación, puntos bien definidos (parte de ventanas, esquina de ladrillos, parte de antenas, etc.) u objetivos fijados a una pared deben ser seleccionados o colocados para cubrir un alcance del ángulo vertical de 30° aproximadamente (ver figura 2).

|                                 |   |                                   |                            |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                         |                                   | Página #:<br><b>6 de 8</b> |

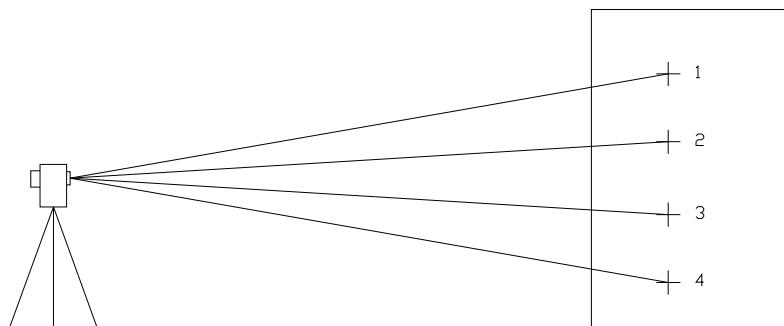


Figura 2- Configuración del campo de prueba para medidas de ángulos verticales

### Mediciones

Antes de comenzar a tomar las medidas, permitir al instrumento aclimatarse a la temperatura del ambiente. El tiempo requerido es de aproximadamente dos minutos por grado Celsius de diferencia.

La serie consiste en  $n = 3$  conjuntos ( $j$ ) de observaciones a los puntos objetivo  $t = 4$  ( $k$ ).

Los puntos objetivo deben ser observados en cada conjunto en la posición I del telescopio secuencialmente desde el punto N°1 al punto N°4 y en la posición II del telescopio desde el punto N°4 al punto N°1.

### Cálculos

La evaluación de los valores es un ajuste por mínimos cuadrados de las ecuaciones de observación. Dentro de las  $i^{\text{th}}$  series de mediciones, un ángulo vertical (normalmente ángulo cenital) es marcado por  $x_{j,k,I}$  o  $x_{j,k,II}$ . El índice  $k$  es el número del punto objetivo. I y II indica la posición de la cara del telescopio.

En primer lugar, se calcula la media de las lecturas de ambas posiciones I y II del telescopio:

$$x'_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} - x_{j,k,II} + 360^\circ}{2} = \left( \frac{x_{j,k,I} - x_{j,k,II} + 400\text{gon}}{2} \right); \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

La media de los ángulos verticales de los  $n = 3$  conjuntos a los  $k$  puntos objetivo son:

|  |   |                                   |                   |
|--|---|-----------------------------------|-------------------|
|  | <b>Instrucciones técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b> |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3 Teodolitos – Método simple</b> |   | Página #:<br><b>7 de 8</b>        |                   |

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k = 1, \dots, 4$$

Los residuales son:

$$r_{j,k} = x'_{j,k} - \bar{x}_k; \quad j=1,2,3 \quad k=1, \dots, 4$$

Los residuales de todos los conjuntos deben cumplir con la siguiente condición (excepto por errores de redondeo):

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

La suma de cuadrados de los residuales de las  $i^{\text{th}}$  series de mediciones es:

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

Para  $n = 3$  conjuntos de ángulos verticales a los  $t = 4$  puntos objetivo, el número de grados de libertad es en cada caso:

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

La desviación estándar experimental,  $s_i$ , de un ángulo vertical,  $x'_{j,k}$ , para cada conjunto de mediciones observadas en ambas posiciones del telescopio, válida para las series  $i^{\text{th}}$  de medidas es:

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

$$v = v_1$$

$$s = s_1$$

$$s_{\text{ISO-THEO-V}} = s$$

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>8 de 8</b> |

## Documentación

| Registro  | Personal Designado* |
|---|---------------------|
| Norma ISO 17123 – 3<br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Part 3: Theodolites |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien más.

## Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 3  
Anexo A: Ejemplo del método simple

## Revisiones - Historia

Revisión 0

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>1 de 8</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## Objetivo

Especificar procedimientos de campo a ser adoptados cuando se determina y evalúa la precisión de teodolitos y su equipamiento auxiliar.

## Alcance

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otros estándares. No están propuestos como pruebas para aceptación o evaluaciones de rendimientos que son más complejos por naturaleza.

Es uno de los primeros pasos en el proceso de evaluar la incertidumbre en una medida. La incertidumbre del resultado de una medida depende de un número de factores. Este incluye entre otros: repetición (precisión), reproducibilidad (repetibilidad entre días), trazabilidad (cadena inquebrantable de estándares nacionales) y un estudio exhaustivo de todas las posibles causas del error, como indica la guía ISO para la expresión de incertidumbre en medidas (GUM).

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas

## Definiciones y Siglas

Para los propósitos de esta parte de ISO 17123, los términos y definiciones dadas en ISO en ISO 3534-1, ISO 4463-1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123-1, se emplean GUM y VIM.

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>2 de 8</b> |

## Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

## Materiales necesarios

### Ángulos horizontales:

- Cuatro pilares sobre los cuales son colocados las tablas de puntería
- Un pilar con centrado forzoso sobre el cual será colocado el teodolito
- Termómetro
- Barómetro

### Ángulos verticales:

- Una columna o construcción vertical de 30m de altura
- Cuatro tablas de puntería
- Un pilar con centrado forzoso sobre el cual será colocado el teodolito
- Termómetro
- Barómetro

## Procedimiento

### Requerimientos

Es importante que el operador investigue si la precisión del equipo de medición es apropiada para el trabajo de medición a realizar.

Antes de comenzar el estudio es importante que el operador conozca y ajuste el equipo y sus accesorios de acuerdo al manual del fabricante y que los mismos sean empleados con los trípodes recomendados por el fabricante.

Los resultados de estas pruebas son influenciados por condiciones meteorológicas, especialmente por el gradiente de la temperatura. Un cielo nublado y baja velocidad de viento garantiza las condiciones de clima más favorables. Las condiciones particulares para ser tomadas en cuenta pueden variar dependiendo de donde van a ser realizadas las tareas. Deben ser tomadas notas sobre las condiciones del tiempo actuales al momento de la medición y el tipo de superficie sobre la cual



|   |  |                                   |                   |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
|   | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b> |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3                      Teodolitos – Método simple</b> |  | Página #:<br><b>3 de 8</b>        |                   |

fueron hechas las mediciones. Las condiciones elegidas para las pruebas deben coincidir con las esperadas cuando el trabajo de medición se lleve a cabo (ver ISO 7077 e ISO 7078).

La medida de la precisión de teodolitos es expresada en términos de la desviación estándar experimental (raíz del error cuadrático medio) de una dirección horizontal (Hz), observada en ambas posiciones del telescopio o de un ángulo vertical (V) observada en ambas posiciones del telescopio.

**Medición de direcciones horizontales.**

Configuración del campo de prueba

Se deben fijar 4 puntos fijos que deben estar ubicados aproximadamente en el mismo plano horizontal que el instrumento, a una distancia entre 100m y 250m, y situado en intervalos alrededor del horizonte tan regular como sea posible. Los puntos que deben ser usados deben ser fácilmente reconocidos, preferiblemente tablas de puntería.

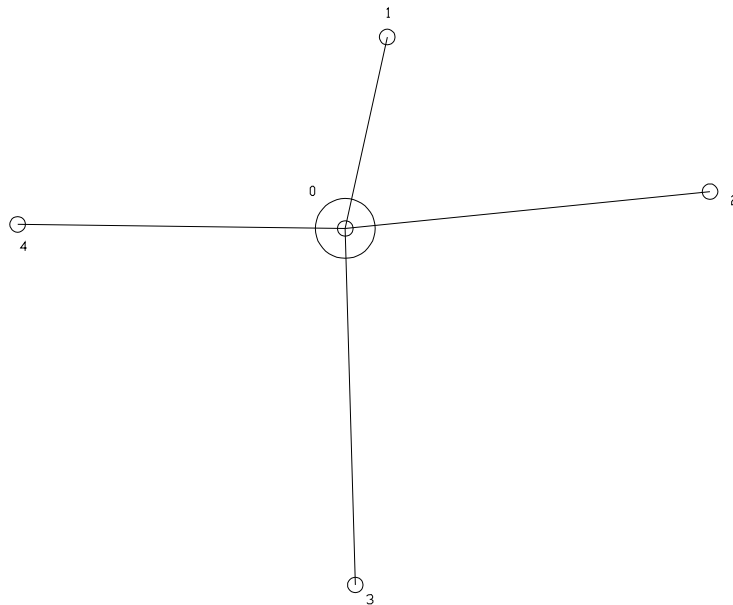


Figura 1 – Configuración del campo de prueba para medición de direcciones horizontales

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>4 de 8</b> |

### Mediciones

Deben ser tomadas  $m = 1$  series de mediciones.

La serie consiste en  $n = 3$  conjuntos ( $j$ ) de observaciones a los puntos objetivo  $t = 4$  ( $k$ ).

Los puntos objetivo deben ser observados en cada conjunto en la posición I del telescopio secuencialmente en sentido horario y en la posición II del telescopio en sentido antihorario. El círculo graduado del limbo debe ser girado  $60^\circ$  (67 gon) después de cada conjunto. Si no es posible rotar el círculo graduado del limbo, como por ejemplo para teodolitos electrónicos, la base del teodolito debe ser girado aproximadamente  $120^\circ$  (133 gon) sobre el trípode.

### Cálculos:

La evaluación de las mediciones se realiza ajustando las ecuaciones de las observaciones por mínimos cuadrados. Una dirección esta marcada por  $x_{j,k,I}$  o  $x_{j,k,II}$ . El índice  $j$  es el número de conjunto y el índice  $k$  es el número del punto objetivo. I y II indican la posición del telescopio.

En primer lugar, se calcula la media de las lecturas en ambas posiciones I y II del telescopio:

$$x_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 180^\circ}{2} = \left( \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 200\text{gon}}{2} \right); \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

La reducción en la dirección del punto objetivo N° 1 resulta en:

$$x'_{j,k} = x_{j,k} - x_{j,1}; \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

La media en la dirección al punto objetivo  $k$  de los  $n=3$  conjuntos de mediciones es:

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k=1,\dots,4$$

De las diferencias

$$d_{j,k} = \bar{x}_k - x'_{j,k}; \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

Para cada conjunto de medidas la media aritmética es:

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

|   |  |                                   |                   |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|
|   | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b> |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3                      Teodolitos – Método simple</b> |  | Página #:<br><b>5 de 8</b>        |                   |

Por lo tanto el residual es:

$$r_{j,k} = d_{j,k} - \bar{d}_j; \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

Cada conjunto debe cumplir la siguiente condición, excepto por errores de redondeo:

$$\sum_{k=1}^4 r_{j,k} = 0; \quad j=1,2,3$$

La suma de los cuadrados de los residuales es:

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

Para los  $n = 3$  conjuntos ( $j$ ) de observaciones a los puntos objetivo  $t = 4$  ( $k$ ) el número de grados de libertad es:

$$v = (3 - 1) * (4 - 1) = 6$$

La desviación estándar experimental  $s$  en una dirección  $x_{j,k}$  de una serie de observaciones realizadas en ambas posiciones del telescopio es:

$$s = \sqrt{\frac{\sum r^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum r^2}{6}}$$

## Medida de ángulos verticales

### Configuración del campo de prueba

El teodolito debe ser colocado a una distancia de aproximadamente 50m de una edificación alta. En esta edificación, puntos bien definidos (parte de ventanas, esquina de ladrillos, parte de antenas, etc.) u objetivos fijados a una pared deben ser seleccionados o colocados para cubrir un alcance del ángulo vertical de 30° aproximadamente (ver figura 2).

|                                 |   |                                   |                            |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                         |                                   | Página #:<br><b>6 de 8</b> |

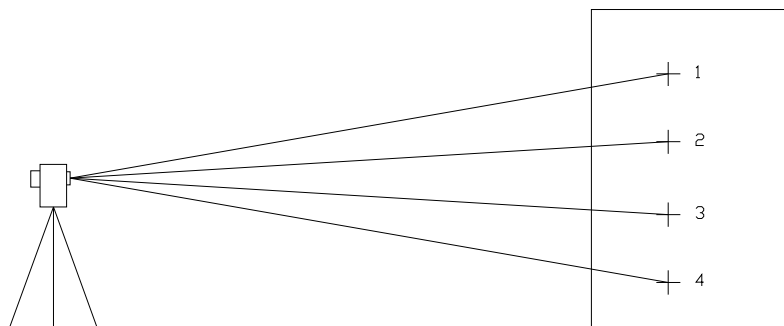


Figura 2- Configuración del campo de prueba para medidas de ángulos verticales

### Mediciones

Antes de comenzar a tomar las medidas, permitir al instrumento aclimatarse a la temperatura del ambiente. El tiempo requerido es de aproximadamente dos minutos por grado Celsius de diferencia.

La serie consiste en  $n = 3$  conjuntos ( $j$ ) de observaciones a los puntos objetivo  $t = 4$  ( $k$ ).

Los puntos objetivo deben ser observados en cada conjunto en la posición I del telescopio secuencialmente desde el punto N°1 al punto N°4 y en la posición II del telescopio desde el punto N°4 al punto N°1.

### Cálculos

La evaluación de los valores es un ajuste por mínimos cuadrados de las ecuaciones de observación. Dentro de las  $i^{\text{th}}$  series de mediciones, un ángulo vertical (normalmente ángulo cenital) es marcado por  $x_{j,k,I}$  o  $x_{j,k,II}$ . El índice  $k$  es el número del punto objetivo. I y II indica la posición de la cara del telescopio.

En primer lugar, se calcula la media de las lecturas de ambas posiciones I y II del telescopio:

$$x'_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} - x_{j,k,II} + 360^\circ}{2} = \left( \frac{x_{j,k,I} - x_{j,k,II} + 400\text{gon}}{2} \right); \quad j=1,2,3; \quad k=1,\dots,4$$

La media de los ángulos verticales de los  $n = 3$  conjuntos a los  $k$  puntos objetivo son:

|   |   |                                   |                   |
|---|---|-----------------------------------|-------------------|
|   | <b>Instrucciones técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b> |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3                      Teodolitos – Método simple</b> |   | Página #:<br><b>7 de 8</b>        |                   |

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k = 1, \dots, 4$$

Los residuales son:

$$r_{j,k} = x'_{j,k} - \bar{x}_k; \quad j=1,2,3 \quad k=1, \dots, 4$$

Los residuales de todos los conjuntos deben cumplir con la siguiente condición (excepto por errores de redondeo):

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

La suma de cuadrados de los residuales de las  $i^{\text{th}}$  series de mediciones es:

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

Para  $n = 3$  conjuntos de ángulos verticales a los  $t = 4$  puntos objetivo, el número de grados de libertad es en cada caso:

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

La desviación estándar experimental,  $s_i$ , de un ángulo vertical,  $x'_{j,k}$ , para cada conjunto de mediciones observadas en ambas posiciones del telescopio, válida para las series  $i^{\text{th}}$  de medidas es:

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

$$v = v_1$$

$$s = s_1$$

$$s_{\text{ISO-THEO-V}} = s$$

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:<br><b>0</b>          |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 3</b> | <b>Teodolitos – Método simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>8 de 8</b> |

## Documentación

| Registro  | Personal Designado* |
|---|---------------------|
| Norma ISO 17123 – 3<br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Part 3: Theodolites |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien más.

## Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 3  
Anexo A: Ejemplo del método simple

## Revisiones - Historia

Revisión 0

# INSTRUCCIONES TÉCNICAS

NORMA ISO 17123 – 4

EDM

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 4</b> | <b>EDM – Método Simple</b>                                       |                                   | Página #:<br><b>1 de 6</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### **Objetivo**

Especificar procedimientos de campo a ser adoptados cuando se determina y evalúa la precisión de de distanciómetros electro – ópticos (instrumentos con EDM) y su equipamiento auxiliar.

### **Alcance**

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otros estándares. No están propuestos como pruebas para aceptación o evaluaciones de rendimientos que son más complejos por naturaleza.

Es uno de los primeros pasos en el proceso de evaluar la incertidumbre en una medida. La incertidumbre del resultado de una medida depende de un número de factores. Este incluye entre otros: repetición (precisión), reproducibilidad (repetibilidad entre días), trazabilidad (cadena inquebrantable de estándares nacionales) y un exhaustivo asesoramiento de todas las posibles causas del error, como indica la guía ISO para la expresión de incertidumbre en medidas (GUM).

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas.

### **Definiciones y Siglas**

Los términos y definiciones aplicados son los presentados en las normas ISO 3534 – 1, ISO 4463 – 1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123 – 1, GUM y VIM



|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 4</b> | <b>EDM – Método Simple</b>                                       |                                   | Página #:<br><b>2 de 6</b> |

<sup>(I)</sup>Constante aditiva o error cero:

Error sistemático desconocido, presente en todas las medidas de distancias realizadas por un instrumento EDM y un prisma. El error es una constante absoluta que existe entre el centro óptico y el mecánico del reflector, y del centro eléctrico del instrumento EDM cuando es ubicado sobre una estación.

<sup>(II)</sup>Error de escala:

Se debe a la incertidumbre en la determinación del índice de refracción y la calibración de la modulación de la frecuencia.

### Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

### Materiales necesarios

- Instrumento EDM de precisión
- Prisma calibrado
- Cuatro pilares sobre los cuales se colocarán 4 prismas con su respectivo soporte portaprisma
- Un pilar con centrado forzoso sobre el cual será colocado en instrumento EDM
- Barómetro
- Termómetro
- Frecuencímetro (opcional)

### Procedimiento

#### Requerimientos

Es importante que el operador investigue si la precisión del equipo de medición es apropiada para el trabajo a realizar.

Antes de comenzar el estudio es importante que el operador conozca y ajuste el instrumento EDM y sus accesorios de acuerdo al manual del fabricante.

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 4</b> | <b>EDM – Método Simple</b>                                       |                                   | Página #:<br><b>3 de 6</b> |

Los resultados de estas pruebas son influenciados por las condiciones atmosféricas, especialmente por el gradiente de la temperatura. Un cielo nublado y baja velocidad de viento garantiza las condiciones más favorables. Las condiciones particulares para ser tomadas en cuenta pueden variar dependiendo de donde van a ser realizadas las tareas. Deben ser tomadas notas sobre las condiciones del tiempo actuales al momento de la medición y el tipo de superficie sobre la cual fueron hechas las mediciones. Las condiciones elegidas para las pruebas deben coincidir con las esperadas cuando el trabajo de medición se lleve a cabo (ver ISO 7077 e ISO 7078).

### **Configuración del campo de prueba**

Este procedimiento se basa en tener un campo de prueba con distancias que son aceptadas como verdaderas. Si no es posible conocer esas distancias, es necesario determinar esas distancias usando un instrumento EDM de mayor precisión que la requerida para realizar la tarea, o empleando el instrumento EDM inmediatamente después de haber sido calibrado según el procedimiento completo.

El campo de prueba consiste en una estación fija para el instrumento y cuatro reflectores todos ellos fijos, colocados a distancias según el rango de medición particular de cada instrumento EDM (por ej. de 20m a 200m.). La distancia de la estación a los 4 prismas debe ser determinada usando un instrumento EDM con la precisión adecuada.

Para montar el campo de prueba, cada distancia debe ser medida por lo menos tres veces y el promedio de esas medidas debe ser calculado. Los valores medios deben ser corregidos según las desviaciones de la temperatura y la presión de sus respectivos valores estándar. Para este propósito, la temperatura ambiente y la presión deben ser medidas para determinar las correcciones que deben ser realizadas a los valores medios calculados de las cuatro distancias. Los valores medios deben ser corregidos en 1ppm para cualquier desviación de un 1°C en temperatura y/o para cualquier desviación en la presión de 3hPa (3 mbar)

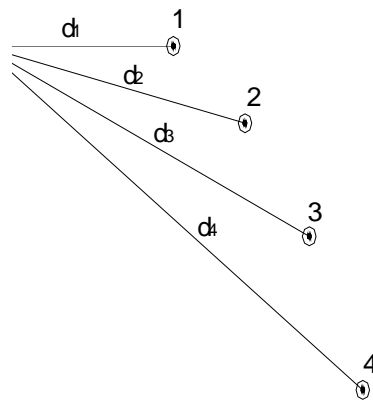


Figura 1 – Configuración del campo de prueba

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 4</b> | <b>EDM – Método Simple</b>                                       |                                   | Página #:<br><b>4 de 6</b> |

Los valores medios corregidos se consideran valores reales:

$$\bar{x}_1 = d_1$$

$$\bar{x}_2 = d_2$$

$$\bar{x}_3 = d_3$$

$$\bar{x}_4 = d_4$$

### Mediciones

Habrá que tener especial cuidado en el centrado del equipo sobre el punto base.

Cada distancia será medida tres veces, la temperatura del aire y la presión se deberán medir para sacar las correcciones atmosféricas.

Las distancias  $x_1, x_2, x_3, x_4$  son los valores promedio de las tres medidas corregidas según las influencias atmosféricas.

### Cálculos

Para cada tarea de medición las diferencias  $\bar{x}_j - x_j$  deben estar dentro de la desviación estándar especificada  $\pm p$  (según la ISO 4463-1). Si  $p$  no es determinado, todas las diferencias deben ser  $|\bar{x}_j - x_j| \leq 2.5 * s$ , donde  $s$  es la desviación estándar experimental de una medida de distancia, obtenida según el procedimiento completo con el instrumento EDM empleado para determinar las distancias del campo de prueba.

Si las diferencias  $|\bar{x}_j - x_j|$  son demasiado grandes para la tarea a realizar, es necesario hacer investigaciones adicionales para identificar las principales fuentes de error.

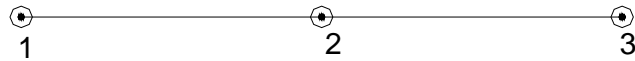
#### Investigaciones adicionales:

Si todas las diferencias  $\bar{x}_j - x_j$  tienen el mismo signo, posiblemente estemos frente a un error sistemático. Este puede ser un error del punto cero (constante aditiva) del EDM <sup>(I)</sup> ó un error de escala <sup>(II)</sup>. Si no se reconoce ningún error sistemático, entonces se recomienda realizar la prueba de procedimiento completa.

Si se sospecha la presencia de error de escala, la frecuencia de medición del instrumento EDM debe ser chequeada con un frecuencímetro.

|                                 |   |                                   |                            |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 4</b> | <b>EDM – Método Simple</b>                                |                                   | Página #:<br><b>5 de 6</b> |

Para estimar el error del punto cero (constante aditiva) ( $\delta$ ), se deberá construir una línea base temporal que consta de al menos tres puntos alineados en el mismo plano horizontal que cubran una distancia de 50 m. Tres trípodes con centro forzado deben constituir la línea base.



Línea base para el chequeo de errores del punto cero (constante aditiva)

Empleando las distancias medidas entre los trípodes, se calcula la corrección del punto cero  $\delta$ :

$$\delta = \overline{13} - \overline{12} - \overline{23}$$

## Documentación

| Registro  | Personal Designado* |
|---|---------------------|
| <b>Norma ISO 17123 - 4</b><br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Parte 4: Instrumentos de medición electrónicos (EDM) |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien más.

## Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 4  
Anexo A: Ejemplo del método simple

|                                 |  |                                   |                            |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 - 4</b> | <b>EDM – Método Simple</b>                                       |                                   | Página #:<br><b>6 de 6</b> |

### Referencias

#### Norma ISO 17123 - 4

Optics and optical Instruments

“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”

Parte 4: Instrumentos de medición electrónicos (EDM)

### Revisiones - Historia

Revision 0

|                                 |  |                                   |                             |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4</b> | <b>EDM – Método Completo</b>                                     |                                   | Página #:<br><b>1 de 10</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

## Objetivo

Especificar procedimientos de campo a ser adoptados cuando se determina y evalúa la precisión de de distanció metros electro – ópticos (instrumentos con EDM) y su equipamiento auxiliar.

## Alcance

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otros estándares. No están propuestos como pruebas para aceptación o evaluaciones de rendimientos que son más complejos por naturaleza.

Es uno de los primeros pasos en el proceso de evaluar la incertidumbre en una medida. La incertidumbre del resultado de una medida depende de un número de factores. Este incluye entre otros: repetición (precisión), reproducibilidad (repetibilidad entre días), trazabilidad (cadena inquebrantable de estándares nacionales) y un exhaustivo asesoramiento de todas las posibles causas del error, como indica la guía ISO para la expresión de incertidumbre en medidas (GUM).

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas.

## Definiciones y Siglas

Los términos y definiciones aplicados son los presentados en las normas ISO 3534 – 1, ISO 4463 – 1 ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123 – 1, GUM y VIM

|  |  |                                   |       |
|--|--|-----------------------------------|-------|
|  | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4                      EDM – Método Completo</b> |  | Página #:<br><b>2 de 10</b>       |       |

<sup>(I)</sup>Constante aditiva o error cero:

Error sistemático desconocido, presente en todas las medidas de distancias realizadas por un instrumento EDM y un prisma. El error es una constante absoluta que existe entre el centro óptico y el mecánico del reflector, y del centro eléctrico del instrumento EDM cuando es ubicado sobre una estación.

<sup>(II)</sup>Error de escala:

Se debe a la incertidumbre en la determinación del índice de refracción y la calibración de la modulación de la frecuencia.

### Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

### Materiales necesarios

- Instrumento EDM de precisión
- Prisma calibrado
- Siete pilares con plataforma de centrado forzoso donde se colocarán los primas o el instrumento según corresponda.
- Barómetro
- Termómetro
- Frecuencímetro

### Procedimiento

#### Requerimientos

Es importante que el operador investigue si la precisión del equipo de medición es apropiada para el trabajo de medición a realizar.

Antes de comenzar el estudio es importante que el operador conozca y ajuste el instrumento EDM y sus accesorios de acuerdo al manual del fabricante

Los resultados de estas pruebas son influenciados por las condiciones atmosféricas, especialmente por el gradiente de la temperatura. Un cielo nublado y baja velocidad de viento garantiza las

|  |  |                                   |       |
|--|--|-----------------------------------|-------|
| <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio]           |  | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4                      EDM – Método Completo</b> |  | Página #:<br><b>3 de 10</b>       |       |

condiciones más favorables. Las condiciones particulares para ser tomadas en cuenta pueden variar dependiendo de donde van a ser realizadas las tareas. Se debe tomar nota de las condiciones atmosféricas al momento de la medición y el tipo de superficie sobre la cual fueron realizadas las mediciones. Las condiciones elegidas para las pruebas deben coincidir con las esperadas cuando el trabajo de medición se lleve a cabo (ver ISO 7077 e ISO 7078).

Este procedimiento se basa en la combinación de la medición de varias distancias sobre una línea de prueba, sin valores nominales. La desviación estándar experimental de una medida se obtiene mediante el ajuste por mínimos cuadrados de las mediciones realizadas. Los errores de escala en un instrumento EDM no pueden ser detectados mediante este procedimiento pero los mismos no tienen influencia en la desviación estándar,  $s$ , o en el error cero (constante aditiva),  $\delta$ , para determinar la estabilidad de la modulación de la frecuencia (error de escala) el instrumento debe ser chequeado empleando un frecuencímetro.

La medida de la precisión es expresada en términos de la desviación estándar experimental,  $s$ , de una medida.

$$s_{ISO-EDM}$$

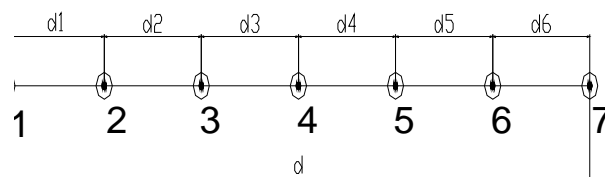
Este procedimiento puede ser usado para determinar:

- La medida de la precisión de un instrumento EDM y su equipamiento auxiliar operado por una única persona en un tiempo dado.
- La medida de la precisión de un único instrumento a lo largo del tiempo.
- La medida de la precisión de cada uno de varios instrumentos EDM con el fin de permitir una comparación de sus respectivas precisiones, obtenidas en condiciones similares de campo

### **Configuración de la línea de prueba**

Una línea de recta de 600m de largo con siete puntos será establecida en un área horizontal o con pendiente constante (ver Figura). Los puntos deben estar fijos mientras se realicen las medidas para la prueba.

Para obtener valores representativos para el cálculo de la desviación estándar experimental,  $s$ , y la corrección del error de cero,  $\delta$ , los puntos serán seleccionados de tal manera que las distancias medidas, determinadas por medición de fase con una frecuencia fina, sea distribuida uniformemente sobre la unidad de longitud (escala de medición) del instrumento EDM





|                                 |  |                                   |                             |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4</b> | <b>EDM – Método Completo</b>                                     |                                   | Página #:<br><b>4 de 10</b> |

Se logrará una buena configuración de la línea de prueba, si las seis distancias entre los puntos derivan del siguiente procedimiento:

- $d_0 = 600\text{m}$  es la longitud aproximada de la línea proyectada de prueba; -
- $\lambda$  es la longitud de onda del instrumento EDM;
- $\lambda / 2$  es la unidad de longitud (escala de medición) del instrumento EDM.

$$\beta_0 = \frac{(d_0 - 6,5\lambda)}{15}$$

Donde  $\beta_0$  es el redondeo al valor entero más cercano:

$$\beta = \mu * \lambda/2$$

Donde  $\mu$  es un número entero

Con:  $\gamma = \lambda/2$

Las seis distancias de la línea de prueba  $d_1 \dots d_6$  y la longitud entera,  $d$ , son calculadas:

$$d_1 = \lambda + \beta + 3\gamma$$

$$d_2 = \lambda + 3\beta + 7\gamma$$

$$d_3 = \lambda + 5\beta + 11\gamma$$

$$d_4 = \lambda + 4\beta + 9\gamma$$

$$d_5 = \lambda + 2\beta + 5\gamma$$

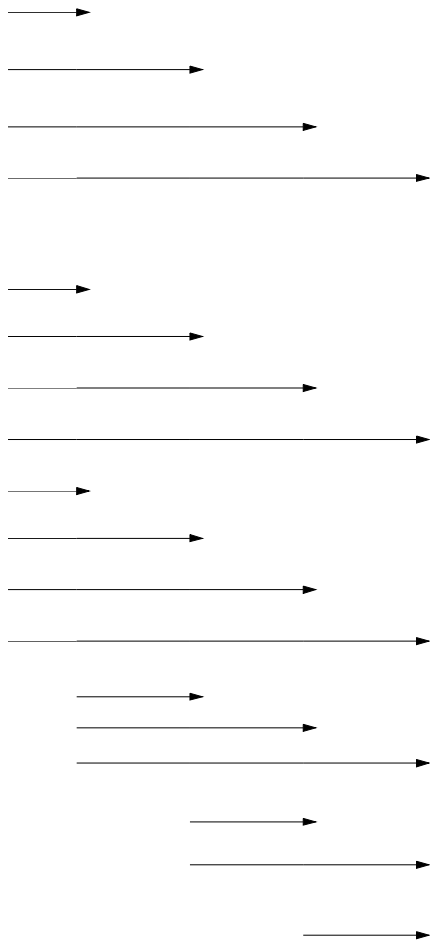
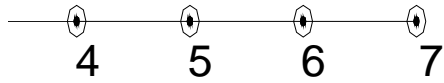
$$d_6 = \lambda + \gamma$$

$$d = 6\lambda + 15\beta + 36\gamma$$

### Mediciones

Todas las distancias serán medidas durante el mismo día. Debe ser empleada una plataforma de centrado forzoso al cambiar de estación el equipo de forma tal de eliminar el error de centrado. Un número suficiente de prismas debe asegurar que todas las distancias sean medidas con una buena señal de retorno. La medida de las distancias deberá realizarse cuando exista una buena visibilidad y exista una baja insolación. La temperatura de aire y la presión deberán ser medidas frecuentemente para asegurar la confiabilidad de la corrección atmosférica.

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4</b> | <b>EDM – Método Completo</b>                              |                                   | Página #:<br><b>5 de 10</b> |



**Distancias a medir**

**Cálculos**

Las medidas  $\tilde{x}_{p,q}$  (distancias medidas) serán corregidas por errores sistemáticos (la corrección atmosférica y reducción de la pendiente). Estos valores corregidos  $x_{p,q}$  son evaluados ajustando las de ecuaciones de observación. Para los cálculos se toman todas las mediciones con igual peso. Los

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4</b> | <b>EDM – Método Completo</b>                              |                                   | Página #:<br><b>6 de 10</b> |

parámetros desconocidos son las seis distancias  $\bar{x}_{1,2}, \bar{x}_{2,3}, \bar{x}_{3,4}, \bar{x}_{4,5}, \bar{x}_{5,6}, \bar{x}_{6,7}$  y la corrección ( $\delta$ ) del error cero.

Los resultados son obtenidos de:

$$a_p = \sum_{q=1}^{7-p} x_{q,p+q} - \sum_{q=1}^p x_{q,7-p+q}; \quad p = 4,5,6$$

$$b_p = \frac{1}{7} \left( \sum_{q=p+1}^7 x_{p,q} - \sum_{q=1}^{p-1} x_{q,p} \right); \quad p = 1, \dots, 7$$

$$\delta = \frac{1}{35} \left( \sum_{p=4}^6 (2p-7) * a_p \right)$$

Donde  $\delta$  es la corrección del error cero

$$r_{p,q} = b_p - b_q - \left( \frac{(7+2*(p-q))}{7} \right) * \delta - x_{p,q}; \quad p = 1, \dots, 6 \quad q = p+1, \dots, 7$$

Donde  $r_{p,q}$  son los residuales de las 21 distancias medidas  $x_{p,q}$ , corregidas por efectos sistemáticos (corrección atmosférica, corrección por pendiente, pero no por error cero)

$$\sum r^2 = \sum_{p=1}^6 \sum_{q=p+1}^7 r_{p,q}^2 = r_{1,2}^2 + r_{1,3}^2 + \dots + r_{6,7}^2$$

Donde:

$\Sigma r^2$  es la suma de los cuadrados de los residuales  $r_{p,q}$

$$v = n - u = 14$$

- $v$  es el número de grados de libertad;
- $n$  es el número de medidas (=21);
- $u$  es el número de parámetros estimados (=6+1=7).

$$s = \sqrt{\frac{\sum r^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum r^2}{14}}$$

|                                 |  |                                   |                             |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4</b> | <b>EDM – Método Completo</b>                                     |                                   | Página #:<br><b>7 de 10</b> |

Siendo  $s$ , la desviación estándar experimental de una sola distancia.

$$s_{\text{ISO-EDM}} = s$$

La desviación estándar experimental de la corrección,  $\delta$ , de error cero es calculada:

$$s_{\delta} = s * \left( \frac{1}{\sqrt{5}} \right) = s * 0,45$$

### Tests estadísticos

Para la interpretación de los resultados, se pueden desarrollar tests estadísticos empleando:

- la desviación estándar experimental,  $s$ , de una distancia medida sobre la línea de prueba
- la corrección de error cero,  $\delta$ , del instrumento EDM y su desviación estándar experimental,  $s_{\delta}$ .

Con el fin de contestar a las siguientes preguntas: (mirar la Tabla 1):

- a) La desviación estándar calculada  $s$ , es menor que el correspondiente valor  $\sigma$ , dado por el fabricante o algún otro valor predeterminado de  $\sigma$ ?
- b) Dos desviaciones estándar experimentales,  $s$  y  $\bar{s}$ , determinadas de dos muestras diferentes de mediciones pertenecientes a la misma población, ¿tienen el mismo número de grados de libertad?

Las desviaciones estándar,  $s$  y  $\bar{s}$ , pueden ser obtenidas mediante:

- dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, varias veces
- dos muestras de mediciones realizadas con instrumentos diferentes.

c) ¿Es la corrección de el error cero (constante aditiva),  $\delta$ , igual a cero según los datos suministrados por el fabricante ( $\delta_0=0$ ) o, si los prismas son usados con una corrección de error cero (constante aditiva) dada  $\delta_0$ , es  $\delta = \delta_0$ ?

Para los siguientes tests el nivel de confianza será:  $1 - \alpha = 0.95$  y de acuerdo con el diseño de las mediciones, el numero de grados de libertad es  $\nu = 14$

|                                 |   |                                   |       |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4</b> | <b>EDM – Método Completo</b>                              | Página #:<br><b>8 de 10</b>       |       |

**Tabla 1 – Test estadístico**

| Pregunta | Hipótesis nula          | Hipótesis alternativa      |
|----------|-------------------------|----------------------------|
| a)       | $s \leq \sigma$         | $s > \sigma$               |
| b)       | $\sigma = \bar{\sigma}$ | $\sigma \neq \bar{\sigma}$ |
| c)       | $\delta = \delta_0$     | $\delta \neq \delta_0$     |

**Pregunta a)**

La hipótesis nula que establece que la desviación estándar experimental  $s$  es menor o igual que un valor teórico predeterminado  $\sigma$ , no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha}(v)}{v}}$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(14)}{14}} \text{ y } \chi^2_{0.95}(14) = 23.68$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{23.68}{14}}$$

$s \leq \sigma \times 1.30$  Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.

**Pregunta b)**

En el caso de dos muestras diferentes, un test nos indica si las desviaciones estándar experimentales  $s$  y  $\bar{s}$ , pertenecen a la misma población.

La correspondiente hipótesis nula  $\sigma = \bar{\sigma}$ , no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v, v)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{-\alpha/2}(v, v)$$

|                                 |   |                                   |                             |
|---------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                 | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4</b> | <b>EDM – Método Completo</b>                              |                                   | Página #:<br><b>9 de 10</b> |

$$\frac{1}{F_{0.975}(14,14)} \leq \frac{s^2}{s^2} \leq F_{0.975}(14,14) \quad \text{y} \quad F_{0.975}(14,14) = 2.98$$

$$0.34 \leq \frac{s^2}{s^2} \leq 2.98 \quad \text{Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.}$$

### Pregunta c)

La hipótesis de la igualdad de las correcciones de el error cero  $\delta$  y  $\delta_0$  no será rechazada, mientras se cumpla la siguiente condición:

$$|\delta - \delta_0| \leq s_\delta \times t_{1-\alpha/2}(v)$$

$$|\delta - \delta_0| \leq s_\delta \times t_{0.975}(14) \quad \text{y} \quad t_{0.975}(14) = 2.14$$

$$s_\delta = \frac{s}{\sqrt{5}} = 0 \times 0.45$$

$$|\delta - \delta_0| \leq \frac{s}{\sqrt{5}} \times 2.14 \quad \text{de otra forma, la hipótesis nula será rechazada.}$$

El número de grados de libertad y así como sus correspondientes valores en los tests, cambian si es analizado un diferente número de mediciones.

### Documentación

| Registro  | Personal Designado* |
|---|---------------------|
| <b>Norma ISO 17123 - 4</b><br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Parte 4: Instrumentos de medición electrónicos (EDM) |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien más.

|                                 |  |                                   |                              |
|---------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------|
|                                 | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                        |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 4</b> | <b>EDM – Método Completo</b>                                     |                                   | Página #:<br><b>10 de 10</b> |

## Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 4  
Anexo B: Ejemplo del método completo

## Referencias

### Norma ISO 17123 - 4

Optics and optical Instruments

“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”

Parte 4: Instrumentos de medición electrónicos (EDM)

## Revisiones - Historia

Revision 0

# INSTRUCCIONES TÉCNICAS

NORMA ISO 17123 – 5

ESTACIÓN TOTAL



|         |  |                                   |                            |
|---------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método simple</b>              |                                   | Página #:<br><b>1 de 6</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### Objetivo

Especificar procedimientos de campo a ser adoptados cuando se determina y evalúa la precisión de Estaciones Totales y su equipamiento auxiliar.

### Alcance

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otras normas.

Dicho procedimiento no se propone como prueba de aceptación o como evaluación de desempeño.

Este procedimiento puede ser pensado como uno de los primeros pasos en el proceso de evaluación de la incertidumbre de una medición. La incertidumbre del resultado de una medición depende de una serie de factores. Estos incluyen entre otros, repetibilidad, la reproducibilidad (entre el día de repetibilidad) y una evaluación exhaustiva de todas las posibles fuentes de error, según lo estipulado por la Guía ISO para la expresión de la incertidumbre en la medición (GUM)

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas

### Definiciones y Siglas

Para los objetivos de este documento, los términos y definiciones son dados en ISO 3534-1, ISO 4463-1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123-1, la GUM y MARCHA se aplican.

|         |  |                                   |                            |
|---------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método simple</b>              |                                   | Página #:<br><b>2 de 6</b> |

## Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

## Materiales necesarios

- Un pilar con plataforma de centrado forzoso, sobre el cual será colocada la Estación Total
- Dos pilares sobre los cuales serán colocados los prismas cada uno con su correspondiente soporte portaprisma
- Termómetro
- Barómetro

## Procedimiento

### Requerimientos

Antes de comenzar el estudio es importante que el operador conozca y ajuste el equipo y sus accesorios de acuerdo al manual del fabricante y que los mismos sean empleados con los trípodes y reflectores recomendados por el fabricante.

Los resultados de estos estudios estarán influenciados por las condiciones meteorológicas, especialmente por el gradiente de la temperatura. El cielo nublado y baja velocidad del viento serán las condiciones climáticas favorables. Las condiciones climáticas particulares que deberán ser tenidas en cuenta, dependerán del lugar donde sea realizado el estudio. Se debe tomar nota de las condiciones climáticas en el momento del estudio y del tipo de superficie sobre la cual se realiza el estudio.

Este procedimiento se basa en un determinado número de mediciones, este test depende de la medición de las coordenadas (x,y,z) en un campo de prueba sin valores nominales. Debido a la influencia de la refracción atmosférica las coordenadas x e y poseen diferente precisión que la coordenada z, razón por la cual la precisión se calcula por separado. La diferencia máxima calculada como un indicador de la precisión.

|         |  |                                   |       |
|---------|--|-----------------------------------|-------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método simple</b>              | Página #:<br><b>3 de 6</b>        |       |

### Configuración del campo de prueba

Se deben de fijar tres estaciones  $S_j$  ( $j=1,2,3$ ) en los vértices de un triángulo (ver figura 1). Las longitudes de los lados pueden variar entre los 100m a y los 200m. Las alturas,  $Z_j$ , variarán de acuerdo a la topografía del campo de prueba.

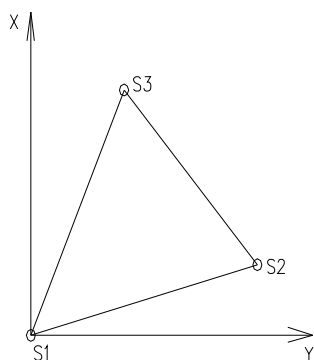


Figura 1-Configuración del campo de prueba

### Mediciones

Todas las mediciones deberán ser realizadas el mismo día, la temperatura del aire y la presión atmosférica deberán ser tomadas en cada estación para calcular las correcciones atmosféricas para las mediciones de distancias. Las distancias deben ser corregidas por un factor de  $10^{-6}$  según cualquier desviación de  $1^\circ \text{C}$  en la temperatura y/o cualquier desviación de 3 hPa (3mbar) en presión atmosférica. Debe ser empleada la constante de prisma según el prisma que se utilice.

Un sistema local de coordenadas arbitrario ( $x,y,z$ ) debe ser establecido, asignándole a la estación  $S_1$  las coordenadas iniciales, por ejemplo (1000, 2000, 300). Hacia la lectura cero del círculo horizontal se define el eje de las X.

En cada estación  $S_j$ , ( $j = 1, 2, 3$ ) deben ser tomadas las coordenadas de las otras dos estaciones en el sistema de referencia local. Los resultados de las mediciones realizadas desde la estación  $S_1$  deben ser utilizados como las coordenadas de las estaciones  $S_2$  y  $S_3$  respectivamente para las mediciones siguientes. Solo la estación  $S_1$ , debe ser empleada para la orientación.

Todas las observaciones deben ser realizadas con el telescopio en una posición.

|  |  |                                   |                            |
|--|--|-----------------------------------|----------------------------|
| <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio]      |  | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título:<br><b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método simple</b> |  |                                   | Página #:<br><b>4 de 6</b> |

**Esquema de observaciones para el método simple:**

| Target point   | x-coordinate<br>(station-, running number)<br>m   | y-coordinate<br>(station-, running number)<br>m | z-coordinate<br>(station-, running number)<br>m |
|--|---|---|---|
| Instrument station $S_1$   | Coordinates: (1 000, 2 000, 300) (take into account instrument and reflector height)<br>Orientation: arbitrary  |   |   |
| $S_2$  | $x_{2,1}$   | $y_{2,1}$                                       | $z_{2,1}$                                       |
| $S_3$  | $x_{3,1}$   | $y_{3,1}$                                       | $z_{3,1}$                                       |
| Instrument station $S_2$   | Coordinates: ( $x_{2,1}$ , $y_{2,1}$ , $z_{2,1}$ ) (take into account instrument and reflector height)<br>Orientation: backsight to $S_1$ (1 000, 2 000, 300) |   |   |
| $S_3$  | $x_{3,2}$   | $y_{3,2}$                                       | $z_{3,2}$                                       |
| $S_1$  | $x_{1,1}$   | $y_{1,1}$                                       | $z_{1,1}$                                       |
| Instrument station $S_3$   | Coordinates: ( $x_{3,1}$ , $y_{3,1}$ , $z_{3,1}$ ) (take into account instrument and reflector height)<br>Orientation: backsight to (1 000, 2 000, 300)       |   |   |
| $S_1$  | $x_{1,2}$   | $y_{1,2}$                                       | $z_{1,2}$                                       |
| $S_2$  | $x_{2,2}$   | $y_{2,2}$                                       | $z_{2,2}$                                       |
| $S_j$ is the instrument station or the target point $j$ ( $j = 1, 2, 3$ )<br>$x_{j,k}$ is the $k$ th measurement ( $k = 1, 2$ ) of the x-coordinate of point $j$ ( $j = 1, 2, 3$ )<br>$y_{j,k}$ is the $k$ th measurement ( $k = 1, 2$ ) of the y-coordinate of point $j$ ( $j = 1, 2, 3$ )<br>$z_{j,k}$ is the $k$ th measurement ( $k = 1, 2$ ) of the z-coordinate of point $j$ ( $j = 1, 2, 3$ ) |   |   |   |

**Cálculos**

Las diferencias de coordenadas deben ser calculadas como se detalla a continuación:

$$d_1 = x_{1,1} - x_{1,2}$$

$$d_2 = x_{2,1} - x_{2,2}$$

$$d_3 = x_{3,1} - x_{3,2}$$

$$d_4 = y_{1,1} - y_{1,2}$$

$$d_5 = y_{2,1} - y_{2,2}$$

$$d_6 = y_{3,1} - y_{3,2}$$

$$d_7 = z_{1,1} - z_{1,2}$$

$$d_8 = z_{2,1} - z_{2,2}$$

$$d_9 = z_{3,1} - z_{3,2}$$

La mitad de la diferencia de la diferencia máxima:

$$d_{x,y} = \frac{1}{2} \max_{i=1,\dots,6} |d_i|$$

|         |   |                                   |       |
|---------|---|-----------------------------------|-------|
|         | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método simple</b>       | Página #:<br><b>5 de 6</b>        |       |

$$d_z = \frac{1}{2} \max_{i=7,8,9} |d_i|$$

Las medias diferencias  $d_{x,y}$  y  $d_z$ , deben estar dentro de las desviaciones permitidas  $\pm p_{x,y}$  y  $\pm p_z$  respectivamente (de acuerdo con la norma ISO 4463-1). Si los valores  $\pm p_{x,y}$  y  $\pm p_z$  son desconocidos, las medias diferencias deben cumplir con lo siguiente:

$$d_{x,y} \leq 2.5 \times s_{ISO-TACH\ xy}$$

$$d_z \leq 2.5 \times s_{ISO-TACH\ z}$$

Donde  $s_{ISO-TACH\ xy}$  y  $s_{ISO-TACH\ z}$

Son las desviaciones estándar experimentales de las mediciones x,y y z respectivamente, determinadas de acuerdo al procedimiento completo con el mismo instrumento

## Documentación

| Registro   | Personal Designado* |
|--|---------------------|
| Norma ISO 17123<br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Part 5 - Electronic Tacheometers |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien más.

## Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 5

Anexo A: Ejemplo del método simple

|         |  |                                   |                            |
|---------|--|-----------------------------------|----------------------------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                      |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5      Estación Total - Método simple</b>         |                                   | Página #:<br><b>6 de 6</b> |

### Referencias

#### Norma ISO 17123 - 5

Optics and optical Instruments

“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”

Part 5: Electronic Tacheometers

### Revisiones - Historia

Revision 0

|         |  |                                   |                             |
|---------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>            |                                   | Página #:<br><b>1 de 11</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### Objetivo

Especificar procedimientos de campo a ser adoptados cuando se determina y evalúa la precisión de Estaciones Totales y su equipamiento auxiliar.

### Alcance

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otras normas.

Dicho procedimiento no se propone como prueba de aceptación o como evaluación de desempeño.

Este procedimiento puede ser pensado como uno de los primeros pasos en el proceso de evaluación de la incertidumbre de una medición. La incertidumbre del resultado de una medición depende de una serie de factores. Estos incluyen entre otros, repetibilidad, la reproducibilidad (entre el día de repetibilidad) y una evaluación exhaustiva de todas las posibles fuentes de error, según lo estipulado por la Guía ISO para la expresión de la incertidumbre en la medición (GUM)

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas

### Definiciones y Siglas

Para los objetivos de este documento, los términos y definiciones son dados en ISO 3534-1, ISO 4463-1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123-1, la GUM y MARCHA se aplican.

|         |  |                                   |                             |
|---------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>            |                                   | Página #:<br><b>2 de 11</b> |

## Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

## Materiales necesarios

- Tres pilares con plataforma de centrado forzoso, sobre el cual será colocada la Estación Total o los prismas con su correspondiente soporte portaprisma según corresponda
- Termómetro
- Barómetro

## Procedimiento

### Requerimientos

Antes de comenzar el estudio es importante que el operador conozca y ajuste el equipo y sus accesorios de acuerdo al manual del fabricante y que los mismos sean empleados con los trípodes y reflectores recomendados por el fabricante.

Los resultados de estos estudios estarán influenciados por las condiciones meteorológicas, especialmente por el gradiente de la temperatura. El cielo nublado y baja velocidad del viento serán las condiciones climáticas favorables. Las condiciones climáticas particulares que deberán ser tenidas en cuenta, dependerán del lugar donde sea realizado el estudio. Se debe tomar nota de las condiciones climáticas en el momento del estudio y del tipo de superficie sobre la cual se realiza el estudio.

Este procedimiento se basa en la medición de coordenadas en el campo de prueba sin valores nominales. La desviación estándar experimental de las coordenadas de un punto será determinada mediante ajustes por el método de mínimos cuadrados.

Se deben tener especial cuidado cuando se estaciona el equipo sobre el punto para las diferentes series de medidas. Las precisiones que se alcanzan al estacionar el equipo sobre el punto expresadas en términos de desviación estándar son las siguientes:

- Con plomada: 1 a 2 mm (peor precisión en presencia de viento)
- Plomada óptica o láser  $\leq 1\text{mm}$  (debe chequearse el ajuste de la plomada de acuerdo al manual del fabricante)
- Centrado sobre el varilla: 1mm

Se recomienda utilizar empleada una plataforma de centrado forzoso al cambiar de estación el equipo.



|         |  |                                   |       |
|---------|--|-----------------------------------|-------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>            | Página #:<br><b>3 de 11</b>       |       |

NOTA: Un error de estacionamiento de 2mm, puede afectar una observación a una distancia de 100m en hasta 4" (1,3 mgon). Cuanto mas corta la distancia, mayor el efecto.

La medida de la precisión será expresada en términos de la desviación estándar experimental de las coordenadas de un punto medido en las dos posiciones del telescopio:

$$s_{ISO-TACH-xy}, s_{ISO-TACH-z}$$

Además, este procedimiento puede ser empleado para determinar:

- La medida de la precisión de una estación total y su equipamiento auxiliar operado por una única persona en un tiempo dado.
- La medida de la precisión de un único instrumento a lo largo del tiempo.
- La medida de la precisión de cada una de varias estaciones totales con el fin de permitir una comparación de sus respectivas precisiones, obtenidas en condiciones similares de campo

### Configuración del campo de prueba

En los vértices  $S_j$  (1,2,3) de un triangulo deben ser colocados tres trípodes sobre los cuales debe haber una plataforma de centrado forzoso. Las longitudes de los lados pueden variar entre los 100m a y los 200m. Las alturas,  $Z_j$ , variaran tanto como la superficie del campo de prueba lo permita.

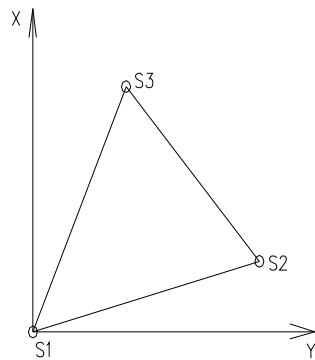


Figura 1-Configuración del campo de prueba

|         |   |                                   |       |
|---------|---|-----------------------------------|-------|
|         | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>     | Página #:<br><b>4 de 11</b>       |       |

## Mediciones

Todas las mediciones deberán ser realizadas el mismo día. Debe ser empleada una plataforma de centrado forzoso al cambiar de estación el equipo de forma tal de eliminar el error de centrado.

Se realizarán ( $m = 3$  de  $i = 1, \dots, m$ ) series de medidas, cada una de las cuales requerirá que el instrumento sea estacionado en uno de los  $n = 3$  trípodes sobre los  $S_j$  puntos del triángulo en un orden prefijado. Por ejemplo:  $S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \rightarrow S_1 \rightarrow S_2 \dots$ . El instrumento debe ser siempre estacionado y nivelado con sumo cuidado. No debe ser empleado ningún procedimiento de orientación del sistema de coordenadas.

La temperatura del aire y la presión atmosférica deberán ser tomadas para calcular las correcciones atmosféricas para las mediciones de distancias electro-ópticas. Las coordenadas ( $x_j, y_j, z_j$ ) para cada estación debe ser establecida en todos los casos como cero (0,0,0)

Se deben obtener desde la estación donde se encuentra estacionado el equipo, las coordenadas de los prismas que se encuentran en los dos puntos restantes  $S_k$  ( $k = 1, 2, 3$ ). Ambas medias deben ser realizadas con las dos posiciones del telescopio.

$$X_{i,j,k,I}, Y_{i,j,k,I}, Z_{i,j,k,I}$$

$$X_{i,j,k,II}, Y_{i,j,k,II}, Z_{i,j,k,II}$$

$$i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3; k = 1, 2, 3$$

Para la medición de la coordenada  $z$  del punto de referencia, la diferencia  $\delta$  entre la altura del instrumento y el prisma debe ser tenida en cuenta. Como la diferencia exacta de altura es un parámetro desconocido del ajuste,  $\delta$ , debe tener el mismo valor en todas las mediciones. Por lo tanto es necesario emplear el mismo prisma o dos prismas del mismo tipo.

Para eliminar los errores de cálculo, es necesario seguir la siguiente secuencia en la medición:

**Tabla 2 - Secuencia en la medición:**

| Punto                 | i | j | k | Punto                 | i | j | k | Punto                 | i | j | k |
|-----------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|
| $S_1 \rightarrow S_2$ | 1 | 1 | 2 | $S_1 \rightarrow S_2$ | 2 | 1 | 2 | $S_1 \rightarrow S_2$ | 3 | 1 | 2 |
| $S_1 \rightarrow S_3$ | 1 | 1 | 3 | $S_1 \rightarrow S_3$ | 2 | 1 | 3 | $S_1 \rightarrow S_3$ | 3 | 1 | 3 |
| $S_2 \rightarrow S_1$ | 1 | 2 | 1 | $S_2 \rightarrow S_1$ | 2 | 2 | 1 | $S_2 \rightarrow S_1$ | 3 | 2 | 1 |
| $S_2 \rightarrow S_3$ | 1 | 2 | 3 | $S_2 \rightarrow S_3$ | 2 | 2 | 3 | $S_2 \rightarrow S_3$ | 3 | 2 | 3 |
| $S_3 \rightarrow S_1$ | 1 | 3 | 1 | $S_3 \rightarrow S_1$ | 2 | 3 | 1 | $S_3 \rightarrow S_1$ | 3 | 3 | 1 |
| $S_3 \rightarrow S_2$ | 1 | 3 | 2 | $S_3 \rightarrow S_2$ | 2 | 3 | 2 | $S_3 \rightarrow S_2$ | 3 | 3 | 2 |

Los valores medios de las lecturas en ambas posiciones I y II del telescopio son las siguientes:

|         |   |                                   |                             |
|---------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|         | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>     |                                   | Página #:<br><b>5 de 11</b> |

$$x_{i,j,k} = \frac{1}{2}(x_{i,j,k,I} + x_{i,j,k,II})$$

$$y_{i,j,k} = \frac{1}{2}(y_{i,j,k,I} + y_{i,j,k,II})$$

$$z_{i,j,k} = \frac{1}{2}(z_{i,j,k,I} + z_{i,j,k,II})$$

$$i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3 ; k = 1, 2, 3$$

## Cálculos

### Precisión de las coordenadas X, Y

Con el fin de obtener resultados comparables en las tres series de mediciones, es necesario transformar cada serie a la misma posición. Por ejemplo, el primer conjunto de la primer serie.

Desde que a el punto S<sub>1</sub> se le asigna las coordenadas (0,0), se debe realizar una traslación de cada conjunto.

$$x'_{i,j,k} = x_{i,j,k} - x_{i,j,1}$$

$$y'_{i,j,k} = y_{i,j,k} - y_{i,j,1}$$

$$i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3 ; k = 1, 2, 3$$

Para el primer conjunto de medidas (i = 1, j = 1) no es necesario realizar una rotación.

Así, las coordenadas transformadas de la rotación de los vértices S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub> del triangulo de prueba se obtienen directamente como la traslación de las coordenadas de el conjunto j = 1 de la serie i = 1

$$x''_{1,1,k} = x'_{1,1,k}$$

$$y''_{1,1,k} = y'_{1,1,k}$$

Para cada uno de los conjuntos siguientes j = 1, 2, 3 de las series i = 1, 2, 3 es necesario realizar una rotación φ<sub>i,j</sub> con centro en S<sub>1</sub>

La forma mas factible para realizar la rotación en empleando coordenadas polares. Para cada objetivo, k = 2, 3, las coordenadas serán transformadas a coordenadas polares empleando la siguiente relación:

$$t'_{i,j,k} = \arctg \frac{y'_{i,j,k}}{x'_{i,j,k}}$$

|         |   |                                   |                             |
|---------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|         | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>     |                                   | Página #:<br><b>6 de 11</b> |

$$s_{i,j,k} = \sqrt{x'_{i,j,k}{}^2 + y'_{i,j,k}{}^2}$$

La orientación para cada conjunto j de las i series puede ser expresada mediante el valor medio:

$$t'_{i,j} = \frac{1}{2}(t'_{i,j,2} + t'_{i,j,3})$$

Por lo tanto el ángulo de rotación es:

$$\varphi_{i,j} = t'_{1,1} - t'_{i,j} \quad i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3$$

Así, la nueva orientación es:

$$t_{i,j,k} = t'_{i,j,k} - \varphi_{i,j} \quad i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3 ; k = 1, 2, 3$$

Y las coordenadas transformadas se obtienen mediante:

$$x''_{i,j,k} = s_{i,j,k} \times \cos t_{i,j,k} \quad i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3 ; k = 2, 3$$

$$y''_{i,j,k} = s_{i,j,k} \times \text{sent} t_{i,j,k} \quad i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3 ; k = 2, 3$$

Por lo tanto las coordenadas ajustadas se obtienen de la siguiente forma:

$$\bar{x}''_k = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 x''_{i,j,k} \quad k = 2, 3$$

$$\bar{y}''_k = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 y''_{i,j,k} \quad k = 2, 3$$

Con los 36 residuales del ajuste:

$$r_{x,i,j,k} = \bar{x}''_k - x''_{i,j,k} \quad i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3 ; k = 2, 3$$

$$r_{y,i,j,k} = \bar{y}''_k - y''_{i,j,k} \quad i = 1, 2, 3 ; j = 1, 2, 3 ; k = 2, 3$$

La sumatoria cuadrática de los residuales es:

$$\sum r_{xy}^2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{k=2}^3 (r_{x,i,j,k}^2 + r_{y,i,j,k}^2)$$

Como hay 8 parámetros de rotación y 4 promedios de las coordenadas de los vértices S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub> del triángulo, el número de incógnitas en el ajuste es u = 8 + 4 = 12. Por lo tanto el número de grados de libertad es v<sub>XY</sub> = 36 – 12 = 24

|         |  |                                   |       |
|---------|--|-----------------------------------|-------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>            | Página #:<br><b>7 de 11</b>       |       |

La desviación estándar de una coordenada x o y observada en ambas posiciones del telescopio es:

$$s_{XY} = \sqrt{\frac{\sum r_{xy}^2}{24}}$$

Y finalmente:

$$s_{ISO-TACH-XY} = s_{XY}$$

### **Precisión de las coordenadas Z**

Desde que la coordenada Z de S<sub>1</sub> es fijada en cero, las incógnitas del procedimiento de ajuste son Z<sub>2</sub> y Z<sub>3</sub> de los puntos S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub>, y la diferencia de altura δ, entre el instrumento y el objetivo. El ajuste por mínimos cuadrados brinda un sistema de ecuaciones con la solución explícita de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$Z_2 = \frac{1}{18} \begin{pmatrix} 2z_{1,1,2} + z_{1,1,3} - 2z_{1,2,1} - z_{1,2,3} - z_{1,3,1} + z_{1,3,2} \\ + 2z_{2,1,2} + z_{2,1,3} - 2z_{2,2,1} - z_{2,2,3} - z_{2,3,1} + z_{2,3,2} \\ + 2z_{3,1,2} + z_{3,1,3} - 2z_{3,2,1} - z_{3,2,3} - z_{3,3,1} + z_{3,3,2} \end{pmatrix}$$

$$Z_3 = \frac{1}{18} \begin{pmatrix} z_{1,1,2} + 2z_{1,1,3} - z_{1,2,1} + z_{1,2,3} - 2z_{1,3,1} - z_{1,3,2} \\ + z_{2,1,2} + 2z_{2,1,3} - z_{2,2,1} + z_{2,2,3} - 2z_{2,3,1} - z_{2,3,2} \\ + z_{3,1,2} + 2z_{3,1,3} - z_{3,2,1} + z_{3,2,3} - 2z_{3,3,1} - z_{3,3,2} \end{pmatrix}$$

$$\delta = \frac{1}{18} \begin{pmatrix} -z_{1,1,2} - z_{1,1,3} - z_{1,2,1} - z_{1,2,3} - z_{1,3,1} - z_{1,3,2} \\ -z_{2,1,2} - z_{2,1,3} - z_{2,2,1} - z_{2,2,3} - z_{2,3,1} - z_{2,3,2} \\ -z_{3,1,2} - z_{3,1,3} - z_{3,2,1} - z_{3,2,3} - z_{3,3,1} - z_{3,3,2} \end{pmatrix}$$

Con los tres parámetros hallados, se calculan los 18 residuales r<sub>i,j,k</sub>

$$r_{1,1,2} = z_2 - \delta - z_{1,1,2}$$

$$r_{1,1,3} = z_3 - \delta - z_{1,1,3}$$

$$r_{1,2,1} = -z_2 - \delta - z_{1,2,1}$$

$$r_{1,2,3} = -z_2 + z_3 - \delta - z_{1,2,3}$$

$$r_{1,3,1} = -z_3 - \delta - z_{1,3,1}$$

|         |   |                                   |       |
|---------|---|-----------------------------------|-------|
|         | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>     | Página #:<br><b>8 de 11</b>       |       |

$$r_{1,3,2} = z_2 - z_3 - \delta - z_{1,3,2}$$

$$r_{2,1,2} = z_2 - \delta - z_{2,1,2}$$

$$r_{2,1,3} = z_3 - \delta - z_{2,1,3}$$

$$r_{2,2,1} = -z_2 - \delta - z_{2,2,1}$$

$$r_{2,2,3} = -z_2 + z_3 - \delta - z_{2,2,3}$$

$$r_{2,3,1} = -z_3 - \delta - z_{2,3,1}$$

$$r_{2,3,2} = z_2 - z_3 - \delta - z_{2,3,2}$$

$$r_{3,1,2} = z_2 - \delta - z_{3,1,2}$$

$$r_{3,1,3} = z_3 - \delta - z_{3,1,3}$$

$$r_{3,2,1} = -z_2 - \delta - z_{3,2,1}$$

$$r_{3,2,3} = -z_2 + z_3 - \delta - z_{3,2,3}$$

$$r_{3,3,1} = -z_3 - \delta - z_{3,3,1}$$

$$r_{3,3,2} = z_2 - z_3 - \delta - z_{3,3,2}$$

La sumatoria cuadrática de los residuales es:

$$\sum r_z^2 = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^3 (r_{i,j,k}^2)$$

Con el número de grados de libertad:  $\nu_{xy} = 18 - 3 = 15$

Finalmente la desviación estándar de una coordenada z observada en ambas posiciones del telescopio es:

$$s_{ISO_{TACH} z} = \sqrt{\frac{\sum r_z^2}{15}}$$

### Tests Estadísticos

Para interpretar los resultados los tests estadísticos deben ser llevados a cabo usando, la desviación estándar experimental, de una coordenada medida en el triángulo de prueba. Se deben responder las siguientes preguntas:

- a- ¿es la desviación estándar experimental calculada, s, menor o igual que el valor,  $\sigma$ , dado por el fabricante, ó más chica que otro valor,  $\sigma$ , predeterminado?

|         |   |                                   |       |
|---------|---|-----------------------------------|-------|
|         | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>     | Página #:<br><b>9 de 11</b>       |       |

b- ¿pertenecen a la misma población, dos desviaciones estándar,  $s$  y  $\tilde{s}$ , determinadas por dos muestras diferentes de medidas, asumiendo que ambos ejemplos tienen el mismo grado de libertad,  $v$ ?

Las desviaciones estándar experimentales,  $s$  y  $\tilde{s}$ , pueden ser obtenidas de:

- dos muestras de medidas con el mismo instrumento pero diferentes observadores
- dos muestras de medidas con el mismo instrumento en diferentes momentos
- dos muestras de medidas realizadas con diferentes instrumentos

Para los siguientes tests es adoptado un nivel de confianza de  $1 - \alpha = 0,95$  y de acuerdo con el diseño de las mediciones se asumen para las coordenadas  $x,y$  un numero de grados de libertad  $v_{xy} = 24$  y para las coordenadas  $z$  un numero de grados de libertad  $v_z = 15$

#### Tests estadísticos

| Pregunta | Hipótesis nula     | Hipótesis alternativa |
|----------|--------------------|-----------------------|
| a)       | $s \leq \sigma$    | $s > \sigma$          |
| b)       | $\sigma = \sigma'$ | $\sigma \neq \sigma'$ |

#### Pregunta a)

La hipótesis nula asume que la desviación estándar experimental,  $s$ , es menor o igual que un valor teórico ó predeterminado  $\sigma$ . Dicha hipótesis no es descartada si se cumple la siguiente condición:

Para X e Y

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha}(v_{XY})}{v_{XY}}}$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(24)}{24}} \text{ y } \chi^2_{0.95}(24) = 36.42$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{36.42}{24}}$$

$$s \leq \sigma \times 1.23$$

De lo contrario la hipótesis nula es descartada.

|         |   |                                   |       |
|---------|---|-----------------------------------|-------|
|         | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>     | Página #:<br><b>10 de 11</b>      |       |

Para Z

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha}(v_Z)}{v_Z}}$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(15)}{15}} \text{ y } \chi^2_{0.95}(15) = 25.00$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{25.00}{15}}$$

$$s \leq \sigma \times 1.29$$

De lo contrario la hipótesis nula es descartada.

**Pregunta b).**

En el caso de dos muestras diferentes, el test nos indica si las desviaciones estándar experimentales  $s$  y  $\bar{s}$ , pertenecen a la misma población.

La correspondiente hipótesis nula  $\sigma = \bar{\sigma}$ , no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

Para X e Y

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v_{XY}, v_{XY})} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v_{XY}, v_{XY})$$

$$\frac{1}{F_{0.975}(24,24)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{0.975}(24,24) \text{ y } F_{0.975}(24,24) = 2.27$$

$$0.44 \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq 2.27 \text{ Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.}$$

Para Z

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v_Z, v_Z)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v_Z, v_Z)$$



|         |  |                                   |                              |
|---------|--|-----------------------------------|------------------------------|
|         | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                        |
| Título: | <b>ISO 17123 – 5 Estación Total - Método completo</b>            |                                   | Página #:<br><b>11 de 11</b> |

$$\frac{1}{F_{0,975}(15,15)} \leq \frac{s^2}{s^2} \leq F_{0,975}(15,15) \quad \text{y} \quad F_{0,975}(15,15) = 2.86$$

$$0.35 \leq \frac{s^2}{s^2} \leq 2.86 \quad \text{Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.}$$

El numero de grados de libertad y, por lo tanto, los valores en los tests estadísticos  $\chi^2_{1-\alpha}(v)$  y  $F_{1-\alpha/2}(v,v)$  cambian si el número de medidas que se analiza es distinto.

## Documentación

| Registro   | Personal Designado* |
|--|---------------------|
| Norma ISO 17123<br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Part 5 - Electronic Tacheometers |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien mas.

## Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 5  
Anexo B: Ejemplo del método completo

## Referencias

**Norma ISO 17123 - 5**  
 Optics and optical Instruments  
 “Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”  
 Part 5: Electronic Tacheometers

## Revisiones - Historia

Revision 0

# INSTRUCCIONES TÉCNICAS

NORMA ISO 17123 – 7

INSTRUMENTOS CON  
PLOMADA ÓPTICA

|                                |  |                                   |                             |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 –7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                           |                                   | Página #:<br><b>1 de 11</b> |

Realizado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Revisado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### **Objetivo**

Procedimientos de campo para determinar y evaluar la precisión de instrumentos con plomada óptica y de su equipamiento auxiliar.

Esta parte de la norma no se aplica a plomadas ópticas que forman parte de los equipos acoplados en su base nivelante.

### **Alcance**

Los procedimientos presentados, tienen como propósito ser verificaciones de campo de la conveniencia de un equipo en particular para la tarea planteada y para satisfacer las exigencias de otras normas.

Dicho procedimiento no se propone como prueba de aceptación o como evaluación de desempeño.

Este procedimiento puede ser pensado como uno de los primeros pasos en el proceso de evaluación de la incertidumbre de una medición. La incertidumbre del resultado de una medición depende de una serie de factores. Estos incluyen entre otros, repetibilidad, la reproducibilidad (entre el día de repetibilidad) y una evaluación exhaustiva de todas las posibles fuentes de error, según lo estipulado por la Guía ISO para la expresión de la incertidumbre en la medición (GUM)

Estos procedimientos de campo se han desarrollado específicamente para aplicaciones in situ sin necesidad de equipos auxiliares y especialmente diseñados con el propósito de reducir al mínimo las influencias atmosféricas y los efectos de las imperfecciones de ajuste del instrumento con plomada óptica.

### **Definiciones y Siglas**

Los términos y definiciones aplicados son los presentados en las normas ISO 3534 – 1, ISO 4463 – 1, ISO 7077, ISO 7078, ISO 9849, ISO 17123 – 1, GUM y VIM

|                                |  |                                   |                             |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 –7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                           |                                   | Página #:<br><b>2 de 11</b> |

## Responsabilidades

Documentación de cualquier responsabilidad.

## Materiales necesarios

- Grilla x-y diseñada como se detalla en configuración del campo de prueba
- Punto materializado en el suelo
- Un trípode
- Termómetro

## Procedimiento

### Requerimientos

Antes de comenzar el estudio es importante que el Instrumento con Plomada Óptica y su equipamiento auxiliar esté ajustado de acuerdo a los métodos establecidos en el manual del fabricante. Se debe usar el instrumento con los trípodes recomendados por el fabricante.

Los resultados de estos estudios estarán influenciados por las condiciones meteorológicas. El cielo nublado y baja velocidad del viento serán las condiciones climáticas favorables. Las condiciones climáticas particulares que deberán ser tenidas en cuenta, dependerán del lugar donde sea realizado el estudio. Se debe tomar nota de las condiciones climáticas en el momento del estudio y del tipo de superficie sobre la cual se realiza el estudio.

La medición de la precisión de cualquier tipo de instrumento con plomada óptica depende de la altura de la plomada. Así, la medición de la precisión alcanzable es expresada como la desviación estándar experimental relativa de un componente del punto desplazado sobre la correspondiente línea de plomada.

$S_{ISO-PLUMB}$

Además, este procedimiento puede ser empleado para determinar:

- La medida de la precisión en el uso de un instrumento con plomada óptica y su equipamiento auxiliar operado por un único equipo de estudio en un tiempo dado.
- La medida de la precisión de un único instrumento a lo largo del tiempo bajo diferentes condiciones ambientales.

|                                |  |                                   |                             |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 –7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                           |                                   | Página #:<br><b>3 de 11</b> |

- La medida de la precisión en el uso de varios instrumentos con plomada óptica con el fin de permitir una comparación de sus respectivas precisiones, obtenidas en condiciones similares de campo.

### Configuración del campo de prueba.

Se requiere de una grilla rectangular (x,y). La separación  $t$  entre los puntos de la grilla debe cumplir con la siguiente condición.

$$t \geq 2,9 \times \frac{h}{\Gamma}$$

Donde:

2,9 es un factor constante que permite una buena estimación en el intervalo de la grilla

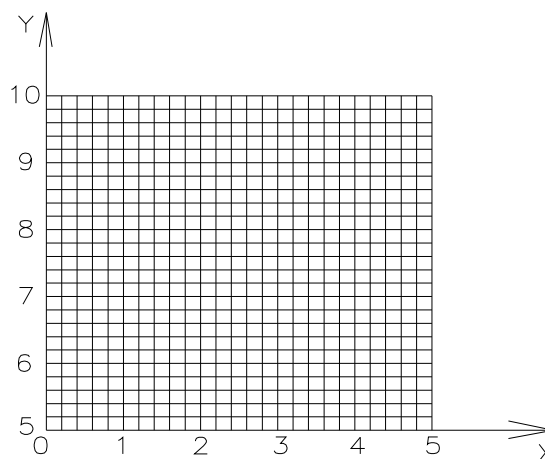
$h$  es la altura de plomada expresada en metros.

$\Gamma$  es el poder de aumento del telescopio.

El valor de  $t$ , se obtiene en milímetros.

La grilla rectangular, debe ser establecida a la altura de plomada  $h$ . La figura 1 muestra un ejemplo de una grilla x-y con un intervalo de 2mm y numerada de forma tal que se evitan los intercambios de los valores x-y. Esta grilla graduada debe ser nivelada aproximadamente y localizada por encima o por debajo de la marca donde la plomada del instrumento es centrada.

La orientación de la cruz del retículo de la plomada óptica debe ser paralela a los ejes de la grilla.



**Figura 1 - Ejemplo de grilla x-y**

|  |  |                                   |       |
|--|--|-----------------------------------|-------|
| <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio]      |  | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 –7 Instrumentos con Plomada Óptica</b> |  | Página #:<br><b>4 de 11</b>       |       |

## Mediciones

Antes de comenzar las mediciones, hay que dejar al instrumento para que tome la temperatura ambiente. El tiempo requerido para esto es de dos minutos por °C de diferencia de temperatura. Además el usuario debe chequear el error de colimación del equipo según lo especificado en el manual del fabricante antes de realizar el test.

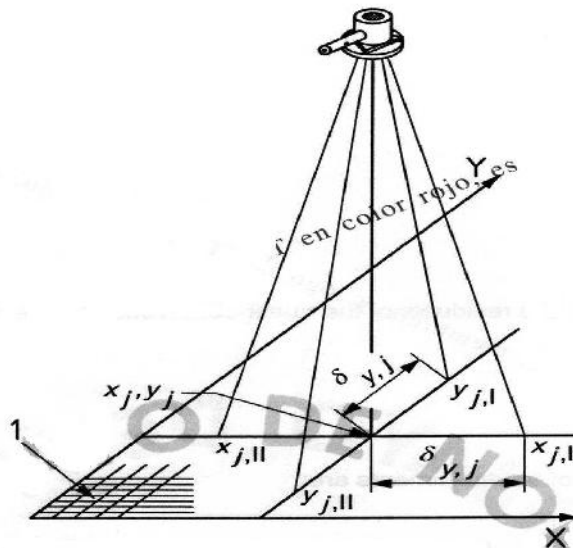
Se realizarán tres series de mediciones ( $m=3$ , para  $i=1, \dots, m$ ). Cada serie consistirá en  $n = 10$  (para  $j=1, \dots, n$ ) sets de mediciones. Entre cada serie de mediciones el instrumento debe ser levantado y estacionado nuevamente. Cuando el instrumento es estacionado nuevamente se debe tener especial cuidado a la hora de centrar el instrumento sobre la marca establecida sobre el punto en el suelo.

Cada set de mediciones consistirá en dos observaciones  $x_{j,I}$  y  $x_{j,II}$  con el telescopio en direcciones diametralmente opuestas I y II (por ejemplo apuntando el telescopio en el sentido del eje de las  $x$  positivas, y en el sentido de las  $x$  negativas) y dos observaciones  $y_{j,I}$  y  $y_{j,II}$  con el telescopio nuevamente en direcciones diametralmente opuestas I y II (por ejemplo apuntando el telescopio en el sentido de las  $y$  positivas y en el sentido de las  $y$  negativas)

## Cálculos:

Las mediciones de cada serie serán evaluadas por separado.

En primer lugar las diferencias de lecturas  $x_{j,I}$  y  $x_{j,II}$  y  $y_{j,I}$  y  $y_{j,II}$  en las posiciones del telescopio I y II respectivamente serán calculadas y divididas entre 2. Esos valores  $\delta x_j$ ,  $\delta y_j$  son las desviaciones de la línea de plomada, según lo que se muestra en la siguiente figura:



|                                |   |                                   |                             |
|--------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 –7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                    |                                   | Página #:<br><b>5 de 11</b> |

$$\delta x_j = \frac{1}{2}(x_{j,I} - x_{j,II}) ; j= 1.....10$$

$$\delta y_j = \frac{1}{2}(y_{j,I} - y_{j,II}) ; j= 1.....10$$

Se deben realizar los siguientes cálculos:

$$x_j = \frac{1}{2}(x_{j,I} + x_{j,II}) ; j= 1.....10$$

$$y_j = \frac{1}{2}(y_{j,I} + y_{j,II}) ; j= 1.....10$$

Donde:

$x_j$  es el valor medio de las observaciones  $x_{j,I}$  y  $x_{j,II}$   
 $y_j$  es el valor medio de las observaciones  $y_{j,I}$  y  $y_{j,II}$

El valor medio de los 10 sets es:

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} x_j$$

$$\bar{y} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} y_j$$

$$\bar{\delta x} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} \delta x_j$$

$$\bar{\delta y} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{10} \delta y_j$$

Con los valores medios  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$ , los residuales  $r_{x,j}$ , y  $r_{y,j}$  se calculan:

$$r_{x,j} = \bar{x} - x_j$$

$$r_{y,j} = \bar{y} - y_j$$

Los resultados finales de las  $i^{\text{th}}$  series de mediciones son:

$$\sum r_{x,i}^2 = \sum_{j=1}^{10} r_{x,i,j}^2$$

$$\sum r_{y,i}^2 = \sum_{j=1}^{10} r_{y,i,j}^2$$

$$\sum r_i^2 = \sum r_{x,i}^2 + \sum r_{y,i}^2$$

|                                       |   |                                   |                             |
|---------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                       | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| <b>Título:</b><br><b>ISO 17123 –7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                    |                                   | Página #:<br><b>6 de 11</b> |

$$v_{x,i} = v_{y,i} = 10 - 1 = 9$$

$$v_i = 10 - 2 = 18$$

$$s_{x,i} = \sqrt{\frac{\sum r_{x,i}^2}{v_{x,i}}} = \sqrt{\frac{\sum r_{x,i}^2}{9}}$$

$$s_{y,i} = \sqrt{\frac{\sum r_{y,i}^2}{v_{y,i}}} = \sqrt{\frac{\sum r_{y,i}^2}{9}}$$

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{18}}$$

Donde:

$\sum r_{x,i}^2$  es la sumatoria del cuadrado de los residuales en la dirección x

$\sum r_{y,i}^2$  es la sumatoria del cuadrado de los residuales en la dirección y

$\sum r_i^2$  es la sumatoria total del cuadrado de los residuales.

$v_{x,j} = v_{y,j}$  es el número de grados de libertad de los componentes x e y respectivamente.

$v_i$  es el número de grados de libertad.

$s_{x,i}$  es la desviación estándar de la componente x de un punto desplazado por la línea de plomada una altura  $h$ , determinada en ambas posiciones del telescopio.

$s_{y,i}$  es la desviación estándar de la componente y de un punto desplazado por la línea de plomada una altura  $h$ , determinada en ambas posiciones del telescopio.

$s_i$  es la desviación estándar de un punto desplazado por la línea de plomada una altura  $h$ , determinada en ambas posiciones del telescopio.

Con el fin de obtener valores más significativos, se sigue calculando la desviación estándar experimental de las componentes x e y por separado.

$$\sum_{i=1}^3 v_{x,i} = \sum_{i=1}^3 v_{y,i} = 27$$

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum r_{x,1}^2 + \sum r_{x,2}^2 + \sum r_{x,3}^2}{v_{x,1} + v_{x,2} + v_{x,3}}}$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum r_{y,1}^2 + \sum r_{y,2}^2 + \sum r_{y,3}^2}{v_{y,1} + v_{y,2} + v_{y,3}}}$$



|                                |  |                                   |                             |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 –7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                           |                                   | Página #:<br><b>7 de 11</b> |

La suma total del número de grados de libertad asciende a:

$$v = \sum_{i=1}^3 v_i = 54$$

Y la desviación estándar experimental de un punto desplazado por la línea de plomada una altura  $h$ , determinada en ambas posiciones del telescopio calculada mediante las mediciones de todas las series:

$$s = \sqrt{\frac{\sum r_1^2 + \sum r_2^2 + \sum r_3^2}{v}}$$

La medición de la precisión se lee de la siguiente manera:

$$s_{ISO-PLUMB} = \frac{s}{h}$$

La desviaciones estimada de la línea de plomada,  $\delta$ , puede ser evaluada mediante los valores  $\overline{\delta x}$  y  $\overline{\delta y}$  de cada serie  $i$

$$\overline{\delta x} = \frac{\sum_{i=1}^3 \overline{\delta x_i}}{3}$$

$$\overline{\delta y} = \frac{\sum_{i=1}^3 \overline{\delta y_i}}{3}$$

$$\delta = \sqrt{\overline{\delta x}^2 + \overline{\delta y}^2}$$

La desviación estándar experimental de la desviación  $\delta$ , se calcula de la siguiente manera:

$$s_\delta = s \left( \frac{1}{\sqrt{3} \times \sqrt{10}} \right)$$

### Tests Estadísticos:

Para la interpretación de los resultados, se pueden desarrollar tests estadísticos empleando:

- La desviación estándar experimental  $s$ , de una operación de estacionamiento sobre un punto con plomada óptica realizada con el telescopio del instrumento en ambas posiciones.

|  |  |                                   |       |
|--|--|-----------------------------------|-------|
| <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] |  | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.: |
| Título:<br><b>ISO 17123 –7 Instrumentos con Plomada Óptica</b>   |  | Página #:<br><b>8 de 11</b>       |       |

- La desviación  $\delta$  de la línea de plomada y su correspondiente desviación estándar experimental  $s_\delta$ ; para instrumentos con compensador en los dos ejes,  $\delta_x$  y  $\delta_y$  deben ser investigados por separado, con sus correspondientes desviaciones estándar experimentales  $s_{\delta_x}$  y  $s_{\delta_y}$

Con el fin de contestar a las siguientes preguntas:

- a) La desviación estándar calculada  $s$ , es menor que el correspondiente valor  $\sigma$ , dado por el fabricante o algún otro valor predeterminado de  $\sigma$ ?
- b) Dos desviaciones estándar experimentales,  $s$  y  $\bar{s}$ , determinadas de dos muestras diferentes de mediciones asumiendo que ambas muestras tienen la misma altura de plomada  $h$  y el mismo número de grados de libertad  $\nu$  ¿pertenecen a la misma población?

Las desviaciones estándar,  $s$  y  $\bar{s}$ , pueden ser obtenidas mediante:

- dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, pero realizado por diferentes observadores
- dos muestras de mediciones realizadas con el mismo instrumento, pero en diferentes tiempos.
- dos muestras de mediciones realizadas con instrumentos diferentes.

- c) ¿Es la desviación estándar  $s_x$  de la componente x igual a la desviación estándar  $s_y$  de la componente y?

- d) La desviación  $\delta$  de la línea de plomada es igual a cero?

Para los siguientes tests el nivel de confianza será:  $1 - \alpha = 0.95$

**Tabla 1 – Tests estadísticos**

| Pregunta | Hipótesis nula          | Hipótesis alternativa      |
|----------|-------------------------|----------------------------|
| a)       | $s \leq \sigma$         | $s > \sigma$               |
| b)       | $\sigma = \bar{\sigma}$ | $\sigma \neq \bar{\sigma}$ |
| c)       | $\sigma_x = \sigma_y$   | $\sigma_x \neq \sigma_y$   |
| d)       | $\delta = 0$            | $\delta \neq 0$            |

|                                |   |                                   |                             |
|--------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|
|                                | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                       |
| Título:<br><b>ISO 17123 –7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                    |                                   | Página #:<br><b>9 de 11</b> |

**Pregunta a)**

La hipótesis nula que establece que la desviación estándar experimental  $s$  es menor o igual que un valor teórico predeterminado  $\sigma$ , no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{1-\alpha}(v)}{v}}$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{\chi^2_{0.95}(54)}{54}} \text{ y } \chi^2_{0.95}(54) = 72.15$$

$$s \leq \sigma \sqrt{\frac{72.15}{54}}$$

$s \leq 1.16\sigma$  Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.

**Pregunta b)**

En el caso de dos muestras diferentes, el test nos indica si las desviaciones estándar experimentales  $s$  y  $\bar{s}$ , pertenecen a la misma población.

La correspondiente hipótesis nula  $\sigma = \bar{\sigma}$ , no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v_1, v_2)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v_1, v_2)$$

$$\frac{1}{F_{0.975}(54, 54)} \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq F_{0.975}(54, 54) \text{ y } F_{0.975}(54, 54) = 1.71$$

$0.58 \leq \frac{s^2}{\bar{s}^2} \leq 1.71$  Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.

**Pregunta c)**

La hipótesis nula establece que las desviaciones estándar experimentales  $s_x$  y  $s_y$  pertenecen a la misma población, la misma no es rechazada si se cumple la siguiente condición:

|                                       |   |                                   |                              |
|---------------------------------------|---|-----------------------------------|------------------------------|
|                                       | <b>Instrucciones Técnicas</b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                        |
| <b>Título:</b><br><b>ISO 17123 –7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                    |                                   | Página #:<br><b>10 de 11</b> |

$$\frac{1}{F_{1-\alpha/2}(v_x, v_y)} \leq \frac{s^2}{s^2} \leq F_{1-\alpha/2}(v_x, v_y)$$

$$v_x = v_y = 27$$

$$\frac{1}{F_{0.975}(27,27)} \leq \frac{s^2}{s^2} \leq F_{0.975}(27,27) \quad \text{y} \quad F_{0.975}(27,27) = 2.16$$

$$0.46 \leq \frac{s^2}{s^2} \leq 2.16 \quad \text{Si esto no se cumple, la hipótesis nula es rechazada.}$$

**Pregunta c)**

La hipótesis de la coincidencia de la línea de plomada con la vertical que pasa por el punto (hipótesis nula de  $\delta$ ), no será rechazada, mientras se cumpla la siguiente condición:

$$|\delta| \leq s_\delta \times t_{1-\alpha/2}(v)$$

$$|\delta| \leq s_\delta \times t_{0.975}(54) \quad \text{y} \quad t_{0.975}(54) = 2.00$$

$$s_\delta = \frac{s}{\sqrt{10} \times \sqrt{3}}$$

$$|\delta| \leq \frac{s}{\sqrt{10} \times \sqrt{3}} \times 2.00$$

$$|\delta| \leq 0.37s \quad \text{de otra forma, la hipótesis nula será rechazada.}$$

El número de grados de libertad así como sus correspondientes valores en los tests, cambian si es analizado un diferente número de mediciones.

|                                |  |                                   |                              |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------------|
|                                | <b><i>Instrucciones Técnicas</i></b><br>[Nombre del laboratorio] | Fecha Publicación:<br>día/mes/año | Rev.:                        |
| Título:<br><b>ISO 17123 -7</b> | <b>Instrumentos con Plomada Óptica</b>                           |                                   | Página #:<br><b>11 de 11</b> |

## Documentación

| Registro  | Personal Designado* |
|---|---------------------|
| <b>Norma ISO 17123 - 7</b><br>Optics and optical Instruments<br>“Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”<br>Part 7: Optical plumbing instruments |                     |

\* El personal designado para revisar y aprobar la documentación debe ser el mismo que realizó y revisó el original, a menos que se designe específicamente a alguien mas.

## Procedimientos de referencia

Norma ISO 17123 – 7  
Ejemplo del método

## Referencias

**Norma ISO 17123 - 7**  
 Optics and optical Instruments  
 “Field Procedures for testing geodetic and surveying instruments”  
 Part 2: Optical plumbing instruments

## Revisiones - Historia

Revision 0

## Capítulo VIII

### Conclusiones

Luego de haber investigado y analizado la realidad de nuestro país en lo que a sistemas de calidad se refiere hemos observado que en los últimos años debido a diferentes factores hay una tendencia a lograr sistemas de calidad que en otras regiones ya están instalados. Si bien nuestro país se encamina a lograr ese objetivo (principalmente en otras áreas como ser la industria alimenticia, farmacéutica, etc.), estamos en un proceso de modificación y resta mucho trabajo por hacer.

Lo que hemos logrado con nuestro trabajo es dar el punta pie inicial hacia el camino de la calidad en lo que se refiere al instrumental empleado por profesionales en nuestra área técnica. Hemos optado por no profundizar en los métodos de calibración, basando nuestro proyecto en los métodos publicados como normas internacionales (normalizados), abarcando el tema de certificación de instrumental luego de haber sido calibrado, debido a la extensión de ambos temas.

Queremos remarcar que para cumplir con los requisitos de la norma UNIT-ISO/IEC 17025:2005, los métodos de calibración (métodos no normalizados) deben ser validados por el laboratorio. El laboratorio debe tener un registro del procedimiento utilizado para la validación y una declaración sobre la aptitud del método para el uso previsto. Dichos métodos deben ser desarrollados para poder lograr acreditar el Laboratorio de Calibración. Para que el proyecto presentado pueda implementarse, es necesario desarrollar y validar dichos procedimientos.

Al consultar con el Organismo Uruguayo de Acreditación hemos recibido una respuesta sumamente alentadora dado que diferentes instituciones apoyan y estimulan emprendimientos de este tipo.

Así mismo entendemos que lograr nuestro objetivo a futuro o sea implementar un Laboratorio de Calibración y Certificación de Instrumental Topográfico es una necesidad, dado que cada vez mas empresas nacionales que deben cumplir con exigencias extranjeras, o que quieren certificar su sistema de calidad según la normativa vigente lo demandan.

Luego de realizado el proyecto y analizado diferentes factores intervinientes, principalmente las exigencias de las normas técnicas empleadas (ISO 17123) concluimos que es viable implementar un laboratorio de estas características en nuestro territorio.

En lo que al Instituto de Agrimensura se refiere esperamos que el trabajo realizado sirva como apoyo para los cursos de Teoría del Instrumental y las diferentes Topografías,

dado que los métodos presentados en la norma ISO 17123 complementan el conocimiento del futuro Ingeniero Agrimensor permitiéndole calcular mediante métodos reconocidos internacionalmente que desviación standard experimental asociarle al instrumental que utiliza. Así mismo los métodos planteados en el presente trabajo, son una herramienta sumamente útil, para determina si el equipamiento utilizado esta en condiciones para su empleo.

|                     |
|---------------------|
| <b>Bibliografía</b> |
|---------------------|

Armando del Bianco. *Propuesta de Normas y Especificaciones Técnicas para mediciones Topográficas y Geodésicas en las Obras Públicas*. [En línea] 2009 [www.mundogeo.com.br](http://www.mundogeo.com.br)

Banco Interamericano de Desarrollo. *Acceso a los mercados y a la integración a través de la Normalización Técnica*. [En línea] 2009. [www.iadb.org](http://www.iadb.org)

BMP Renta Ltda. *Laboratorio de Calibración*. [En línea] 2009. [www.bmprenta.cl](http://www.bmprenta.cl)

Bultek Ltda. *ISO 17025, Acreditación de laboratorios*. [En línea] 29 de noviembre de 2009 [www.bulltek.com](http://www.bulltek.com)

Confederación de empresarios de Castellón. *Sistemas de aseguramiento de la calidad*. [En línea] 2009. [www.cecnet.org](http://www.cecnet.org)

Embajada de España. *Exportar a Uruguay*. [En línea] 2009. [www.oficinascomerciales.es](http://www.oficinascomerciales.es)

Fernando Hernandez, URSEC. *Reducción de la disparidad en materia de normalización*. [En línea] 24 de setiembre de 2007. [www.itu.int](http://www.itu.int)

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Aseguramiento de la calidad en el laboratorio*. [En línea] 2009 [www.rlc.fao.org](http://www.rlc.fao.org)

Gobierno de Chile. *Requerimientos del mercado*. [En línea] 12 de febrero de 2009. [www.reglamentostecnicos.cl](http://www.reglamentostecnicos.cl)

Gobierno de España, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. *Normalización, Marcas y Organizaciones*. [En línea] 2009. [www.camaco.es](http://www.camaco.es)

Infodynamics SRL - Consultoría en Calidad y GMP. *Gestión de Calidad* [En línea] 2009. [www.infodynamics.com.uy](http://www.infodynamics.com.uy)

Ing. Daniel Arriagada, Ing. Cristian Díaz. *Proyecto para una base de calibración de Instrumentos Topográficos y Geodésicos*. [En línea] 2005. [www.digeo.cl](http://www.digeo.cl)

Ing. Liliane Somma. *La SUEIIDISS ingresa al OUA*. [En línea] 02 de junio de 2006. [www.wiki.sueiidiss.org](http://www.wiki.sueiidiss.org)

International Organization for Standardization (ISO). *ISO Store*. [En línea] 2009 [www.iso.org](http://www.iso.org)



ISO 17123:2002

*Optics and optical instruments – Field procedures for testing geodetic and surveying instruments.*

Part 1: *Theory*

Part 2: *Levels*

Part 3: *Theodolites*

Part 4: *Electro – optical distance meters (EDM instruments)*

Part 5: *Electronic Tacheometers*

Part 7: *Optical Plumbing Instruments.*

ISO/IEC Resource Center. *Laboratory Accreditation.* [En línea] 2009. [www.isoiec17025.com](http://www.isoiec17025.com)

J. B. Carda Castelló. *Capacitación del personal técnico del INTENIM, del SEGEMAR, en el conocimiento de gestión integral de laboratorios de control de minerales industriales y rocas de aplicación.* [En línea] 2009. [www.inti.gov.ar](http://www.inti.gov.ar)

Juan Ruiz Lendinez, José Cruz González, Universidad de Jaén, Dep. Ing. Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. *Desarrollo de un plan de calidad.* [En línea] Setiembre, 2005. [www.mappinginteractivo.com](http://www.mappinginteractivo.com)

Lic. Ana María Vázquez-Q Grupo Asesor S.A. *Normalización de laboratorios ¿ISO 9001 ó ISO/IEC 17025?* [En línea] 2002. [www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar)

María Eugenia Rosales. *De la habilitación a la acreditación.* [En línea] Octubre 2006. [www.interware.org](http://www.interware.org)

Normas y Certificaciones. *Breve descripción de las normas.* [En línea] 2009 [www.normasycertificaciones.com](http://www.normasycertificaciones.com)

Organismo Uruguayo de Acreditación. *La acreditación como elemento de inserción del país en el mundo.* [En línea] 2009. [www.organismouruguayodeacreditacion.org](http://www.organismouruguayodeacreditacion.org)

Pablo J. Benia. *Actividades de Unit.* [En línea] 2009. [www.unit.org.uy](http://www.unit.org.uy)

Ricardo Visiers Guelbenzu. *Requisitos Generales sobre la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.* [En línea] 21 de enero de 2004. [www.economia.gob.mx](http://www.economia.gob.mx)

SHOQ Quality Assurance Manuals Inc. *ISO 17025 Quality Manual Template.* [En línea] 19 de junio de 2009. [www.e-shoq.com](http://www.e-shoq.com)

UNIT – ISO/IEC 17025:2005

*Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*