

## TEMA 4: ERRORES

La medición de ángulos, distancias y desniveles forman parte de los métodos de captura de información geoespacial en el ámbito de la Topografía.

La Topografía permite entonces, mediante la aplicación de diferentes métodos o técnicas topográficas conjuntamente con el uso de instrumental adecuado, recopilar información física acerca de la Tierra y el medio ambiente, la determinación de posiciones relativas de puntos situados sobre la superficie terrestre, por encima y por debajo de ella.

Para lograr esto, el Ingeniero Agrimensor deberá, mediante el proceso de medición, obtener el valor de las magnitudes necesarias para cumplir con el objetivo del trabajo.

En el proceso de medición inciden factores como el tiempo, las precisiones requeridas, la tolerancia establecida, el instrumental, los costos, etc. Este proceso permite arribar al VALOR de las MAGNITUDES medidas.

Las magnitudes (o valores observados) de las mediciones se deben expresar en unidades específicas. En Topografía, dichas unidades son básicamente las relativas a longitud, ángulo, área y volumen.

Por convención, en nuestro país utilizamos el SISTEMA INTERNACIONAL (SI) para especificar las unidades de dichas medidas.

### ¿QUE IMPLICA EL PROCESO DE MEDICIÓN?

Medir implica la aplicación de un conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud física.

Implica comparar cierta magnitud con su unidad (patrón) con el fin de averiguar cuántas veces la primera contiene a la segunda.

El resultado de una medición es solo una estimación (aproximación) del valor de la magnitud mensurada, por lo que ésta debe ir acompañada de un valor cuantitativo que nos permita tener idea de su calidad, es decir, un parámetro que caracterice la dispersión de los valores que podrían atribuirse a dicha medida.

### MEDIDA, ERROR Y VALOR

La MEDIDA obtenida mediante la aplicación de un proceso, ya sea simple o complejo, siempre se encuentra afectada de una INCERTIDUMBRE (llamada comúnmente ERROR) , ya sea por limitaciones del instrumental, condiciones ambientales, limitaciones de los procedimientos y de los sentidos del propio observador.

Se puede decir entonces que la MEDIDA es el valor final de un proceso y se comporta matemáticamente como una VARIABLE donde la INCERTIDUMBRE es la magnitud de esa variación. Esto implica que el VERDADERO VALOR de una magnitud es siempre desconocido.

Se puede afirmar entonces que **el resultado de una medición esta completo cuando se expresa como el valor mensurado conjuntamente con el el valor de la incertidumbre asociada a dicho valor.**

La evaluación de este parámetro de calidad debe realizarse de la forma mas rigurosa posible ya que es parte importante de la toma de decisión sobre el instrumental y la metodología mas adecuada para llevar adelante el relevamiento topográfico.

La incertidumbre es el objeto principal de la “Guía para la expresión de la incertidumbre de la medida”, comúnmente denominada GUM (ISSO, 2008), elaborada por diversas organizaciones internacionales (Oficina Internacional de Pesos y Medidas, Organización Internacional de Metrología Organización Internacional de Normalización ISO, entre otras). Dicha guía es considerada actualmente como la referencia mas completa y aceptada sobre como expresar y evaluar la incertidumbre de la medida.

**En Topografía se analizará como contribuyen a la “formación” de la incertidumbre las imperfecciones asociadas tanto a la metodología aplicada para relevamiento de ángulos, distancias y desniveles, así como al instrumental utilizado para ello.**

Para ello se fijarán errores máximos, considerados como aquellos con una baja probabilidad de ser rebasados (0,3%, lo que equivale a una probabilidad de ocurrencia del 99,7%). Estos errores se consideran como incertidumbre expandida y se dividirán entre 3 para obtener la incertidumbre típica correspondiente.

Este tema se estudiará en profundidad en la asignatura TEORIA DE ERRORES.

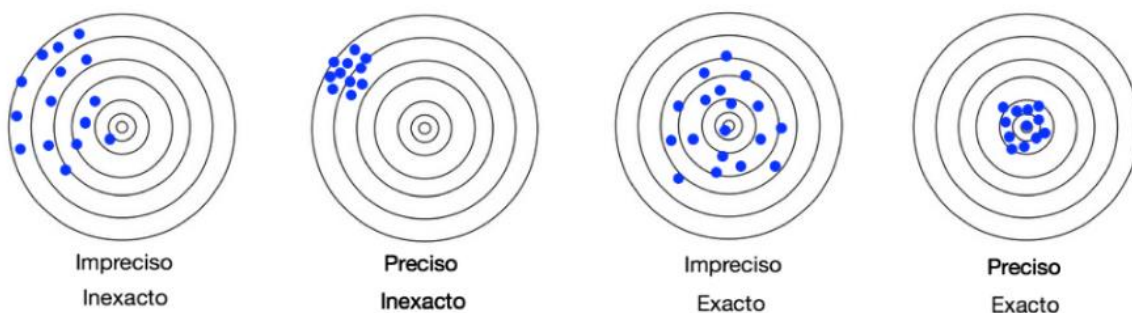
## CARACTERÍSTICAS DE UNA MEDIDA

- Ninguna medida es exacta
- Toda medida está asociada a una incertidumbre (o “afectada de errores”).
- Nunca se conoce el verdadero valor de una magnitud.
- El error exacto que se comete en el proceso de obtención de cualquier medida es siempre desconocido.

## PRECISIÓN, EXACTITUD E INCERTIDUMBRE

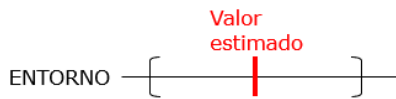
Dado un conjunto de observaciones, definimos como:

- **PRECISIÓN:** al grado de conformidad que presenta la serie de medidas entre sí (concepto cualitativo)
- **EXACTITUD:** al grado de conformidad que presenta la serie de medidas en relación al verdadero valor (concepto cualitativo).
- **INCERTIDUMBRE:** es el entorno de un valor estimado en donde existe determinada probabilidad de que se encuentre el verdadero valor (concepto cuantitativo asociado a la



diferencia entre la medida y su verdadero valor)

## PRECISIÓN VS EXACTITUD



$$\text{precisión} \propto \frac{1}{\text{incertidumbre}}$$

## CLASIFICACIÓN DE ERRORES

El resultado de una medición es una cantidad *aproximada* y su error está acotado por la incertidumbre de la medida.

Estos errores se pueden clasificar de la siguiente manera y la forma en que se trabaja con ellos es diferente (tratamiento de errores):

- errores groseros o equivocaciones
- errores sistemáticos
- errores aleatorios

### ERRORES GROSEROS O EQUIVOCACIONES

Responden a un **proceso erróneo en la medición de una magnitud**.

Deben ser **ELIMINADOS** mediante la aplicación de diferentes controles de campo, como pueden ser:

- aplicación de controles algebraicos
- lecturas múltiples
- verificación de escritura o anotación de la cantidad observada
- punterías varias

### ERRORES SISTEMÁTICOS

Estos errores obedecen a una **ley matemática que los hace influir sobre la medida siempre en igual sentido y magnitud**.

Obedecen a diferentes causas, por ejemplo, mal ajuste de un instrumento, falta de un tramo en una cinta métrica, dilatación de una cinta métrica, valor erróneo de la altura de un bastón de prisma, etc.

Estos errores se **CORRIGEN** mediante la aplicación de la ley matemática que lo representa y obteniendo así los valores de las mediciones exentos de ellos.

### ERRORES ALEATORIOS

Corresponden a las diferencias que persisten luego de depurar las equivocaciones y corregir los errores sistemáticos sobre las medidas u observaciones realizadas.

Estos errores no pueden ser determinados a priori ni guardan relación entre sí, por lo que su **comportamiento es azaroso**.

**Son errores intrínsecos al proceso de medición**

Es así que la medida se comporta como una **VARIABLE ALEATORIA**.

Estos errores se **PROCESAN** mediante la aplicación de un tratamiento analítico de los datos (teoría de probabilidad y estadística).

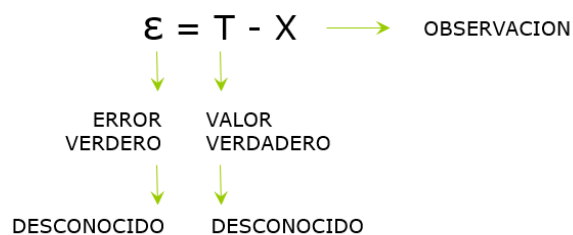
Los errores aleatorios constituyen la base para:

- **COMPENSACIÓN** de modelos matemáticos que asumimos como representativos de lo realidad
- **AJUSTES** de las observaciones de campo
- **TRATAMIENTO** mediante el cálculo probabilístico

Si las mediciones u observaciones se efectúan en las mismas condiciones (mismo operador, mismo instrumental, similares condiciones climáticas, etc.) cumplen con las tres propiedades de las variables probabilísticas:

- Para un número suficientemente grande de observaciones ( $n \rightarrow \infty$ ), la probabilidad de un desvío en ambos sentidos es la misma.
- Desvíos pequeños ocurren con mayor frecuencia que desvíos grandes.
- Existe un límite para los desvíos, por encima del cual la ocurrencia de un suceso no es probable.

TEORICAMENTE:



EN LA PRACTICA:



## CAUSAS DE ERRORES

Errores Naturales:

Responden a la incidencia en las observaciones de factores climáticos como viento, temperatura, humedad, presión atmosférica entre otros.

Ejemplo: variación de la longitud de una cinta metálica debido a los cambios de temperatura.

Errores Instrumentales:

Corresponden a imperfecciones en la construcción o ajuste de los instrumentos, así como el movimiento de sus componentes individuales.

Ejemplo: graduación imperfecta de una cinta métrica o mira (diferencia entre espacios entre marcas de la graduación).

Errores Personales: Son los asociados al propio operador; responden a los sentidos del ser humano que intervienen en la lectura de los instrumentos.

Ejemplo: estimación entre dos marcas consecutivas de una regla; alineación imperfecta entre los hilos del retículo y el objeto con que se alinea.

## BIBLIOGRAFÍA

- Tratado de topografía, Teoría de errores e instrumentación – Manuel Chueca Pazos, José Herráez Boquera, José Luis Berné Valero – Paraninfo, ISBN 84-283-2308-9.
- Evaluación de la incertidumbre de la medida de ángulos, distancias y desniveles medidos con instrumentación topográfica – José Luis García Balboa, Antonio Ruiz Armenteros, José Luis Mesa Mingorance.
- Topografía – Paul R. Wolf, Charles D. Ghilani – Alfaomega, Marcombo, 14ª edición, 2018.