

Tema 1 : La estadística en Topografía

Medidas directas e indirectas

Las medidas pueden ser clasificadas en medidas directas e indirectas. Las medidas directas son aquellas en donde el instrumento de medida mide directamente la magnitud desconocida. Como ejemplo de medida directa tenemos la medida de una distancia concreta con un instrumento de estación total. Otros ejemplos son: la medida de la longitud de un lápiz concreto con una regla graduada o la medida de un ángulo con un teodolito o con un instrumento de estación total.

Las medidas indirectas son aquellas que se obtienen al aplicar a unas determinadas medidas directas una función matemática que relaciona la cantidad de interés con la magnitud desconocida. Un ejemplo sencillo es la determinación de las coordenadas de una estación a partir de la medida de unos ángulos y distancias. Después a partir de estas coordenadas se pueden medir otros ángulos y distancias que no fueron medidos directamente. Durante este procedimiento los errores de las medidas directas se transmiten a las cantidades indirectas medidas.

Fuentes de error en las medidas

Puede afirmarse con toda seguridad que:

- a) Ninguna medida es exacta
- b) Toda medida contiene errores
- c) El valor verdadero de una medida es siempre desconocido
- d) El tamaño exacto de los errores son siempre desconocidos.

Errores instrumentales: Errores causados por las imperfecciones en la construcción del instrumento. Ejemplos: el mal equiespaciamiento en las divisiones de escala de un teodolito o instrumento mal calibrado.

Errores naturales: Errores causados por los cambios en el entorno medioambiental donde se realiza la medida: presión atmosférica, temperatura, viento, campo magnético, la gravedad, etc.

Errores Personales: Errores debido a la limitación de los sentidos humanos, los cuales pueden alterarse en presencia de altas temperaturas, insectos, etc. Otros factores que afectan a las medidas son las habilidades y destrezas personales.

Errores sistemáticos : Estos errores siguen alguna ley física y pueden, por tanto, ser predichos. Algunos errores de este tipo se evitan siguiendo correctamente el procedimiento de medida. Para reducir al mínimo el error sistemático en una medida es necesario conocer todos los factores que pueden contribuir. Son comunes: la presión atmosférica, la temperatura, la curvatura de la tierra, la refracción, etc.

Pifias : Son causadas por confusión o por descuidos del observador. Ejemplos de pifias : olvido en la corrección de escala de un EDM o fallos en la corrección de la temperatura, confundir un tres o con un ocho, etc.

Errores aleatorios : Son aquellos errores que permanecen después de eliminar todos las pifias (los llamados errores groseros) y los posibles errores sistemáticos. En general son debidos a las imperfecciones de los instrumentos y errores humanos y a una multitud de pequeños efectos sistemáticos que no podemos controlar. Estos errores no siguen ninguna ley física y por lo tanto deben ser tratados con leyes matemáticas de la probabilidad. Los errores aleatorios por lo general son pequeños y son positivos y negativos con la misma probabilidad (aunque puede haber excepciones).

El siguiente cuadro expresa que los errores instrumentales, naturales y personales pueden cada uno dividirse en sistemáticos y aleatorios. Y a la inversa, que los errores sistemáticos y aleatorios pueden subdividirse en instrumentales, naturales y personales.

	Errores Instrumentales	Errores naturales	Errores personales
Errores sistemáticos			
Errores aleatorios			

A lo largo de esta asignatura vamos a suponer que las medidas que tratamos están corregidas, es decir, están libre de pifias y de los errores sistemáticos moderados.

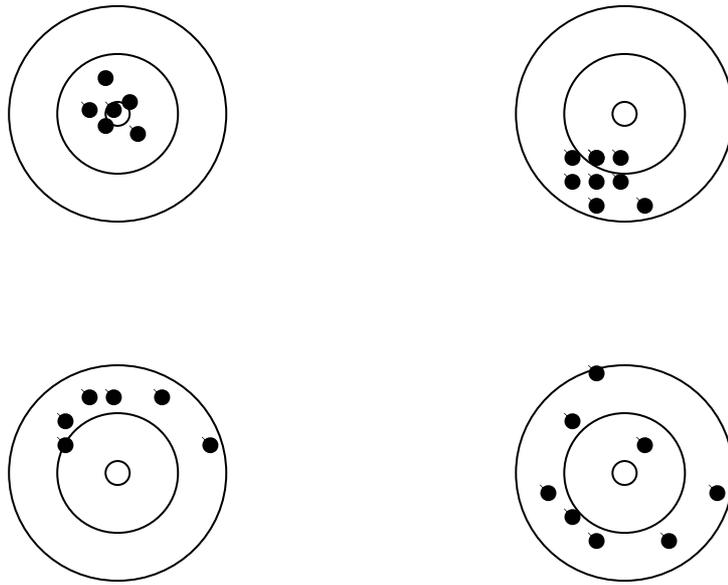
Precisión y exactitud

Exactitud de una medida : Es el grado de proximidad entre una cantidad medida y el verdadero valor de la medida. Como este último valor es desconocido esta cantidad nunca puede ser determinada completamente. Para subsanar este escollo se sustituye el valor verdadero por un valor casi verdadero del mensurando. Por ejemplo un valor convencionalmente verdadero o un valor de referencia.

Precisión : Grado de concordancia entre diferentes resultados de medida de un mismo mensurando. Depende en buena medida de la estabilidad de las condiciones medioambientales durante el proceso de medida.

23,118	23,141	22,9
23,119	23,138	23,1
23,114	23,141	23,2
23,122	23,142	23,2
23,116	23,14	23,1
23,121	23,143	23,2
23,122	23,14	23,1
23,124	23,141	23,1
23,119	23,14	23,1
23,113	23,14	23,2
23,117	23,141	22,9
23,123	23,141	23,1
23,125	23,14	23,1
23,116	23,141	23,2
23,118	23,14	23,1
23,119	23,141	23
23,119	23,141	23,1
23,118	23,14	23,3
23,121	23,141	23,1
23,119	23,14	23,1
23,12	23,142	23,1
23,124	23,142	23
23,116	23,142	23,1
23,121	23,141	23,2
23,112	23,14	23,2
23,122	23,142	23,2
23,124	23,141	23,2
23,128	23,141	23,1
23,116	23,141	23,2
23,13	23,141	23
23,121	23,142	23,2
23,127	23,14	23,1
23,124	23,14	23,1
23,126	23,14	22,9
23,125	23,14	23,1
23,117	23,142	23,1
23,123	23,14	23,1
23,116	23,141	23
23,117	23,142	23,1
23,127	23,142	22,9
23,122	23,14	23,1
23,125	23,141	22,9
23,124	23,142	23
23,123	23,141	23,1
23,117	23,141	23
23,122	23,14	23,1
23,115	23,141	23,2
23,118	23,14	22,9
23,13	23,141	23,3
23,117	23,14	23,1
23,121	23,141	23,1
0,004	0,001	0,1

El concepto de precisión y exactitud a través de las ya clásicas dianas



Medidas redundantes y su ajuste

En topografía es habitual que un conjunto de medidas, como por ejemplo los tres ángulos de un triángulo, deban satisfacer alguna conocida propiedad. En el caso de los lados de un triángulo es sabido que estos deben sumar 360° . Sin embargo, debido a los errores aleatorios estas tres medidas por lo general no satisfacen dicha relación. En este caso concreto donde cada ángulo se ha medido una vez se dice que hay una medida redundante pues es obvio que midiendo dos las tercera hubiese quedado determinada. No obstante este tercer valor (el del tercer ángulo) no se debe de despreciar sino que sirve para ajustar los tres ángulos medidos a unos valores de más precisión que los valores originales. Otros ejemplos de este tipo en topografía: la suma de las latitudes deben ser iguales a cero en una poligonal cerrada, etc. Desde luego estos ejemplos son bastante simples. Desde luego este no es el caso cuando se está trabajando con redes.

Todo topógrafo prudente debe tomar siempre medidas redundantes en su trabajo. Con esto puede evaluar la calidad de las medidas y aceptar o rechazar algunas y por otro lado mediante un ajuste gana una mejor precisión en la estimación de las magnitudes desconocidas. El ajuste del que se habla en las líneas anteriores se trata por lo general del método de los mínimos cuadrados donde genéricamente debe minimizarse la suma de los cuadrados de los errores multiplicados por unos correspondientes pesos.