

2.1 Cifras significativas

Las cifras significativas de un número son aquellas que tienen un significado real y, por tanto, aportan alguna información.

“cuando un número se expresa con sus cifras significativas, la última cifra es siempre incierta”.

Toda medición experimental es inexacta y se debe expresar con sus cifras significativas.

Se mide la longitud de una barra con una regla graduada en milímetros. El resultado se puede expresar, por ejemplo como:

$$\text{Longitud (L)} = 78,3 \text{ cm}$$

2.1 Cifras significativas

No es esta la única manera de expresar el resultado, pues también puede ser:

$$L = 0,783 \text{ m}$$

$$L = 7,83 \text{ dm}$$

$$L = 783 \text{ mm}$$

0,783 m tiene tres cifras significativas, donde dos son verdaderas y una es incierta. La incertidumbre es la cantidad más pequeña que se puede medir con el instrumento

2.1 Cifras significativas - Reglas

1. En números que no contienen ceros, todos los dígitos son significativos.

3,14159 → seis cifras significativas → 3,14159

5.694 → cuatro cifras significativas → 5.694

2.1 Cifras significativas - Reglas

2. Todos los ceros entre dígitos significativos son significativos.

2,054 → cuatro cifras significativas → 2,054

506 → tres cifras significativas → 506

2.1 Cifras significativas - Reglas

3. Los ceros a la izquierda del primer dígito que no es cero sirven solamente para fijar la posición del punto decimal y no son significativos.

0,054 → dos cifras significativas → 0,054

0,0002604 → cuatro cifras significativas → 0,0002604

2.1 Cifras significativas - Reglas

4. En un número con dígitos decimales, los ceros finales a la derecha del punto decimal son significativos.

$0,0540 \rightarrow$ *tres cifras significativas* $\rightarrow 0,0\underline{540}$

$30,00 \rightarrow$ *cuatro cifras significativas* $\rightarrow \underline{30,00}$

2.1 Cifras significativas - Reglas

5. Si un número no tiene punto decimal y termina con uno o más ceros, dichos ceros pueden ser o no significativos. Para poder especificar el número de cifras significativas, se requiere información adicional. Para evitar confusiones es conveniente expresar el número en notación científica, no obstante, también se suele indicar que dichos ceros son significativos escribiendo el punto decimal solamente.

1200 → dos cifras significativas → 1200

1200, → cuatro cifras significativas → 1200,

2.1 Cifras significativas - Reglas

6. Los números exactos tienen un número infinito de cifras significativas.

Los números exactos son aquellos que se obtienen por definición o que resultan de contar un número pequeño de elementos

Cifras significativas - Reglas

Ejemplos:

- Al contar el número de átomos en una molécula de agua obtenemos un número exacto: 3.
- Al contar las caras de un dado obtenemos un número exacto: 6.
- Por definición el número de metros que hay en un kilómetro es un número exacto: 1000.
- Por definición el número de grados que hay en una circunferencia es un número exacto: 360

2.1 Notación científica de los números

Notación científica es la representación de un número utilizando potencias de base 10.

$$A \cdot 10^n$$

Siendo A un número mayor o igual que uno y menor que 10, y n un número entero.

Solo se escriben en notación científica los dígitos significativos.

2.1 Notación científica de los números

Distancia media Tierra-Luna = 150.000.000 Km

Distancia media Tierra-Luna = $1,5 \cdot 10^8$ m

(2 cifras significativas)

Velocidad de la luz en el vacío = 299.792,458 km/s

Velocidad de la luz en el vacío = $2,99792458 \cdot 10^8$ km/s

(9 cifras significativas)

Radio medio de la tierra = 6371 km

Radio medio de la tierra = $6,371 \cdot 10^3$ km

(4 cifras significativas)

2.1 Método común de redondeo

1- Si el dígito a la derecha del último dígito requerido es menor que 5, se deja el dígito precedente igual.

Se requiere redondear 57.653 a dos decimales, entonces, como 3 es menor que 5, se tiene, 57.65

2- Si el dígito a la derecha del último dígito requerido es mayor o igual que 5, se aumenta una unidad al dígito precedente.

Se requiere redondear 236.68 a un decimal, entonces, como 8 es mayor que 5, se tiene, 236.7

2.1 Operaciones con cifras significativas

Al realizar las operaciones de suma y resta de números con diferentes cifras significativas, es conveniente redondear primero los números que tengan la mayor cantidad de decimales conservando un decimal más que el número que tenga menor cantidad decimales y el resultado final se redondea con igual número de decimales al que tenga menos decimales.

$$28,4 + 32,844 + 0,452 + 2,786$$

$$28,4 + 32,84 + 0,45 + 2,79$$

$$28,4 + 32,84 + 0,45 + 2,79 = 64,48 = 64.5$$

2.1 Operaciones con cifras significativas

En las operaciones de multiplicación y división, también es conveniente redondear los números que tengan mayor cantidad de cifras significativas conservando una cifra significativa de más, que el número que tiene menor cifra significativa y el resultado final se escribe con la cantidad de cifras significativas igual al que tiene menor cantidad de cifras significativa.

$$1,4 * 2,614 * 7,1956$$

$$1,4 * 2,61 * 7,20$$

$$1,4 * 2,61 * 7,20 = 26,3088 = 26$$

2.2 Teoría de los errores en la medición

En esta sección se estudian los posibles errores que se pueden cometer al realizar las mediciones, sus orígenes, características, magnitudes, como se determinan, clasifican y propagan.

En los levantamientos Planimétricos se determinan medidas lineales y angulares que resultan de una medición directa con instrumentos y en un gran número se obtienen de una determinación indirecta.

2.2 Teoría de los errores en la medición

La teoría de errores estudia las medidas de una magnitud cuando estas forman parte de una serie de observaciones homogéneas, no cabe el análisis de una medida aislada(Wolf, P. et al, 1997).

En planimetría se utilizan medidas resultantes de una serie de observaciones, para las cuales se deben conocer los distintos tipos de errores, sus causas y sus magnitudes, así como la selección de los equipos adecuados y las metodologías que permitan minimizarlos hasta niveles que se ajusten a las normas técnicas vigentes.

2.2 Teoría de los errores en la medición

El error se define como la diferencia entre el valor exacto o verdadero de una magnitud y el valor obtenido en su medida.

$$E = X - x$$

“E” es el error en una medición, “X” es el valor medido y “x” es el valor verdadero.

Toda medida que realicemos con un instrumento topográfico , bien sean ángulo o distancia, está siempre asociada a un error.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Equivocaciones o errores groseros

Son cometidos por el observador a la hora de realizar una medición por múltiples por aplicación errónea de conceptos, descuido, fatiga, error de comunicación o lectura equivocada. Los mas comunes son:

- Error de lectura
- Error de anotación
- Error al sumar de forma incorrecta las distancias parciales

2.2 Teoría de los errores en la medición

Causas de los errores

Causa de los errores pueden ser muy diferentes y pueden tener que ver con la capacidad del ojo humano, pasando por las deficiencias de los aparatos topográficos, y hasta llegar a las condiciones atmosféricas (presión, temperatura y humedad) del lugar en el que realicemos las diferentes mediciones. Los orígenes mas comunes son:

- Debido al observador.
- Debido al instrumento de medida.
- Debido a los factores ambientales.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Causas de los errores

Errores instrumentales: Se deben a la manufactura propia del instrumento, por mala graduación de la escala de lecturas.

Errores ambientales o naturales: causados por condiciones ambientales en que se hace la medición, y que pueden afectar el funcionamiento mecánico del instrumento o afectar las correcciones propias del instrumento. Se destacan la temperatura, la humedad, el polvo y las vibraciones o interferencias (ruido) electromagnéticas.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Causas de los errores

Errores de observador: Se originan en las limitaciones sensoriales propias del observador. Puede ser causado por omisión del observador al no constatar alguna anomalía, o a la utilización de técnicas inadecuadas que resulten en medición equivocada, o a la interpretación equivocada de los datos y errores en lecturas por mala colimación del instrumento.



2.2 Teoría de los errores en la medición

Tipos de errores

En las medición se pueden dar dos tipos de errores, a saber:

- Sistemáticos
- Aleatorios

2.2 Teoría de los errores en la medición

Tipos de errores

Errores sistemáticos : Este tipo de errores se repiten de forma continuada al realizar cualquier tipo de medida, y en la mayoría de las ocasiones pueden provenir de algún problema con el equipo o de alguna rutina errónea adoptada por el operario. Este tipo de errores deben evitarse en todos los casos empleando una metodología adecuada, Su valor es acumulativo y resulta imposible su corrección.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Tipos de errores

Ejemplos de errores sistemáticos:

- Cinta de acero utilizada para realizar mediciones que tiene un exceso de longitud de 0.06 metros por dilatación o manufactura.
- Cinta métrica estropeada y que por una reparación realizada en ella tiene menor longitud de la indicada.
- Teodolito o Estación total mal calibrada.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Tipos de errores

Errores accidentales o aleatorios: Una vez que son eliminados los errores sistemáticos y como consecuencia de una combinación de todas las causas posibles, aparecen estos errores. No responden a una ley fija y son totalmente inevitables.

Este tipo de errores es más probable que los grandes errores y se compensan parcialmente cuando el número de mediciones es redundante.

Su magnitud y signo son aleatorios y se pueden estimar mediante un ajuste conocido como el método de ajuste por mínimos cuadrados.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Tipos de errores

Error probable: Si todos los errores producidos al medir una magnitud los ordenamos por orden creciente, prescindiendo del signo, el error probable será el que esté en el centro de la serie formada. De otro modo podemos decir, que el error probable es aquel que tiene tantos errores mayores que él como más pequeños.

Error medio aritmético: Es la media aritmética de todos los errores prescindiendo del signo.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Tipos de errores

Error máximo : Es una cota del error, ya que los errores que sean mayores que él deben de ser considerados como errores groseros. Por lo tanto, todas las medidas que vayan acompañadas de un error superior al máximo, deben de ser desechadas.

A este error se le denomina tolerancia. Se suele aceptar que su valor sea igual a 2.5 veces el error medio cuadrático.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Tipos de errores

Error medio cuadrático : Si consideramos que conocemos el valor real de las magnitudes que medimos, los errores que se producen serán errores reales, y se define error medio cuadrático de una observación aislada a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los residuos respecto al valor real, dividida por el número de observaciones realizadas.

2.2 Teoría de los errores en la medición

Postulados en la teoría de errores

- **Los errores pequeños son más frecuentes que los grandes.**
- **El número de errores con signo positivo es prácticamente igual que el número de errores con signo negativo.**
- **Los errores groseros y los sistemáticos no deben de estar presentes en las observaciones.**