

Seminario UNE 148005:2021 IN

Información Geográfica:

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD POSICIONAL

Salón de actos del IGN
C/ General Ibáñez de Ibero, 3
28003, Madrid

MIÉRCOLES

9 OCTUBRE

**11:00
HORAS**



Francisco Javier Ariza

Vocal del CTNI48 experto en la guía

Universidad de Jaén

Francisco Javier Ariza López

**Dpto. Ingeniería Cartográfica,
Geodésica y Fotogrametría**

Universidad de Jaén

fjariza@ujaen.es

(+34) 953212469



**Grupo de investigación en
Ingeniería Cartográfica**

Objetivos & Contenido del seminario

- Conocer el documento
UNE 148005
- Aplicación a algunos
ejemplos

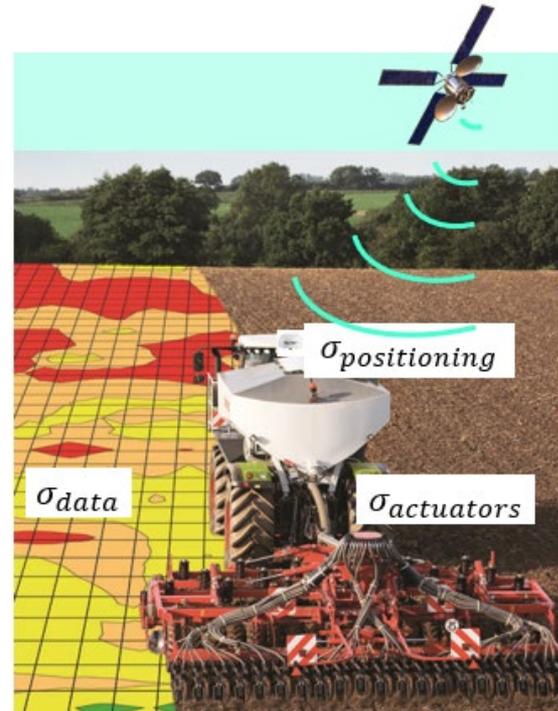


Objetivos & Contenido del seminario

- Contexto de UNE 148005
- Contenido
- Aspectos más relevantes
- Aplicación



Contexto



Precision farming: seeder

La componente posicional afecta a:

- **Geometría.**
- **Topología (relaciones espaciales).**
- **Aspecto temático.**
- **Interoperabilidad de CDG.**

$$\sigma_{application} = \sqrt{\sigma_{data}^2 + \sigma_{positioning}^2 + \sigma_{actuators}^2}$$

→ **Programas de mejora de la componente posicional (PAI): Alemania, Australia, EEUU, Francia, Reino Unido, Suiza ...**

→ **Revisión de las normas de control posicional**

Importancia

Importancia renovada por las nuevas técnicas de posicionamiento (GNSS, GPS, INS, etc.). → **Posicionamiento preciso.**

Importancia de nuevas técnicas de captura (LIDAR, etc.). → **Captura más precisa, datos no normales.**

Importancia de nuevas aplicaciones (p.ej. agricultura de precisión, UAV) → **posicionamiento preciso**

Importancia renovada por las exigencias de interoperabilidad de los CDE debido a las IDE. → **Uso preciso, interoperabilidad posicional.**

Aplicaciones continentales y sin costuras/roturas. → **Posicionamiento absoluto.**

→ **Programas de mejora de la componente posicional (PAI):** Alemania, Australia, EEUU, Francia, Reino Unido, Suiza ...

→ **Revisión de las normas de control posicional.**

Importancia

Programas de mejora de la exactitud posicional

- Alemania: Programa de mejora de la EPA del catastro federal.
- Francia: Programa de mejora de la altimetría para mejorar la EPA de las ortofotos y vectores derivados.
- Inglaterra: Programa para la mejora de la EPA en los mapas rurales (1990). Nuevo programa EPA en 2000 para entornos urbanos (150.000 km² de 2001-2006).
- Suiza: Ajuste de los callejeros.

EPA = Exactitud Posicional Absoluta

Positional integration of Geodata (Rönsdorf, 2004)

...

Importancia

Líneas de trabajo para la mejora de la posición:

- Mejora de la geodesia, sistemas de referencia ...
- Desarrollo de algoritmos de confluencia ...
- Desarrollo de software específico para la integración de CDG (KIL, Technet, etc.).
- Mejora de los procesos de control y evaluación de la exactitud posicional (NSSDA'98, STANAG'02, FR'03, ASPRS 2013, 2023, etc.).
- Desarrollo de nuevas metodologías de evaluación de la componente posicional (elementos lineales, etc.).
- Mejora de los diseños y especificaciones de los productos (la calidad se diseña).

Contexto: muchas opciones

United States National Map Accuracy Standards

With a view to the utmost economy and expedition in producing maps which fulfill not only the broad needs for standard or principal maps, but also the reasonable particular needs of individual agencies, standards of accuracy for published maps are defined as follows:

1. **Horizontal accuracy.** For maps on publication scales larger than 1:20,000, not more than 10

FGDC-STD-007.3-1998



National Spatial Data Infrastructure

Geospatial Positioning Accuracy Standards
Part 3: National Standard for Spatial Data Accuracy

American Society for Photogrammetry and Remote Sensing
ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data

Edition 2, Version 2 (2024)

ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data

EDITION 2, VERSION 2 (2024)

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DES TRANSPORTS, DU LOGEMENT, DU TOURISME ET DE LA MER

Arrêté du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précision applicables aux catégories de travaux topographiques réalisés par l'Etat, les collectivités locales et leurs établissements publics ou privés pour leur compte

NOR: EQUIP030087A

Le ministre de l'équipement et de la mer,
Vu le décret n° 9
n° 85-790 du 26 juillet
Conseil national de l'
Vu la loi n° 95-11
nement et le dév

pour les deux coordonnées planimétriques et pour la coordonnée altimétrique). L'écart en position E_{pos} pour un point donné, par rapport à sa position issue d'un contrôle, est défini par la distance euclidienne, c'est-à-dire la racine carrée de la somme des carrés des écarts sur chacune des coordonnées soumise à la même classe de précision.



Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen
der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)

**Produkt- und Qualitätsstandard
für Digitale Geländemodelle**

Version 3.1

Métodos basados en puntos

Contexto: muchas opciones



- EMAS (Engineering Map Accuracy Standard) (1983), By The American Society of Civil Engineers
- ASPRS-ASLSM (ASPRS Accuracy Standards for large-scale Maps) (1989), By the American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.
- AS4P (Accuracy Standards for positioning V 1.0) (1996), By Geomatics Canada.
- NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy) (1998), By The Federal Geographic Data Committee.
- STANAG 2215 (Evaluation of maps, aeronautical charts and digital topographic data) (2002), By NATO.
- CPATT (France 2003 Arrêté du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précision applicables aux catégories de travaux topographiques réalisés par l'Etat, les collectivités locales et leurs établissements publics ou exécutés pour leur compte) (2003).
- MVMASG (Model Virginia Map Accuracy Standards Guideline)(2009), By Virginia Information Technologies Agency.
- AMSDHAS (Australian Map and Spatial Data Horizontal Accuracy Standard) (2009), By ICSM.
- Kontroll av Geodata (2013), By Norska standarden.
- ASPRS-PAS4DGD (ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data) (2015), By the American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.
- ASPRS-PAS4DGD (ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data) (2023), By the American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.

Contexto: muchas opciones

- NMAS (National Map Accuracy Standard) (1947), by the United States Bureau of the Budget.
- NIST-ASM4BP (An Acceptance Sampling Method for 2D/3D Building Plans) (2009), by National Institute of Standards and Technology.
- ISO 2859-1. Sampling procedures for inspection by attributes — Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection (1999), by ISO.
- IPGH Especificaciones topograficas (1978), By the Instituto Panamericano de Geografía e Historia.
- Brasil (1984). Normas Técnicas da Cartografia Nacional, Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984.
- ISO 3951-1 Sampling procedures for inspection by variables -- Part 1: Specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection for a single quality characteristic and a single AQL, (2005), By ISO.
- UNE 148002 Metodología de evaluación de la exactitud posicional de la información geográfica (2016), by AENOR.
- Positional control by two tolerances (2016), by Ariza-López & Rodríguez-Avi, 2016.

...y muchos otros...!!!

Contexto: mucha disparidad

	Estándar / norma	ASIP	ASP	ASPRS	EMAS	IGN	MILSTD6001	NMAS	NSSDA	OS	STANAG	USGS
	Procedencia	Canada	EE.UU.	EE.UU.	EE.UU.	Francia	EE.UU.	EE.UU.	EE.UU.	G Bretaña	OTAN	EE.UU.
Aplicación	Año	1996	1985	1990	1983	2003	1990	1947	1998	1988	2002	1997
	Aspectos formales	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Alto	Medio	Total	Bajo
	Tipo (EMAS, NMAS...)	NSSDA	EMAS	ASPRS	EMAS			NMAS	NSSDA		STANAG	USGS
	Hoja, serie, lote, área ...		Área	Hoja	Área			Área	Área	Hoja	BDG	Hoja
	Aislado o en flujo											
Escalas		> 20000	> 20000	> 20000					>20000	< 25000		
Muestreo	Elemento de control: puntos	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Tamaño de la muestra		20	20	20				20	50	167	28
	Tipo puntos (descripción)										Si	
	Guía distribución espacial puntos			Si					Si		Si	Si
	Sub-regiones						Si				Si	
Precisión muestreo FME		3x	3x	3x	2x			3x		5x		
Exact	Absoluta	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
	Relativa	Si				Si	Si				Si	
Hipot.	Contraste de hipótesis básicas											
	Normalidad implícita	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Estimadores	Outliers		Si	Si	Si			Si	Si		Si	
	Sesgo		Si		Si		Si			Si	Si	
	E.M.C.			Si					Si			
Control	m, s	Si	Si		Si	Si	Si			Si	X	
	Planimetría	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	X	
	Altimetría	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si		X	Si
Resultados	3D					Si	Si				X	
	Desplaza X,Y para la Z		Si	Si				Si				
	Circular, X,Y	C	X,Y	X,Y	X,Y		C	X,Y	C	X,Y	C	
	Categorías exactitud	Si	Si	Si			Si				Si	Si
	MDT								Si		Si	Si
Expresión	Categoría	Frase	Frase	Ac./Rechaza	Categoría	Frase	Ac./Rechaza	Frase	Ac./Rechaza	Código	Frase	
Otros	Información general *		3	3	3	3	3	1	3	2	5	1
	Probabilidad en el resultado		95%	≈ 100%	≈ 100%	≈ 95%	≈ 99%	90%	90%	95%	≈ 95%	90%
	Incertidumbre del método										Si, 10 %	
	Valoración global *		3	2	2	3	3	3	1	3	3	1

Contexto: problemática



- Basados en la normalidad, que no siempre se cumple.
- Débil definición de los prerrequisitos y ausencia de especificaciones para su control / verificación.
- Débil definición de algunas condiciones (e.g. $RMSE_x=RMSE_y$ en NSSDA).
- Problemas estadísticos. En la aplicación de varios contrastes de hipótesis no se considera adecuadamente la significación (Bonferroni u otros).
- Se utiliza el RMSE como S.
- Escasa información relativa al proceso → Faltan metadatos adecuados del proceso
- No exigen ni guían sobre cómo contrastar sus hipótesis → Faltan guías de aplicación
- El tamaño de muestra no vinculado al tamaño de la población.
- La operativa limitada a entregas aisladas → no adecuados para suministros en flujo.
- Los resultados no son comparables entre distintos MEEP.
- La forma de expresar los resultados no se habla con los controles de las otras componentes de la calidad.

Contexto: problemática



- Más preocupación por el resultado que por el proceso.
- Se combinan exactitudes planimétricas y lineales.
- Confusión entre RMSE y S.
- Aplicación de factores de expansión a RMSE.
- Uso de los factores de expansión de la N y Chi2 a datos no N ni Chi2.
- Eliminar los atípicos de los informes.
- Confusión con las colas de las funciones de distribución (tablas).
- No se interpreta bien el p-valor.

Contexto: España



UNE 148002:2016

Metodología de evaluación de la exactitud posicional de la información geográfica.

Methodology for positional accuracy assessment of geographic information

Méthodologie pour l'évaluation de l'exactitude positionnelle de l'information géographique

Descargar extracto

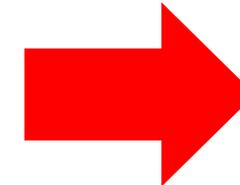
87 € Español PDF

Formato físico y digital
Nota: Precios sin IVA ni gastos de envío
Descuentos no acumulables

Añadir a la cesta >

Temáticas:	TIC
Fecha Edición:	2016-05-25 / Vigente
Idiomas Disponibles:	Español
Versión confirmada en fecha:	2022-01-25
ICS:	35.240.70 / Aplicaciones de las tecnologías de la información en la ciencia
CTN:	CTN 148 - Información geográfica digital

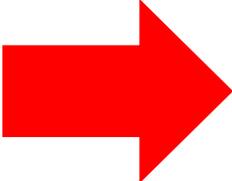
50%* descuento
Si compras la misma norma
UNE en distintos idiomas
* dto. sobre el PVP inferior



- **Perspectiva de usuario (adquiriente)**
- **Compatible con la industria (ISO 2959-1,-2)**
- **NCA**
- **Lote a lote**
- **Lote aislado**
- ...



Contexto: España





UNE 148005:2021 IN

 Información Geográfica: Guía para la evaluación de la exactitud posicional.
 Geographic Information: Positional Accuracy Assessment Guide
 Information géographique: Guide pour évaluer la précision de la position

 Descargar extracto

112 €

Formato físico y digital
Nota: Precios sin IVA ni gastos de envío
Descuentos no acumulables

 Añadir a la cesta >

Fecha Edición: 2021-10-13 / 

Idiomas Disponibles: Español

ICS: 35.240.70 / Aplicaciones de las tecnologías de la información en la ciencia

CTN: CTN 148 - Información geográfica digital

Normas Relacionadas

UNE-EN ISO 19148:2021

50%* descuento
Si compras la misma norma
UNE en distintos idiomas
* dto. sobre el PVP inferior

- Ayudar a aplicar **UNE 148002**
- Ayudar a aplicar otros métodos **≠ UNE 148002**
- Ofrecer métodos con distinta perspectiva
- Estandarizar los procesos de evaluación de la exactitud posicional.
- Informar mejor sobre los procesos de evaluación de la exactitud posicional

UNE 148002: Contenido

norma española		UNE 148002
		Mayo 2016
TÍTULO	Metodología de evaluación de la exactitud posicional de la información geográfica	
	<i>Methodology for positional accuracy assessment of geographic information.</i> <i>Méthodologie pour l'évaluation de l'exactitude positionnelle de l'information géographique.</i>	
CORRESPONDENCIA		
OBSERVACIONES		
ANTECEDENTES	Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 148 <i>Información geográfica digital</i> cuya Secretaría desempeña CNIG.	
Editada e impresa por AENOR Depósito legal: M 18607-2016		46 Páginas
LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A: AENOR Asociación Española de Normalización y Certificación		
© AENOR 2016 Reproducción prohibida	Genova, 6 28004 MADRID-España info@aenor.es www.aenor.es	Tel.: 902 102 201 Fax: 913 104 032

AENOR - 3 - UNE 148002:2016

Índice

1	Objeto y campo de aplicación	4
2	Conformidad	4
3	Normas para consulta	4
4	Términos y definiciones	5
5	Control de la calidad posicional en conjuntos de datos espaciales	7
6	Método de control posicional	7
6.1	Generalidades	7
6.2	Prerrequisitos	8
6.3	Opciones de control posicional	8
7	Ámbito en el proceso de CCP	9
8	La muestra de control	9
8.1	Generalidades	9
8.2	Selección de la muestra	10
8.3	Contratos de suministro	10
9	Conjunto de datos espaciales de referencia	10
10	Metacalidad en el proceso de CCP	11
10.1	Generalidades	11
10.2	Confianza	11
10.3	Homogeneidad	11
10.4	Representatividad	12
11	Informe de la calidad de datos independiente	12
12	Metadatos de los elementos de metacalidad	12
13	Bibliografía	12
Anexo A (Normativo)	Conjunto de pruebas abstractas	14
Anexo B (Informativo)	Informe de calidad independiente	17
Anexo C (Informativo)	La exactitud posicional y su adecuación al uso	22
Anexo D (Informativo)	Exactitud de los trabajos de control	25
Anexo E (Informativo)	Riesgo del usuario y riesgo del productor	27
Anexo F (Informativo)	Bases estadísticas	29
Anexo G (Informativo)	Directrices para la determinación de Modelos Base	35
Anexo H (Informativo)	Ejemplo de aplicación de la Norma UNE-ISO 2859-1	38
Anexo I (Informativo)	Ejemplo de aplicación de la Norma UNE-ISO 2859-2	43
Anexo J (Informativo)	Ventajas e inconvenientes de este método de control posicional	45

Este documento ha sido adquirido por: UNIVERSIDAD DE JAÉN a través de la suscripción AENORm. Para uso en red interna se requiere de autorización previa de AENOR.
 05/10/2024

Marco de UNE 148002

“**posicionamiento directo**” o por “coordenadas” (ISO 19111)

Elemento de la calidad (ISO 19157):

- Exactitud absoluta o externa
- Exactitud relativa o interna
- Exactitud posicional de datos en malla

Método de evaluación:

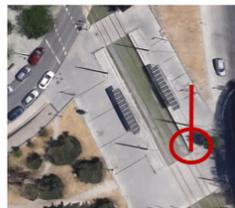
- Método directo
- Externo

Elementos de evaluación:

- Puntos bien definidos

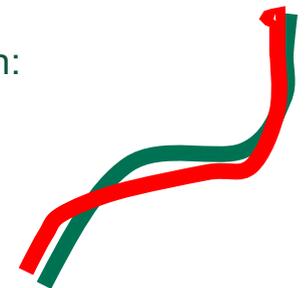
Bien definidos:

- Perfectamente identificables.
- Preferiblemente producto de la actividad humana.
- No sometidos a generalización en el producto cartográfico.
- De distintas temáticas.
- Accesibles (sobre el terreno).
- Bien distribuidos.



Elementos de evaluación:

- Elementos lineales
- Superficies
- Volúmenes
- Etc.



Marco de UNE 148002

Aspectos destacados

- Basada en el conteo de errores → “defecto posicional”
- Basada en normas ISO de control por aceptación
- Válida para 1D, 2D, 3D y n-D
- Tiene perspectiva de lado del usuario
- No requiere hipótesis subyacentes sobre los datos
- Vincula el nivel de calidad métrico (**NCM**) con el nivel de calidad aceptable (**NCA**)
- Ofrece directrices sobre prerequisites para realizar un control posicional
- Recomienda la generación aleatoria de la muestra y el v^0b^0 de las partes
- Establece las condiciones de la referencia
- Aclara los elementos de la metacalidad
- Establece un conjunto de pruebas abstractas

En los anexos informativos:

- Bases estadísticas y modelo acoplado entre NCM y el NCA, determinación del NCA
- Ejemplos de lote a lote y lote aislado

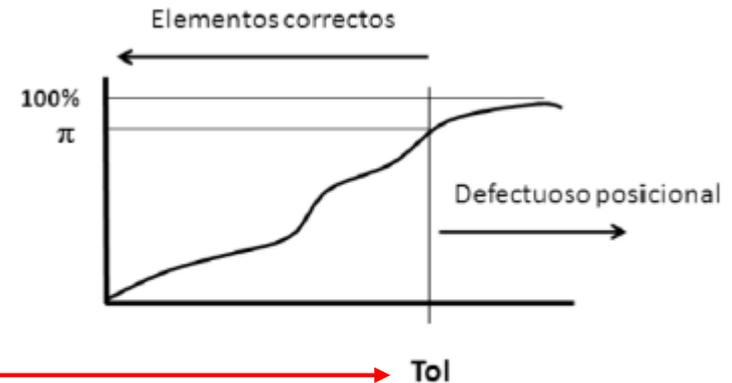


Figura F.6 – Concepto de defectuoso en posición

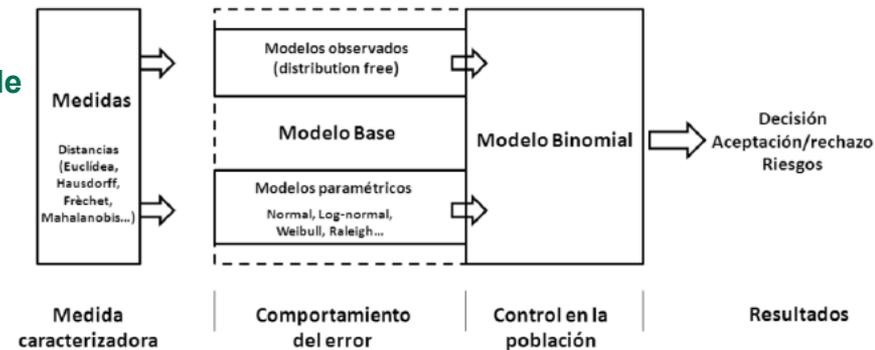


Figura F.5 – Idea general del método propuesto

UNE 148005: Contenido



UNE
Normalización Española

Norma Española
UNE 148005 IN
Octubre 2021

Información Geográfica: Guía para la evaluación de la exactitud posicional

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico CTN 148 Información geográfica digital, cuya secretaria desempeña CNIG.

Asociación Española de Normalización
Cénova, 6 - 28004 Madrid
915 294 900
info@une.org
www.une.org

Este documento ha sido adquirido por: UNIVERSIDAD DE JAÉN a través de la suscripción AENORMás. Para uso en red interna se requiere de autorización previa de AENOR.
26/09/2024

0	Introducción.....	4
1	Objeto y campo de aplicación.....	5
2	Conformidad.....	6
3	Normas para consulta	6
4	Términos y definiciones.....	6
5	Símbolos y abreviaturas	10
6	Calidad de datos espaciales basada en normas ISO del TC/211.....	11
7	La Norma ISO 19157 aplicada a la evaluación de exactitud posicional	13
8	Exactitud y error posicional	18
9	Estándares de exactitud posicional	22
9.1	NMAS	24
9.2	EMAS.....	26
9.3	NSSDA.....	29
9.4	UNE 148002	31
10	Método general para la evaluación de exactitud posicional.....	34
11	Aspectos relativos a la ejecución	36
11.1	Datos de referencia para la evaluación	36
11.2	Exactitud de los trabajos de evaluación	37
11.3	Cantidad y distribución de los puntos de evaluación.....	38
11.4	Identificación y observación de los puntos de evaluación en campo.....	43
11.5	Identificación y observación de elevaciones en campo.....	45
11.6	Identificación y observación de puntos de evaluación en imágenes.....	46
12	Aspectos estadísticos	47
13	Metacalidad de la evaluación de la exactitud posicional	49
14	Informe de la evaluación	50
15	Preguntas y respuestas frecuentes	52
16	Bibliografía	54
Anexo A (Informativo)	Ejemplo de esquema de informe evaluación de exactitud posicional.....	58

Aspectos relevantes:

8. Exactitud y error posicional

Debilidad detectada: confusión

- Se propone no usar el término error (mejor discrepancias)
- Se aclara el término incertidumbre.
- Se aclaran las tipologías de error.
- Se diferencia entre error grosero o equivocación y valores atípicos.
- Se define qué es la exactitud y su relación con la precisión.

Error: Es la diferencia entre un valor medido y un valor de referencia (valor convencional o valor verdadero) [VIM 2007]

Error: La discrepancia entre dos valores que se supone debían ser iguales.

$$e_{x_i} = x_{t_i} - x_{m_i}$$

$$e_{y_i} = y_{t_i} - y_{m_i}$$

$$e_{z_i} = z_{t_i} - z_{m_i}$$

Tipos de los posibles errores:

- Groseros (equivocaciones).
- Sistemáticos (sesgos) (constantes o variables)
- Aleatorios
- **Atípicos**

Atípicos → Son señales, no errores



Aspectos relevantes: definición de los errores

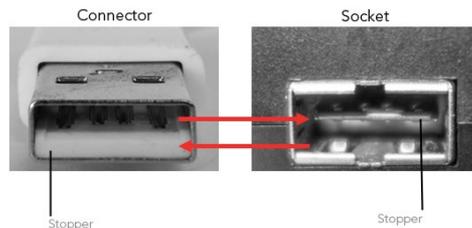
Errores groseros o equivocaciones. Se generan por equivocaciones, ignorancia, descuido, cansancio, mal funcionamiento del equipo, etc.

Origen: Humano, mecánico, electrónico, etc.

Tipología: Son valores que, normalmente, son extremadamente grandes pero que también pueden ser de un orden normal, algunas veces carecen de lógica.

Datos: Deben ser eliminados. Son mediciones equivocadas por lo que sus valores deben ser desechados y nunca deben incluirse en los análisis estadísticos relativos a los cálculos de valores medios y de comportamiento variacional, etc. Son una fuente de **contaminación** que hace que los resultados no sean fiables. Interesa conocer su presencia y origen para poder eliminar este origen de los procesos.

Qué hacer: Usar métodos que reduzcan la posibilidad de ocurrencia (especificaciones, plantillas, formación, adiestramiento, etc.), múltiple imputación.



A hand-drawn sketch showing a building labeled 'NAVE' and a path labeled 'CAMINO'. A point on the path is marked with a circle and labeled 'Pto 27'. An arrow points to a line labeled 'Almbrada'.

Punto:	CAM 27
Hoja:	779-11
Obs. Calidad Temática:	NO
Fiabilidad:	ALTA
Elemento:	CASA

Aspectos relevantes: definición de los errores

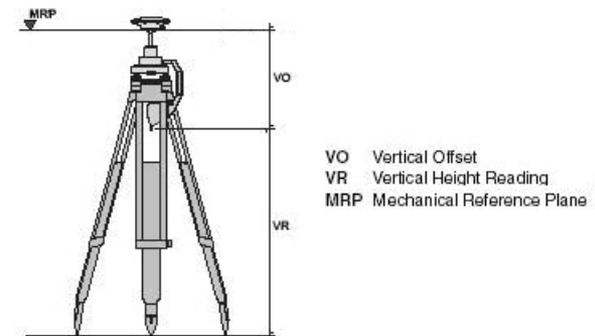
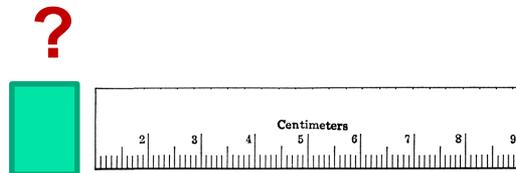
Sesgos o errores sistemáticos. Pueden ser constantes o variables. Muestran una tendencia particular hacia algo. Se introducen por una causa fija que lo genera, que puede ser constante, incremental o decremental, cíclico, etc.

Origen: Operadores, instrumentos, métodos, etc. Los sesgos o errores sistemáticos se pueden deber a múltiples causas (p.ej. temperatura, falta de aplicar correcciones atmosféricas o geométricas, falta de calibración de los equipos, etc.).

Tipología: Están dentro de las mediciones como un factor detectable. Los errores sistemáticos pueden ser determinados estadísticamente

Datos: Si se detecta su presencia, y si se les asigna una causa, **se pueden eliminar** por medio de una corrección sobre las medidas. En este caso los datos son totalmente utilizables.

Qué hacer: Sistemas de detección, calibración de instrumentos, personal y métodos, uso de modelos, seguimiento del proceso.



Aspectos relevantes: definición de los errores

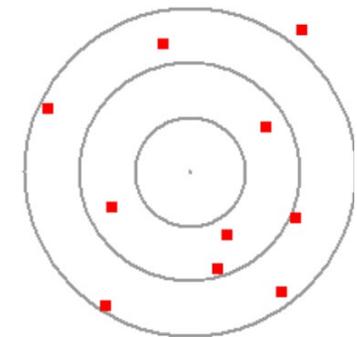
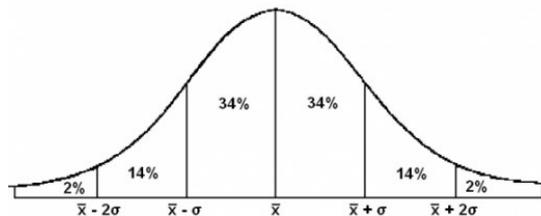
Errores aleatorios (accidentales o variabilidad). Son errores de naturaleza azarosa, es decir, aleatoria, por lo que no son predecibles y sus causas son desconocidas (puro azar).

Origen: Numerosos parámetros no controlados y múltiples causas no asignables que interaccionan entre sí y que generan una distribución de valores característica de cada instrumento, método, proceso...

Tipología: Están dentro de las mediciones y puede ser estimados. Usualmente esta variabilidad se distribuye según un modelo Normal o Gaussiano, pero no es el único modelo posible. La variabilidad es pues la dispersión de los valores y está relacionada con la desviación del modelo Gaussiano.

Datos: Es la parte que se utiliza en los análisis estadísticos.

Qué hacer: La aleatoriedad **no es eliminable**. Se usan modelos para modelar su comportamiento. Aislar este componente de las demás y estudiarla estadísticamente.



Random Error

Aspectos relevantes: definición de los errores

Valores atípicos o extremos. Un atípico es un valor extremadamente pequeño o grande pero **que no resulta de una equivocación**. Un valor atípico o extremo pertenece a la función de distribución de la característica medida pero su probabilidad de ocurrencia es baja, por ello se habla de atipicidad (no son valores típicos).

Origen: El azar o la mezcla de distribuciones.

Tipología: Una vez eliminadas las equivocaciones, son los valores extremadamente grandes o pequeños. La cantidad de valores atípicos o extremos debe ser reducida pues, en caso contrario, indican la presencia de una mixtura de procesos, lo que supondría otro tipo de análisis estadístico

Datos. La estadística robusta permite su uso en los análisis. La estadística convencional se fastidia si se usan. Estos valores se eliminan de los cálculos estadísticos pues tienen una gran influencia en el cálculo de los valores medios y desviaciones. La eliminación de los atípicos del cálculo no debe suponer su eliminación del análisis. Diversos métodos para detectarlos: k-sigmas, ISO 16269-4:2010 Statistical interpretation of data -- Part 4: Detection and treatment of outliers, etc.

Qué hacer. Detectarlos, quitarlos del análisis pero no de los informes. Asignarles causas para buscar posibles mejoras a los procesos.

Aspectos relevantes: definición de los errores

Ejemplos de valores atípicos pueden ser los tamaños extremos de área de los predios rurales en un país, que pueden ir desde menos de menos de 1 m² hasta miles de hectáreas.

Por ejemplo, en una empresa que se controle a distintas cuadrillas de operarios o máquinas trabajando, la existencia de un valor atípico excesivamente grande en rendimientos o calidad puede llevar a los gestores del sistema de calidad a indagar su causa y si se puede, a extender esa forma de trabajo al resto de la empresa, lo que supondrá un incremento en la competitividad y una mejora evidente.

LEONID STADNYK. Tiene el récord de "El hombre vivo más alto del mundo", según el libro Guinness edición 2008. Es ucraniano, tiene 36 años y mide 2.57 mts. Es veterinario, pesa más de 200 kilos, calza 60 y su talla es siete veces XL.



ALTO Y BAJO, JUNTOS. Bao Xishun quien fue el "hombre más alto del mundo", hasta que lo destronó el ucraniano de Leonid Stadnyk, es originario de Mongolia. Al igual que Mr Pingping que mide 73 cm. (Foto: Reuters).

<http://www.taringa.net/posts/info/1040553/El-enano-gigante.html>

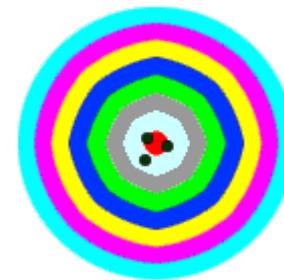
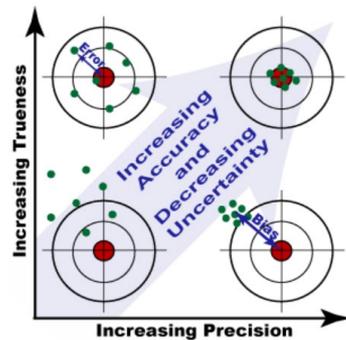
Aspectos relevantes: definición de los errores

Exactitud: Grado de acuerdo entre el resultado de una prueba y el valor de referencia aceptado [ISO 3534-1]

Exactitud = veracidad + precisión

Veracidad: Proximidad entre la media de un número finito de valores medidos repetidos y un valor de referencia. → **se puede mejorar (eliminar/reducir el sesgo)**

Precisión: Proximidad entre las indicaciones o los valores medidos obtenidos en mediciones repetidas de un mismo objeto o de objetos similares bajo condiciones específicas. → **no se puede mejorar (es connatural a cada tipología de dato), sólo se puede evitar su incremento en los procesados.**



**Situación
ideal**

Aspectos relevantes:

Debilidad detectada: confusión, desconocimiento

9. Estándares de evaluación de la exactitud posicional (MEEP)

- Se distingue entre métodos de estimación y control.
- Se distingue entre modelos de base paramétrica y no paramétrica
- Se esquematizan 5 métodos de índole diversa (estimación, control, lote a lote, lote aislado, etc.).

→ **UNE 148002**

Punto de vista del usuario

Cuando ellos desean evaluar la calidad, están interesados en:

- Decidir si el producto satisface sus necesidades (requisitos). No interesa tanto el valor concreto de un parámetro, pero sí si es adecuado o no.
- **Contraste de hipótesis**



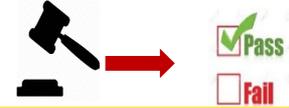
Punto de vista del productor.

- Conocer, en la medida de lo posible, el la exactitud verdadera del producto para informar con confianza de ella o, en su defecto, para mejorar los procesos de producción y/o las características del producto.

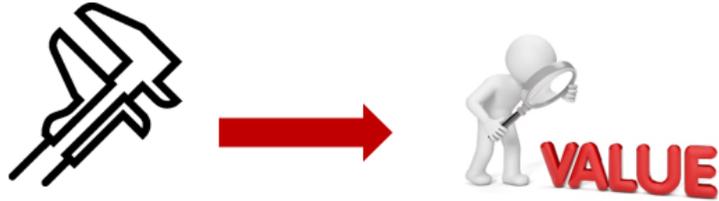
Estimación



Aspectos relevantes: clasificación en estimación y control



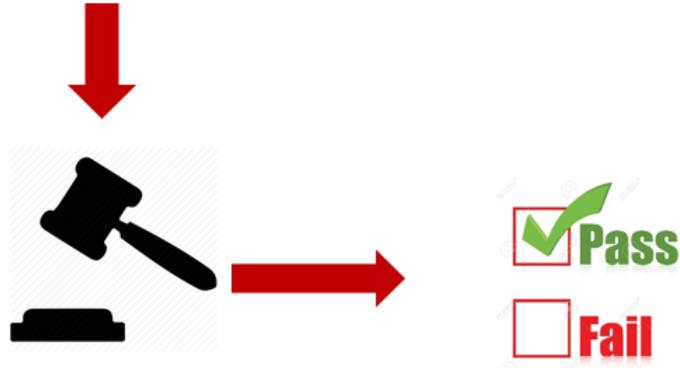
Debilidad detectada: confusión, desconocimiento



μ, σ, ξ, α

Valor medio,
 desviación, precisión,
 significación, tamaño
 muestra

Estimación



Tol, α, β

Tolerancia,
 significación, potencia
 (riesgos tipo I y II),

Control



Estimación

Control

$\mu, \sigma, \text{etc.}$	P, etc.
Z,t, χ Tests, etc.	P Tests, etc.



Un valor
 Una clase
 Decisión de
 aceptación/rechazo

Aspectos relevantes: clasificación en estimación y control



Estimación:

La estimación significa el deseo de conocer el verdadero valor de una variable o parámetro de interés (p.ej. Media, desviación, proporción, etc.) con una incertidumbre limitada.

*Estimación es la **determinación fiable de un valor** → Estimación de la **calidad**.*

*En evaluación de la calidad → La calidad (parámetro de interés) de un producto se termina por medio de una muestra. Se genera un valor resultado (estimación), pero **no existe un juicio de aceptación o rechazo**.*

*El tamaño de muestra **está relacionado con la dispersión/variabilidad en la población** (desviación) y con la **precisión de la estimación***

Aspectos relevantes: clasificación en estimación y control



Control:

Control significa el deseo de conocer si el producto, o un atributo del producto, alcanza o no un requisito establecido, en general, si cumple o no cumple con una especificación.

Control es la determinación fiable de si se cumple una condición →

Control de Calidad.

*En evaluación de la calidad → El control de un aspecto (parámetro) de un producto se realiza por medio de una muestra y unas reglas para determinar si **cumple o no las especificaciones**. El resultado es un juicio que consiste en aceptar o rechazar el producto.*

El tamaño de la muestra está relacionado con la potencia del resultado

	H_0 es cierta	H_1 es cierta
Se escogió H_0	No hay error (verdadero positivo)	Error de tipo II (β o falso negativo)
Se escogió H_1	Error de tipo I (α o falso positivo)	No hay error (verdadero negativo)

Riesgo del usuario

Riesgo del productor

Aspectos relevantes: modelos paramétricos y no paramétricos

Debilidad detectada: perspectiva modelocéntrica (el modelo manda) cuando debe ser datocéntrica (el dato manda)

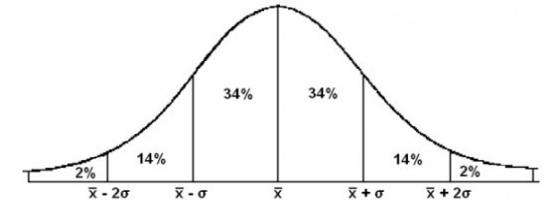
En Geomática se usan modelos matemáticos para simplificar la gestión analítica de los errores (incertidumbres)

En la mayoría de los casos: Es el modelo **Gaussiano o Normal** el modelo asumido

Muchos estudios indican que esto no es correcto. Esta hipótesis no es siempre cierta.

Otros modelos base :

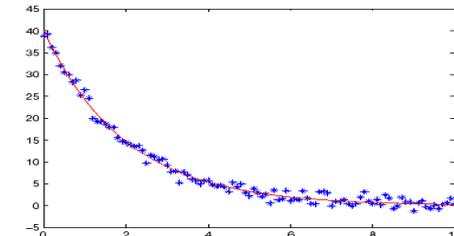
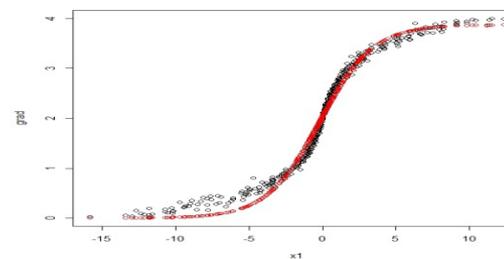
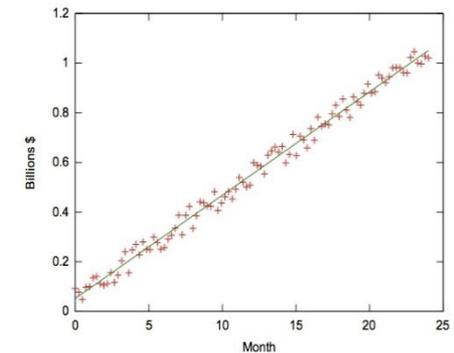
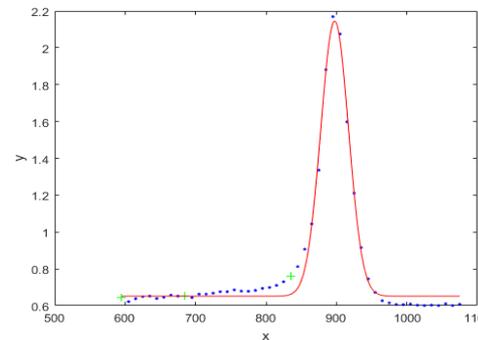
- LIDAR (Maune, 2007): No paramétrico (distribution free)
- Digitalización manual (Bolstad et al 1990): Bimodal
- Digitalización (Tong & Liu, 2004): p-norm (Normal + Laplace)
- Geocodificación (Cayo and Talbot 2003; Karimi and Durcik 2004, Whitsel et al. 2004): Log normal
- Observaciones GNSS (Wilson, 2006; Logsdon, 1995): Raleigh, Weibull
- Otros modelos mencionados: Folded Normal, Half Normal, Gamma



Aspectos relevantes: modelos paramétricos y no paramétricos



Los modelos paramétricos son ajustes pragmáticos a las distribuciones de los datos observados



Encontrar y usar un modelo tiene ventajas:

- Se puede trabajar con una función matemática explícita, usando un conjunto reducido de parámetros y sus valores.
- Cuando un modelo se ajusta bien a unos datos, las propiedades del modelo se pueden aplicar a los datos.
- Los modelos son originarios de una época en que había pocos datos y los cálculos eran difíciles.
- Los modelos existentes se relacionan unos con otros.

Aspectos relevantes: esquemmatización de métodos

Debilidad detectada: no se aclaran posibles utilizaciones preferentes

9.1 NMAS.

Modelo binomial. Control.

→ Adecuado para usuarios, sencillo

9.2 EMAS.

Modelo normal. Control.

→ Adecuado para productores, informa de características estadísticas

9.3 NSSDA.

Modelo normal. Estimación.

→ Adecuado para usuarios/productores. Ofrece compatibilidad USA, ASPRS

9.4 UNE 148002

Lote a lote (basado en ISO 1859-1).

Modelo binomial. Control. Uso de NCA.

→ Adecuado para contratantes, compatibilidad industria en flujos

9.5 UNE 148002

Lote aislado (basado en ISO 2859-2).

Modelo binomial. Control. Uso de NCA.

→ Adecuado para contratantes, compatibilidad industria, lote aislado

→ Normalidad de los datos μ

Aspectos relevantes: esquematización de métodos

9.1 NMAS.

9.2 EMAS.

9.3 NSSDA.

9.4 UNE 148002 lote a lote

9.5 UNE 148002 lote aislado



Tabla 12 - Relación sugerida entre controles de hipótesis y métodos de evaluación

Método	Controles de aspectos estadísticos					
	Aleatoriedad	Atipicidad	Normalidad	Sesgos	Independencia	Homocedasticidad
NMAS	N					
EMAS	N	N	N		N	R
NSSDA	N	N	N	N	N	
UNE148002	N					

N = necesario, R = recomendable

Tabla 7 - Estándar UNE 148002. Proceso "lote aislado" (fuente UNE 2016)

Método de comparación	Con fuentes de mayor exactitud
Componente posicional	Horizontal y vertical, separada o conjuntamente
Clase de elementos	Puntos bien definidos
Estándar de exactitud	La Calidad se expresa mediante el índice NCA y una tolerancia métrica, que deben haber sido indicados como niveles de conformidad. Informe: El lote ID=___ de tamaño N ha sido aceptado/rechazado para un NCA=___ % y una tolerancia métrica D_{tol} = ___ [m].
Descripción	La aplicación del control sobre lote aislado (ISO 2859-2) es la contraparte de la Norma ISO 2859-1, aplicable al caso de lotes únicos o de secuencias de menos de 10 lotes. La calidad se indexa por medio del índice NCA. Este índice representa el peor nivel de calidad del proceso que el usuario puede considerar aceptable, en término promedio. Este índice se liga a una tolerancia métrica (por ejemplo $D_{tol}=2,0$ m). Dado que NCA es un valor promedio para una secuencia, se debe acomodar al caso de un lote aislado, y por ello se le denomina aquí calidad límite (CL). La CL es un nivel de calidad que para el propósito de la inspección por muestreo tiene una baja probabilidad de aceptación. La conversión entre CL y NCA es: a $LQ \approx 3 \times NCA$. Este resumen se refiere al "Procedimiento A" de la norma ISO 2859-2, que se utiliza cuando suministrador y consumidor consideran un lote aislado. Para un lote de tamaño N, la norma define planes de muestreo por el par (n, c) tal que se toma la decisión de aceptación/rechazo del lote completo a partir de una muestra aleatoria de tamaño n extraída. La decisión de aceptación/rechazo se toma comparando el número de casos d de error encontrados en la muestra, y que presentan un tamaño mayor que la tolerancia métrica D_{tol} considerada. Si $d \leq c$ se acepta y en otro caso se rechaza. La Norma ISO 2859-2 presenta numerosos planes de muestreo en su tabla A.
Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1 Establecer el NCA y D_{Tot} a aplicar. 2 Convertir el NCA en CL. 3 Determinar el tamaño N del lote que se presenta. 4 Usar la tabla A de ISO 2859-2 y determinar el tamaño de muestra n y el valor de aceptación c. 5 Seleccionar una muestra de tamaño n. 6 Calcular el error de cada punto en cada componente: $e_{x_i} = x_{p_i} - x_i \quad e_{y_i} = y_{p_i} - y_i \quad e_{z_i} = z_{p_i} - z_i$ donde: x_i, y_i, z_i las coordenadas en el CDR. $x_{p_i}, y_{p_i}, z_{p_i}$ las coordenadas en el CDE (producto). Establecer para cada error si está dentro o fuera de especificación. $e_i \leq D_{Tot}$ dentro; $e_i > D_{Tot}$ fuera Se contabiliza el número de casos fuera de tolerancia en el lote y se compara con el valor de c extraído de la tabla para tomar la decisión de aceptación/rechazo del lote.
Fuente	UNE (2016). UNE 148002:2016 Metodología de evaluación de la exactitud posicional de la información geográfica. UNE, Madrid. ISO 2859-2:1985. Sampling procedures for inspection by attributes. Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection. International organization for Standardization

Aspectos relevantes: los MEEP como parte de un proceso

Debilidad detectada: falta de un método general, los MEEP proponen métodos, pero son parciales

10 Método general para la evaluación de la exactitud posicional

Definición del proceso

- Elemento de la calidad
- Ámbito de la evaluación
- Unidad de calidad de datos
- Nivel de conformidad
- Método de evaluación
- Medida de la calidad

Aseguramiento del proceso

- Personal cualificado
- Instrumental adecuado
- Muestra aleatoria
- Planificación de los trabajos de campo
- Planificación de los trabajos de gabinete

Trabajo de campo

- Identificación inequívoca de los objetos y rasgos
- Observación

Trabajo de gabinete

- Procesamiento de las observaciones
- Identificación inequívoca
- Verificación de prerequisites cartográficos
- Verificación de hipótesis estadísticas
- Aplicación del MEEP
- Análisis e informe

Muestra aleatoria²³⁾. Se generará una muestra de puntos de evaluación²⁴⁾ de manera aleatoria y que satisfaga adecuadamente las condiciones de representatividad. A modo de reserva, se propondrá un conjunto limitado de puntos de evaluación sustitutorios (tabla 8).

Tabla 8 – Sustituciones, movimiento y desplazamiento de puntos de evaluación (fuente JRC 2012)

Operación	Puntos de evaluación
Reemplazo	2
Movimiento Desplazamiento	2

Nota: Reemplazo se refiere a la sustitución de un punto de control que no es accesible por otro que sí lo es.

Movimiento se refiere a puntos accesibles pero que presentan algún problema (por ejemplo obstáculos que impiden buena recepción de señal GNSS). En este caso se localiza otro punto en los alrededores del punto inicialmente identificado.

Desplazamiento se refiere a dar posicionamiento excéntrico cuando existe el problema detectado en el caso del movimiento y no se puede encontrar otro punto adecuado.

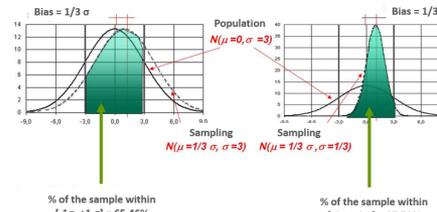
Aspectos relevantes: directrices para asegurar la calidad

Debilidad detectada: falta de directrices y confusión

11 Aspectos relativos a la ejecución

11.1 Datos de referencia para la ejecución

- Independencia
- Mayor exactitud
- Compleción



11.2 Exactitud de los trabajos de evaluación

11.3 Cantidad y distribución de los puntos de evaluación

- Cantidad de estimación (proporción, media, desviación)
- Cantidad en control
- Distribución (aleatoriedad, representatividad)

11.4 Identificación y observación

- Identificación inequívoca
- Observación
- Reseña

11.5 Identificación y observación de elevaciones

11.6 Identificación y observación de puntos de evaluación en imágenes

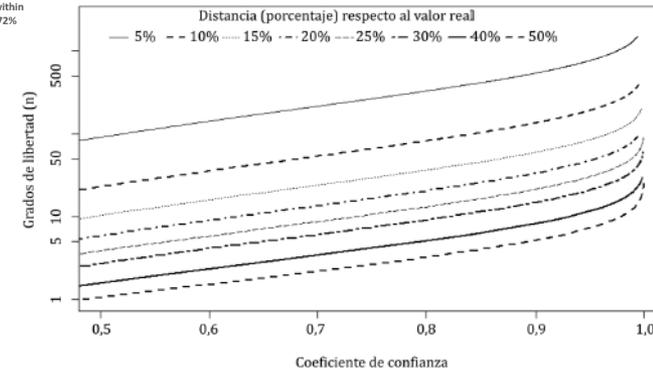


Figura 5 - Relación entre el coeficiente de confianza y el tamaño de muestra necesario para estimar la desviación típica

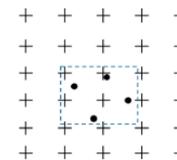


Figura 9 - Ejemplo de configuración de una cuarteta

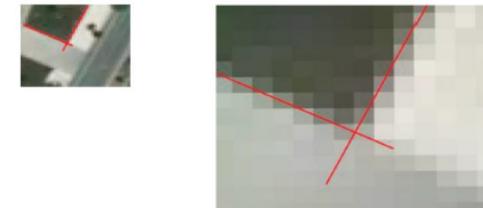


Figura 10 - Ejemplo de punto de esquina en una imagen que es extraído como intersección de alineaciones

Aspectos relevantes: directrices para asegurar aspectos estadísticos

12 Aspectos estadísticos

Aleatoriedad

Normalidad

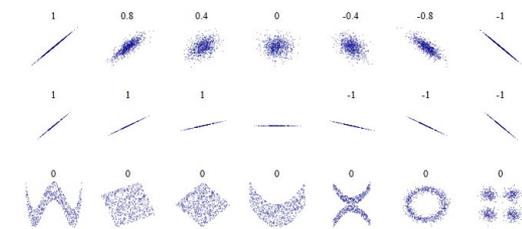
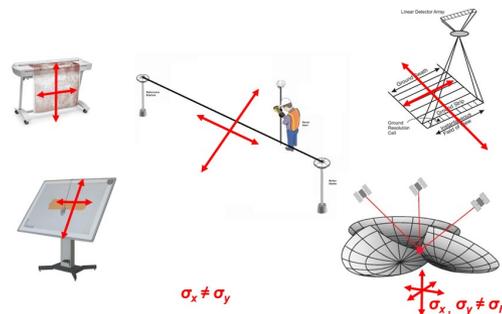
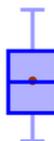
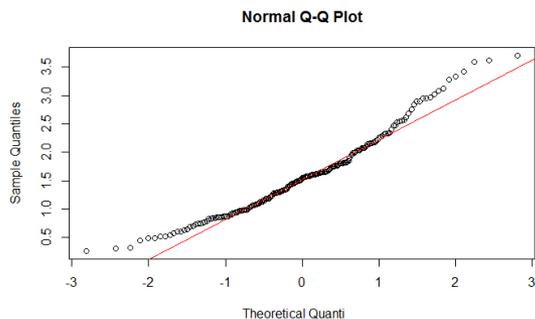
Presencia de sesgos

Detección de atípicos

Homocedasticidad

Correlación

Debilidad detectada: ausencia de definición estadística de los requisitos y de especificaciones para controlarlos.



En general, nadie comprueba el cumplimiento de estas hipótesis

Aspectos relevantes: directrices para informar sobre metacalidad

Debilidad detectada: la metacalidad no se considera

13 Metacalidad

Confianza

Homogeneidad

Representatividad

- **Confianza.** Se consideran dos aspectos a tener en cuenta para la confianza: los cualitativos y los cuantitativos. Los cualitativos se relacionan con el rigor en la aplicación de los métodos y la participación de expertos, los cuales son los principales garantes desde una perspectiva cualitativa. Los cuantitativos son aquellos relacionados con la cantidad en la aplicación de los métodos, por ejemplo, los tamaños de muestra, el grado de independencia estadística, la relación entre las exactitudes del CDE y del CDR, etc.
- **Homogeneidad.** Se han de considerar aspectos relacionados tanto con el CDE como con el CDR. El CDE podrá ser más o menos homogéneo debido a su génesis. Este aspecto es crítico para un CDE donde han intervenido activamente numerosas personas u organizaciones, donde concurren diversas procedencias, conocimientos, habilidades, etc., o se han aplicado diversos métodos de trabajo (por ejemplo OpenStreetMap). El proceso de evaluación también puede afectar a la homogeneidad. En procesos de evaluación dilatados en el espacio o en el tiempo se deberán adoptar las medidas de gestión de la calidad adecuadas para asegurar la homogeneidad en todo momento. Elementos clave para asegurar la homogeneidad son, entre otros, el disponer de procedimientos escritos, el establecimiento de unos estándares en la formación y capacitación del personal interviniente, la inclusión de mecanismos de verificación que aseguren procesos homogéneos, etc.
- **Representatividad.** Se debe evaluar con una perspectiva múltiple, por ejemplo, espacial (zonas geográficas), temática (por tipología de objetos geográficos del producto de datos), temporal (por fechas), etc. Dado que en la evaluación se han de utilizar técnicas de muestreo, la representatividad debe ser analizada, en la medida de lo posible, por medio de técnicas estadísticas. En esta línea se pueden aplicar, entre otras técnicas: comparaciones visuales de histogramas o funciones de distribución de la muestra y de la población; contrastes de adherencia entre las curvas que representan las funciones de distribución de la muestra y de la población (por ejemplo, mediante el test de Kolmogorov-Smirnov para caso continuo y Chi cuadrado para caso discreto, etc.).

Aspectos relevantes: contenidos del informe de calidad

14 Informe de evaluación

Identificación del CDE a evaluar

Aspectos generales de la evaluación

Fuente de mayor exactitud y coordenadas

Comprobación de hipótesis estadísticas

Resultados

Metacalidad

Fecha y firma

Debilidad detectada: falta de un esquema de informe



Tabla 13 - Esquema de contenidos de un informe de calidad independiente para la evaluación de la exactitud posicional

<p>1) Identificación del CDE a evaluar Nombre. ID. Productor. Descripción cualitativa. Propósito. Especificaciones. Exactitud de diseño (teórica).</p> <p>2) Aspectos generales de la evaluación Unidad de la calidad de datos. Componentes evaluadas. Medidas de la calidad. Método de evaluación.</p> <p>3) Fuente de mayor exactitud y lista de coordenadas Fuente de referencia. Dimensión. Exactitud posicional de la referencia. Recubrimiento. Interoperabilidad Otros aspectos (relacionados con el método de obtención). Lista de coordenadas.</p>	<p>4) Comprobación de las hipótesis estadísticas Lista de errores Aleatoriedad. Atipicidad. Normalidad. Sesgos. Independencia. Homocedasticidad. Interpretación de las hipótesis estadísticas.</p> <p>5) Resultados Lista de errores definitiva. Parámetros estadísticos básicos. Gráficas. Asignación del sesgo. Resultados de las medidas de la calidad Resultados de los MEEP. Interpretación de los resultados.</p> <p>6) Metacalidad de los resultados y procesos Confianza. Homogeneidad. Representatividad.</p> <p>7) Fecha y firma Fecha del informe. Lugar. Responsable.</p>
--	--

Tabla A.1.1 - Informe de calidad. Parte 1. Información del conjunto a evaluar

NIVEL 1			NIVEL 2			NIVEL 3			NIVEL 4		
Tipo	Código	Descripción	Tipo	Código	Descripción	Tipo	Código	Descripción	Tipo	Código	Descripción
O	1	Información del CDE a evaluar	O	1.1	Nombre						
			P	1.2	ID						
			O	1.3	Productor						
			P	1.4	Descripción cualitativa						
			P	1.5	Propósito						
			O	1.6	Especificaciones	P	1.6.1	Resolución (GSD, Ground Sample Distance)			
						P	1.6.2	Escala equivalente:			
						O	1.6.3	Sistema de referencia de coordenadas			
			P	1.7	Exactitud de diseño (teórica)	P	1.7.1	XY	P	1.7.1.1	ECM
										1.7.1.2	$\mu = \dots m$
										1.7.1.3	$\sigma = \dots m$
										1.7.2.1	ECM
										1.7.2.2	$\mu = \dots m$
										1.7.2.3	$\sigma = \dots m$
										1.7.3.1	ECM
										1.7.3.2	$\mu = \dots m$
										1.7.3.3	$\sigma = \dots m$
										1.7.4.1	ECM
										1.7.4.2	$\mu = \dots m$
										1.7.4.3	$\sigma = \dots m$