



2ª Reunión del  
Grupo de Trabajo  
Madrid  
10 Marzo, 2008

Proyecto de norma  
sobre evaluación de  
la componente  
posicional

## Seminario sobre metodologías de control posicional

Asociación Española de Normalización

Comité Técnico Normalización 148

Información Geográfica



AEN/CTN 148

### Ponentes

#### Francisco Javier Ariza López & José Luis García Balboa

Universidad de Jaén

[www.ujaen.es](http://www.ujaen.es)

Departamento de Ingeniería Cartográfica,  
Geodésica y Fotogrametría

Escuela Politécnica Superior / Campus de las Lagunillas S/N / 23.071 Jaén



#### Alan David Atkinson Gordo

Universidad de Extremadura

[www.unex.es](http://www.unex.es)

Departamento de Expresión Gráfica

Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría

Escuela Politécnica / Av. Universidad s/nº / 10.071 Cáceres – España



#### Juan Ángel Domínguez García-Gil & Wenceslao Romero

Centro Geográfico del Ejército

Escuela de Guerra del Ejército de Tierra

<http://www.ejercito.mde.es/ceget/novedades.aspx>

(CUARTEL ALFONSO X) / 28024 - MADRID - ESPAÑA



## Objetivos

AEN/CTN 148  
AENOR

- Presentar una selección de diversas metodologías de control posicional existentes
- Nivelar el nivel del GT facilitando el entendimiento de las principales características de las metodologías. ¿qué se controla?, ¿cómo se controla?, ¿qué peculiaridades tiene cada método?.
- Abrir discusión sobre “preferencias”.

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

*2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008*

3

## Contenido & Programa

AEN/CTN 148  
AENOR

- Introducción (F.J. Ariza).....11:00-11:30
- NMAS, EMAS, ASPRS, NSSDA (A.D. Atkinson)..11:30-13:00
- STANAG 2215 (J.A. Domínguez & W.Romero)...13:00-13:30
- Almuerzo.....13:30-15:00
- Método Francés (J.L. García).....15:00-15:30
- ISO 3951 (F.J. Ariza).....15:30-16:00
- Encuestas: Primeros resultados (J.L.García).....16:00-16:30
- Conclusiones.....16:30-17:00

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

*2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008*

4

AEN/CTN 148  
**AENOR**

# Introducción

---



Francisco Javier  
Ariza López

**Seminario sobre metodologías de control posicional**

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

1

AEN/CTN 148  
**AENOR**

# Objetivos

---

Recordar un conjunto importante de conceptos  $\pm$ básicos para entender las metodologías que se presentarán posteriormente.

Contextualizar las metodologías de evaluación de la componente posicional.

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

2

## Introducción

### Contenidos

- Introducción
- Normalización sobre la posición
- Conceptos: Errores
- Conceptos: Muestreos
- Perspectivas

## Introducción

### ¿Qué es la posición?

- Forma de referir a la situación de los objetos en el espacio.
- La forma de posicionamiento que nos interesa se denomina “posicionamiento directo” o por “coordenadas” (ISO 19111), en contraposición al “posicionamiento indirecto” o por “identificadores geográficos” (ISO 19112).
- En este caso se necesita un sistema para referir las coordenadas (datum, elipsoide, meridiano, etc.).

## Introducción

### ¿Por qué hay distintas exigencias posicionales?

| Tabla 3.- Requerimientos de exactitud para diversos tipos de mapas |         |                 |               |                   |
|--------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|---------------|-------------------|
| Actividad                                                          | Escala  | Horizontal [mm] | Vertical [mm] | Intervalo en [mm] |
| Mapas de detalles arqueológicos o de estructuras                   | 1:10    | 5               | 5             | 100               |
| Diseño o construcción de estructuras                               | 1:500   | 100             | 50            | 250               |
| Mapas o planos generales de construcción y especificación          | 1:500   | 100             | 50            | 250               |
| Mapas Parcelarios                                                  | 1:1000  | 10              | 100           | 1000              |
| Mapas generales de localización para planificación                 | 1:5000  | 1000            | 1000          | 1000              |
| Mapas de suelos y geológicos                                       | 1:5000  | 10000           | --            | --                |
| Mapas de coberturas                                                | 1:5000  | 10000           | --            | --                |
| Mapas para servicios de emergencias                                | 1:10000 | 25000           | --            | --                |
| Mapas general de localización                                      | 1:25000 | 10000           | 5000          | 2000              |

Fuente: FGDC (1998)

### Adecuación al uso

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

5

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Introducción

### Importancia de la posición

- Importancia renovada por las nuevas técnicas de posicionamiento (GNS, GPS, INS, etc.). → **Posicionamiento preciso.**
  - Importancia renovada por nuevas técnicas de captura (LIDAR, etc.). → **Captura precisa.**
  - Importancia renovada por las exigencias de interoperabilidad de las BDGs debido a las IDEs. → **Uso preciso.**
  - Aplicaciones continentales y sin costuras/roturas. → **Posicionamiento absoluto.**
- **Programas de mejora de la componente posicional (PAI): Alemania, Australia, EEUU, Francia, Reino Unido, Suiza ...**

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

6

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Introducción

### NMAS, EMAS, ASPRS, NSSDA...

#### ¿Por qué estas metodologías?

- Dan una buena visión general de las opciones existentes, y de la evolución que ha existido en las últimas décadas.
- La mayoría proceden de instituciones del sector.
- Todos en uso.
- Algunos ampliamente difundidas.
- Todos están documentados.

**NOTA: No se incluyen normas específicas para MDTs (p.e. USGS)**

**No se incluyen levantamientos batimétricos (p.e. IHO)**

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

*2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008*

7

## Normalización (ISO)

### ISO 19113: Principios de calidad

Elemento:

- Exactitud posicional: exactitud alcanzada por la componente posicional de los datos.

Subelementos:

- Exactitud externa o absoluta: La exactitud absoluta es la proximidad entre los valores de coordenadas indicados y los valores verdaderos, o aceptados como tales.
- Exactitud interna o relativa: La exactitud relativa se refiere a las posiciones relativas de los objetos de un conjunto de datos y sus respectivas posiciones relativas verdaderas, o aceptadas como verdaderas.
- Exactitud de los datos en malla. La exactitud posicional de datos en malla es la proximidad de los valores de posición de los datos en estructura de malla regular a los valores verdaderos o aceptados como verdaderos

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

*2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008*

8

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Normalización (ISO)

---

### ISO 19138: Medidas de la calidad

| Nombre                                                                     | Elemento             | Subelemento        | Medida básica                                   |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------------------------|
| Valor medio de incertidumbre posicional (1D, 2D, 3D)                       | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Valor medio de incertidumbre posicional excluyendo outliers (2D)           | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Número de incertidumbres posicionales sobre una tolerancia                 | Exactitud posicional | Absoluta o externa | Contador de errores                             |
| Ratio de incertidumbres posicionales sobre una tolerancia                  | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Matriz de covarianzas                                                      | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Error lineal probable                                                      | Exactitud posicional | Absoluta o externa | $1.1774 \cdot \sigma$ o $1.1774 \cdot \sigma_y$ |
| Error lineal estándar                                                      | Exactitud posicional | Absoluta o externa | $1.1774 \cdot \sigma$ o $1.1774 \cdot \sigma_y$ |
| Exactitud lineal al 90% de significación                                   | Exactitud posicional | Absoluta o externa | $1.1774 \cdot \sigma$ o $1.1774 \cdot \sigma_y$ |
| Exactitud lineal al 95% de significación                                   | Exactitud posicional | Absoluta o externa | $1.1774 \cdot \sigma$ o $1.1774 \cdot \sigma_y$ |
| Exactitud lineal al 99% de significación                                   | Exactitud posicional | Absoluta o externa | $1.1774 \cdot \sigma$ o $1.1774 \cdot \sigma_y$ |
| Error lineal casi cierto                                                   | Exactitud posicional | Absoluta o externa | $1.1774 \cdot \sigma$ o $1.1774 \cdot \sigma_y$ |
| Ratio del error cuadrático medio                                           | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Error absoluto lineal al 90% de significación de datos verticales con peso | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Desviación circular estándar                                               | Exactitud posicional | Absoluta o externa | CE30.4                                          |
| Error circular probable                                                    | Exactitud posicional | Absoluta o externa | CE30                                            |
| Error circular estándar                                                    | Exactitud posicional | Absoluta o externa | CE30                                            |
| Error circular al 90% de significación                                     | Exactitud posicional | Absoluta o externa | CE30                                            |
| Error circular casi cierto                                                 | Exactitud posicional | Absoluta o externa | CE30.4                                          |
| Ratio del error cuadrático medio planimétrico                              | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Error absoluto circular al 90% significación de datos con peso             | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Elipse de incertidumbre                                                    | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Elipse de confianza                                                        | Exactitud posicional | Absoluta o externa | No aplicable                                    |
| Error vertical relativo                                                    | Exactitud posicional | Relativa o interna | No aplicable                                    |
| Error horizontal relativo                                                  | Exactitud posicional | Relativa o interna | No aplicable                                    |

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

9

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Normalización (ISO)

---

### ISO 19138: Medidas de la calidad

| Line | Component                    | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Name                         | mean value of positional uncertainties excluding outliers (2D)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2    | Alias                        | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3    | Data quality element         | positional accuracy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4    | Data quality subelement      | absolute or external accuracy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5    | Data quality basic measure   | not applicable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6    | Definition                   | for a set of points where the distance does not exceed a defined threshold the arithmetical average of distances between their measured positions and what is considered as the corresponding true positions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7    | Description                  | <p>For a number of points (N), the measured positions are given as <math>X_m</math>, <math>Y_m</math> and <math>Z_m</math> coordinates depending on the dimension in which the position of the point is measured. A corresponding set of coordinates <math>X_t</math>, <math>Y_t</math> and <math>Z_t</math> are considered to represent the true positions. All positional uncertainties above a defined threshold <math>\theta_{max}</math> are then removed from the set. The positional uncertainties are calculated as</p> $e_i' = \begin{cases} e_i, & \text{if } e_i \leq \theta_{max} \\ 0, & \text{if } e_i > \theta_{max} \end{cases}$ <p>The calculation of <math>e_i</math> is given by the data quality measure "mean value of positional uncertainties" in one, two and three dimensions.</p> <p>For the remaining number of errors (<math>N_0</math>), the mean of the horizontal absolute positions is calculated as</p> $\bar{x}_{\text{excluding outliers}} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} x_i'$ <p>A criterion for the establishing of correspondence should also be stated (e.g. allowing for correspondence to the closest position, correspondence on vertices or along lines, etc.). The criteria for finding the corresponding points shall be reported with the data quality evaluation result.</p> |
| 8    | Parameter                    | $\theta_{max}$ = the threshold for accepted positional uncertainties                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9    | Data quality value type      | measure                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 10   | Data quality value structure | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11   | Source reference             | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 12   | Example                      | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 13   | Identifier                   | 29                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

10

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Normalización (ISO)

**ISO 19138:**  
**Medidas de la calidad**

| Line | Component                    | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1    | Name                         | relative vertical error                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2    | Alternative name             | Rel LE90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3    | Data quality element         | Positional Accuracy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4    | Data quality subelement      | Relative or Internal Accuracy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5    | Data quality basic measure   | Not Applicable                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6    | Definition                   | Evaluation of the random errors of one relief feature to another in the same dataset or on the same map/chart. It is a function of the random errors in the two elevations with respect to a common vertical datum.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7    | Description                  | <p>A comparison of the data (measured) and the control (true) is calculated in the following manner:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determine all possible point pair combinations:<br/>Point Pair Combinations = <math>m = n(n-1) / 2</math></li> <li>Calculate the absolute vertical error at each point:<br/><math>\Delta Z_i = \text{Measured Height}_i - \text{True Height}_i</math> for <math>i = 1 \dots n</math></li> <li>Calculate the relative vertical error for all point pair combinations:<br/><math>\Delta Z_{ijk} = \Delta Z_k - \Delta Z_j</math> for <math>k = 1 \dots m-1, j = k+1, \dots m</math></li> <li>Calculate the relative vertical standard deviation:<br/><math>\sigma_{Z_{rel}} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta Z_{ijk})^2}{m-1}}</math></li> <li>Calculate the Relative LE by converting the sigma to a 90% statistic:<br/>Rel LE90 = <math>1.645 \sigma_{Z_{rel}}</math></li> </ol> |
| 8    | Parameter                    | n = sample size                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9    | Data quality value type      | Measure                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 10   | Data quality value structure | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11   | Source reference             | Department of Defense: Standard Practice: Mapping, Charting and Geodesy Accuracy: MIL-STD-600001: dated 26 February 1990. (U.S.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 12   | Example                      | --                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 13   | Measure identifier           | 52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

11

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (errores)

### Error

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

$$e_{x_i} = x_{t_i} - x_{m_i} \quad e_{y_i} = y_{t_i} - y_{m_i} \quad e_{z_i} = z_{t_i} - z_{m_i}$$

Posibles errores:

- Groseros o equivocaciones → **eliminación, método que reduzca la posibilidad de ocurrencia.**
- Sistemáticos (Sesgos) (constantes o variables) → **corrección (modelos que consideren su participación).**
- Aleatorios → **No son eliminables pero se debe acotar la variabilidad del proceso.**

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

12

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Conceptos (errores)

### Error

#### Incertidumbre

- Al realizar mediciones los valores obtenidos y asignados a la medida diferirán probablemente del “valor verdadero” debido a causas diversas.
- El “valor verdadero” es un concepto puramente teórico y absolutamente inaccesible.
- En el proceso de medición únicamente puede pretender estimar, de forma aproximada, el valor de la magnitud medida.
- El resultado de cualquier medida es siempre incierto y a lo más que podemos aspirar es a estimar su grado de **incertidumbre**.

Se debe hablar de incertidumbre

## Conceptos (errores)

### Atípicos (valores extremos)

Valores extremadamente grandes o pequeños, pero pertenecientes a la población (distribución).

Deben chequearse.

¿¿¿Autocorrelación???

¿¿¿Muestreo adecuado???

Fastidian las estimaciones de la estadística convencional →  
**Estadística robusta.**



AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (errores)

---

**Precisión y exactitud**

Exacto

Preciso pero poco exacto

Exacto pero un atípico

Preciso y exacto pero con un atípico

**Situación ideal**

Preciso y exacto

**Calidad: Adecuación al uso →**  
**Precisión y exactitud**  
**adecuada al propósito**  
**¡¡ni más, ni menos!!!**

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales  
2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

15

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (RMSE, $\mu$ y $\sigma$ )

---

**Raíz del error cuadrático medio, media y desviación**

El RMSE contabiliza dispersión y sesgo en un único índice.  
Con la pareja  $\mu$ ,  $\sigma$  contabilizamos ambas circunstancias de manera independiente.

El RMSE =  $\sigma$ , si la  $\mu = 0 \rightarrow \text{RMSE} > \sigma$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\mu^2 + \sigma^2}$$

RECM

Media

Desviación

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales  
2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

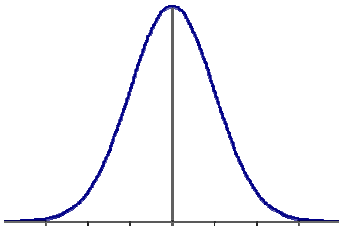
16

AEN/CTN 148  
**AENOR**

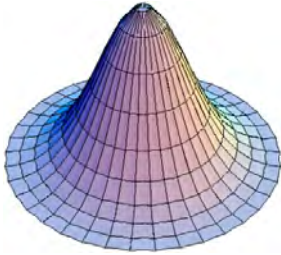
## Conceptos (errores)

---

### Modelos estadísticos



Normal unidimensional



Normal circular

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales  
2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

17

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (errores)

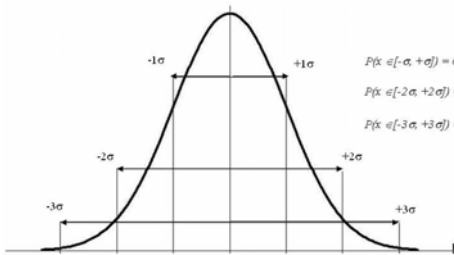
---

### Nivel de confianza

Bajo la hipótesis de un modelo gaussiano el error (incertidumbre/dispersión) se puede expresar en relación a un valor de probabilidad deseado (nivel de confianza  $nc\%$ )

El  $nc\%$  significa la probabilidad de que los errores sean menores que una cantidad determinada.

$$E_{nc\%} = K_{nc\%} \sigma$$



Normal unidimensional

$P(x \in [-\sigma, +\sigma]) = 68,26\%$

$P(x \in [-2\sigma, +2\sigma]) = 95,46\%$

$P(x \in [-3\sigma, +3\sigma]) = 99,76\%$

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales  
2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

18

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (errores)

---

### Nivel de confianza

$$E_{nc\%} = K_{nc\%} \sigma$$

| Nombre                                        | Probabilidad (%) | Desviación        |
|-----------------------------------------------|------------------|-------------------|
| Error lineal probable (LE50%)                 | 50,00            | 0,6745 $\sigma_L$ |
| Error lineal estándar (LE68,3%)               | 68,27            | 1,0000 $\sigma_L$ |
| Estándar de exactitud lineal del mapa (LE90%) | 90,00            | 1,6449 $\sigma_L$ |
| Estándar de exactitud lineal del mapa (LE95%) | 95,00            | 1,9600 $\sigma_L$ |
| Certeza práctica lineal (LE99,8%)             | 99,73            | 3,0000 $\sigma_L$ |

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

19

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (muestreo)

---

### Muestreo

- El **objetivo** principal de la teoría de muestras es la obtención de información sobre una característica "A" Población "P" de tamaño "N", a partir de un subconjunto de la misma "p", de tamaño "n", que se denomina muestra y que cumple que " $n < N$ ".
- La información que se pretende puede ser relativa a características cuantitativas o cualitativas como: nivel de renta, intención de voto, o en el caso cartográfico, nivel de errores.

### Ventajas

- Reducción del trabajo frente a la inspección 100%
- No destrucción de los elementos de la población en el caso de necesidad de pruebas destructivas.
- Representatividad si se sigue un método apropiado.

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

20

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (muestreo)

---

### Visión general

- Establecer la población de interés
- Estimar el tamaño de la población
- Determinar el tamaño de la muestra
- Característica a estimar
- Tipo de variable y estimador
- Nivel de confianza
- Error y precisión de los trabajos
- Esquema de muestreo

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

21

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (muestreo)

---

### Población de interés.

- Condiciona todo el trabajo.
- No siempre es evidente.
- Debe quedar bien definida.
- Población = Marco → se dispone de un listado de todos los individuos de la población. **¡¡¡No siempre es posible!!!**

**LOTE:** Cantidad definida de algún producto, material o servicio, que comparte unas circunstancias que permiten entender que su calidad es homogénea (elementos de un tipo, grado, clase, tamaño, composición, producidos bajo condiciones uniformes y esencialmente en el mismo periodo de tiempo).

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

22

## Conceptos (muestreo)

### Tamaño de la población

- No siempre es conocido.
- Puede ser necesario un muestreo específico para determinar su tamaño.
- Pueden derivarse estimaciones a partir de otros datos disponibles.

### Tamaño de la muestra (fracción muestral)

- Su determinación es un aspecto fundamental del diseño.
- Los tamaños muestrales serán proporcionalmente mayores para poblaciones pequeñas que para poblaciones mayores.
- A igualdad de otras condiciones, el tamaño de muestra que propone cada diseño es una medida de eficiencia estadística.

## Conceptos (muestreo)

### Característica a estimar

- Hace referencia al parámetro o parámetros que se quieren determinar en la población (valor medios, proporción, suma..).
- En nuestro caso EMC,  $\mu$  y  $\sigma$  de los errores posicionales.

### Tipo de variable y estimador

- Cuantitativa.
- Función de distribución adecuada (modelo)
- Estimador adecuado:
  - \* Inssegado: No debe introducir desviaciones sistemáticas
  - \* Eficiente: A igual tamaño de muestra debe dar la mejor estimación.
  - \* Consistente:
    - Al aumentar "n" se da :  $\hat{\theta} \rightarrow \theta$
    - Al aumentar "n" o se aumenta la confianza  $1 - \alpha$  o se disminuye el error de la estimación E.
    - Al aumentar la variabilidad de la población  $\sigma$  se debe incrementar el tamaño de la muestra para obtener el mismo nivel de precisión.

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (muestreo)

---

### Nivel de confianza

- El nivel de confianza ( $1-\alpha$ ) de una prueba estadística se refiere a la probabilidad del error de tipo I ( $\alpha$ ) que se asume en la misma.
- Esta probabilidad de error es la probabilidad de rechazo de elementos que realmente cumplen la condición impuesta.
- Normalmente se asume un nivel de confianza del 95%, es decir, se limita el error de tipo I a un 5% de casos.

|                      | Correcto en la realidad | Falso en la realidad |
|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Acepto como correcto | Acierto                 | Fallo Er. tipo II    |
| Rechazo como falso   | Fallo Er. tipo I        | Acierto              |

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

25

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (muestreo)

---

### Error y precisión de los trabajos.

Se denomina error de la estimación a la diferencia entre el valor real de la característica en la población y el que se obtiene de la muestra por medio del estimador.

Este error se suele acotar  $E \leq \epsilon$ , con una confianza también determinada por  $1 - \alpha$ .

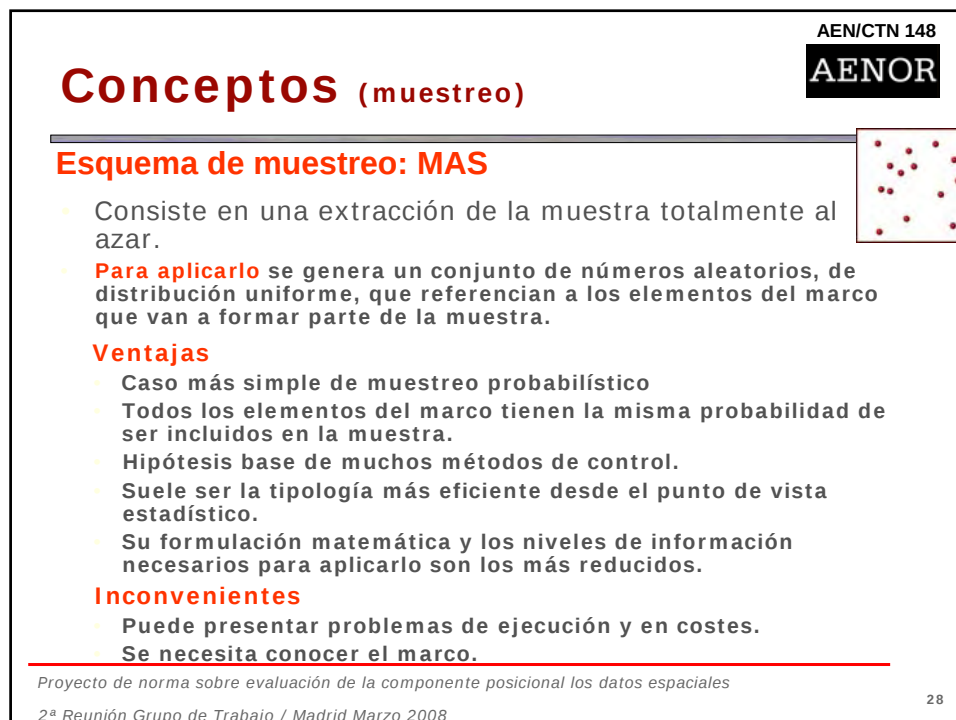
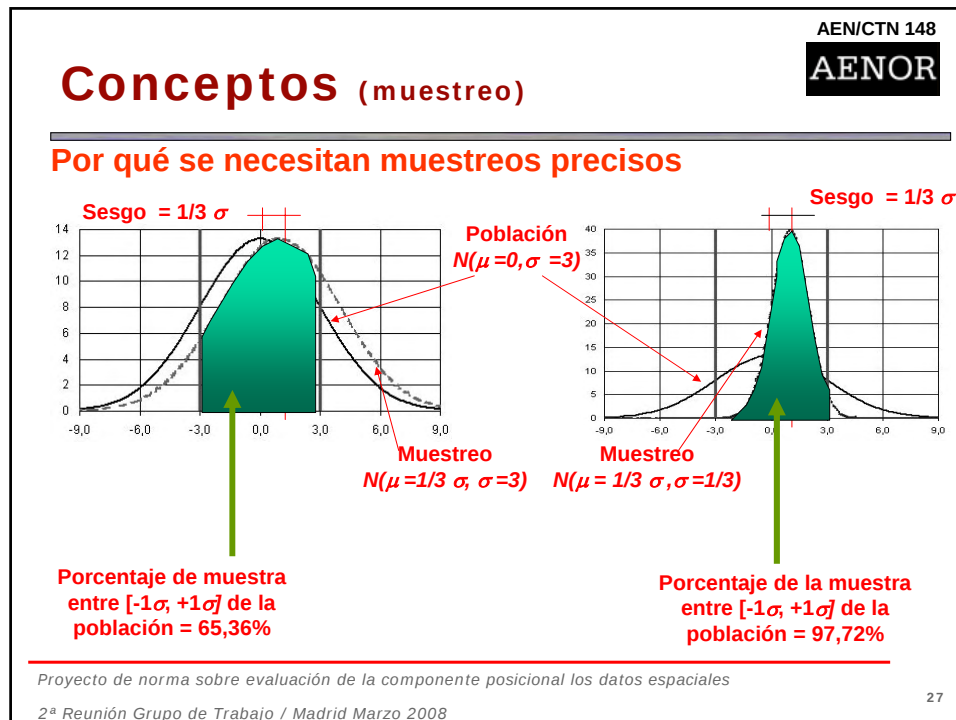
La precisión del muestreo se refiere al error máximo admisible en el proceso y suele tomarse como la semiamplitud del intervalo de confianza. Este parámetro tiene una gran influencia en el tamaño de la muestra. Es usual que se tome en un 5%.

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

26

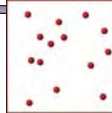


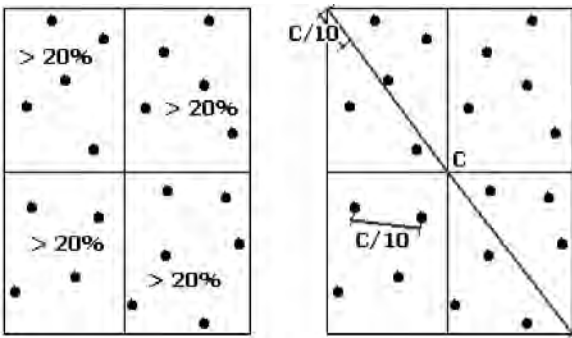
AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (muestreo)

---

### Esquema de muestreo: MAS





---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

29

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (muestreo)

---

### Tamaño para estimar una media

- La normalidad suele ser la hipótesis más asumida en el control de variables cuantitativas.
- En los controles cartográficos usualmente se controla un valor medio correspondiente no tanto a una población de mensurables existente en la realidad (p.e. elevaciones) como de los errores entre los valores correspondientes a un conjunto de datos seleccionados del producto y los valores para esos mismos elementos en una fuente de mayor exactitud.

$$\left[ \bar{X} - Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}; \bar{X} + Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \right]$$

$$n = \frac{N\sigma^2}{\sigma^2 + \frac{Ne^2}{Z_{\alpha/2}^2}}$$

---

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

30

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Conceptos (muestreo)

### Tamaño para estimar una media

| N         | SIGMA | Z=T  | Precisión (%) | Precisión (m) | Tamaño Muestra |
|-----------|-------|------|---------------|---------------|----------------|
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,025         | 0,025         | 6146           |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,05          | 0,050         | 1537           |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,10          | 0,100         | 384            |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,15          | 0,150         | 171            |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,20          | 0,200         | 96             |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,25          | 0,250         | 61             |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,30          | 0,300         | 43             |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,35          | 0,350         | 31             |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,40          | 0,400         | 24             |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,45          | 0,450         | 19             |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,50          | 0,500         | 15             |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,60          | 0,600         | 11             |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,70          | 0,700         | 8              |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,80          | 0,800         | 6              |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 0,90          | 0,900         | 5              |
| 100000000 | 1     | 1,96 | 1,00          | 1,000         | 4              |

$$n = \frac{N \hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}^2 + N \frac{\varepsilon^2}{t_{\alpha/2}^2}}$$

20 puntos  
asegurar una  
precisión de  
0,45  $\sigma$

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

31

AEN/CTN 148  
**AENOR**

## Perspectivas

### Elementos de control

- No sólo puntos bien definidos: otras tipologías (L, A)

### Proceso

- Automatización del control posicional

### Técnicas

- Estadística robusta, krigeaje
- Redes neuronales
- ISO 3951

### Gestión

- Dentro de SGC (p.e. ISO 9000)

### Metadatos

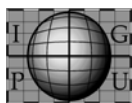
- Más abundantes y orientados al uso

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

32

Seminario sobre Metodologías de Control Posicional.

|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>Universidad de<br>Extremadura                                            | <b>Seminario sobre Metodologías de<br/>Evaluación Posicional en Cartografía<br/>Métodos NMAS, EMAS, ASPRS y NSSDA</b><br>Proyecto Normativo:<br>Evaluación componente posicional de los datos espaciales<br>Madrid, 10 de marzo de 2008                   | <br>Universidad<br>de Jaén                               |
| <br>Grupo de Investigación en<br>Ingeniería Geomática y<br>Patrimonio Urbano | <b>Dr. Alan D.J. Atkinson</b><br>Departamento de Expresión Gráfica<br>Área I. Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría<br>Escuela Politécnica<br>Av. Universidad s/nº<br>10.071 Cáceres – España<br><a href="mailto:atkinson@unex.es">atkinson@unex.es</a> | <br>Grupo de Investigación en<br>INGENIERÍA CARTOGRÁFICA |

## Estándar NMAS

### Estándares para el control de la exactitud posicional EE.UU.:

- Estándar **NMAS** - *National Map Accuracy Standard*
- Estándar **EMAS** - *Engineering Map Accuracy Standard*
- Estándar **ASPRS** - *Spatial Accuracy Specification for Large Scale Topographic Maps*
- Estándar **NSSDA** - *National Standard for Spatial Data Accuracy*



## Estándar NMAS

### NMAS - National Map Accuracy Standard

- Aplicaciones corrientes: el NMAS (USBB, 1947) es el estándar empleado por el USGS desde 1947
- Método de comparación: fuentes de mayor exactitud.
- Componente posicional: horizontal y vertical. X e Y de forma conjunta. La componente Z de forma independiente.
- Clases de elementos: Puntos.
- Correspondencia con un estándar de exactitud predefinida:  
Se especifica si la cartografía cumple o no cumple con el NMAS.



## Estándar NMAS

### Procedimiento:

- seleccionar una muestra sobre el mapa de, al menos, 20 puntos de fácil determinación
- determinar las coordenadas de los puntos sobre el mapa
- obtener las coordenadas de los mismos puntos sobre una fuente de mayor exactitud
- determinar si se ha alcanzado el estándar de exactitud horizontal predefinido → USGS:
  - Cartografía a escala mayor que 1/20.000: máximo el 10% de los puntos → error hz. mayor de 1/30 de pulgada (0.846 mm)
  - Cartografía a escala menor que 1/20.000: máximo el 10% de los puntos → error hz. mayor de 1/50 de pulgada (0.508 mm)



## Estándar NMAS

### Procedimiento:

- Determinar si se ha alcanzado el estándar de **exactitud vertical** predefinido → USGS:
  - como máximo, el 10% de los puntos de la muestra pueden tener un error vertical mayor de la mitad del intervalo de las curvas de nivel. El error en la dimensión vertical puede corregirse modificando la posición de los puntos en una cantidad igual al error horizontal aceptable.

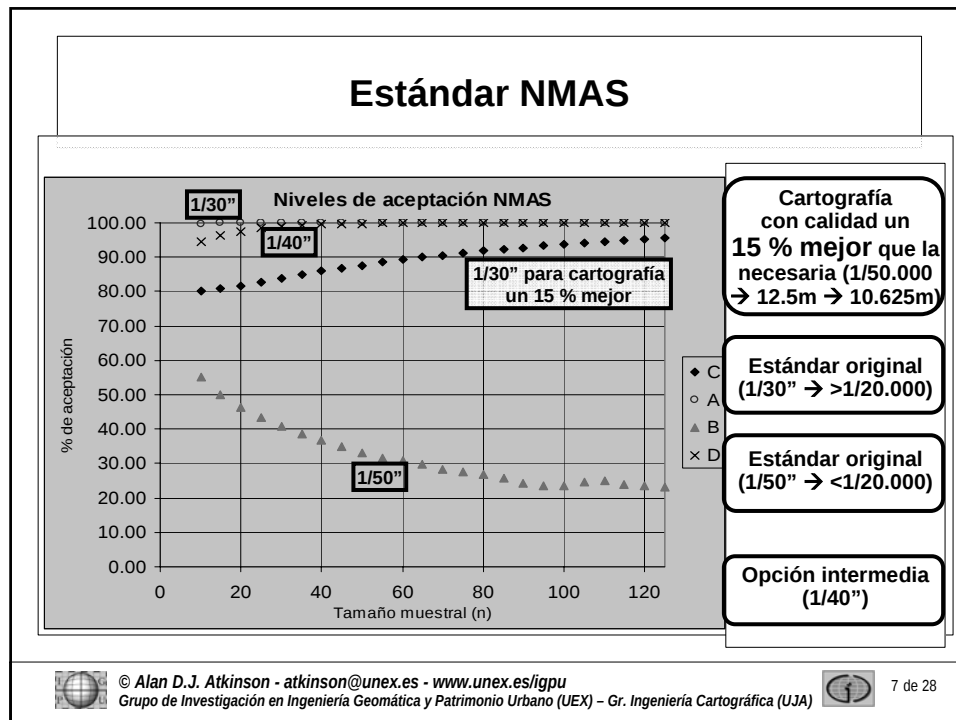


## Estándar NMAS

### NMAS - National Map Accuracy Standard

- Los resultados son completamente diferentes en función de la escala del mapa:
  - $1/30''$  (0.846 mm)  $> 1/20.000$  (p.e.:  $1/1.000$ ,  $1/5.000$  ...)
    - ➡ Mayor (+) nivel de detalle y menor (–) nivel de generalización
  - $1/50''$  (0.508 mm)  $< 1/20.000$  (p.e.:  $1/50.000$ ,  $1/100.000$  ...)
    - ➡ Menor (–) nivel de detalle y mayor (+) nivel de generalización
- El estándar es muy permisivo (se aceptan casi todas las muestras) en el primero de los casos ( $E > 1/20.000$ )
- El estándar es muy restrictivo (se rechazan casi todas las muestras) en el segundo de los casos ( $E < 1/20.000$ )





### Estándar NMAS

#### Consideraciones sobre el NMAS:

- Muy permisivo  $E > 1/20.000$  y muy restrictivo  $E < 1/20.000$ .
- Para aceptar una BDG a escala  $< 1/20.000$ , ésta deberá ser un 15 % más exacta (empleando 120 puntos de control).
- Tan solo realiza un estudio sobre el porcentaje de valores que se encuentran por encima de una determinada tolerancia dada en función de la escala.
- En el caso de que no se supere, no se puede estimar cuánto costaría hacer una cartografía que cumpliera con el estándar. Análogamente, si se supera, no se puede estimar cuánto mejor es la cartografía y saber si se está produciendo más exacta de lo estrictamente necesario (con el correspondiente incremento de costes para el productor).



| Estándar NMAS |                                   |        |             |                              |             |
|---------------|-----------------------------------|--------|-------------|------------------------------|-------------|
|               | Estándar / norma                  | NMAS   |             |                              |             |
|               | Procedencia                       | EE.UU. |             |                              |             |
| Aplicación    | Año                               | 1947   | Estimadores | Outliers                     | Si          |
|               | Aspectos formales                 | Bajo   |             | Sesgo                        |             |
|               | Tipo (EMAS, NMAS...)              | NMAS   |             | E.M.C.                       |             |
|               | Hoja, serie, lote, área ...       | Área   |             | m, s                         |             |
|               | Aislado o en flujo                |        | Control     | Planimetría                  | Si          |
|               | Escalas                           |        |             | Altimetría                   | Si          |
| Muestreo      | Elemento de control: puntos       | Si     |             | 3D                           |             |
|               | Tamaño de la muestra              |        | Resultados  | Desplaza X,Y para la Z       | Si          |
|               | Tipo puntos (descripción)         |        |             | Circular ; X,Y               | X,Y         |
|               | Guía distribución espacial puntos |        |             | Categorías exactitud         |             |
|               | Sub-regiones                      |        |             | MDT                          |             |
|               | Precisión muestreo FME            |        |             | Expresión                    | Ac./Rechaza |
| Exact.        | Absoluta                          | Si     | Otros       | Información general *        | 1           |
|               | Relativa                          |        |             | Probabilidad en el resultado | 90%         |
| Hipot.        | Contraste de hipótesis básicas    |        |             | Incertidumbre del método     |             |
|               | Normalidad implícita              | Si     |             | Valoración global *          | 1           |



© Alan D.J. Atkinson - atkinson@unex.es - www.unex.es/igpu

Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)



9 de 28

## Estándar EMAS

### EMAS - Engineering Map Accuracy Standard

- Aplicaciones corrientes: ideado por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCI, 1983). Gran flexibilidad para su uso en cualquier tipo de aplicación. La ASP → ligeros cambios (clases de mapas y niveles de exactitud preestablecidos) → tras el debate en ASPRS → cambios mayores: estándar ASPRS.
- Método de comparación: fuentes de mayor exactitud.
- Componente posicional: horizontal y vertical, de forma independiente para todas ellas: X, Y, Z.
- Clases de elementos: Puntos.
- Correspondencia: Define umbrales aceptables de error y nivel de confianza. Basado en hipótesis sobre los errores aleatorios y sistemáticos.



© Alan D.J. Atkinson - atkinson@unex.es - www.unex.es/igpu

Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)



10 de 28

## Estándar EMAS

### Procedimiento:

- seleccionar una muestra de  $n$  puntos ( $n \geq 20$ )
- calcular el error para cada punto en su componente X:

$$e_{xi} = x_{mi} - x_{ti}$$

Error en la componente X para el punto i

$x_{mapa}$   $x_{fme}$

- calcular el error medio:

$$\bar{e}_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{xi}$$

Error medio en la componente X

Número de puntos de la muestra

- calcular la desviación:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (e_{xi} - \bar{e}_x)^2}$$

Desviación típica en la componente X



© Alan D.J. Atkinson - [www.unex.es/igpu/Alan](http://www.unex.es/igpu/Alan) - [atkinson@unex.es](mailto:atkinson@unex.es)

Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)



11 de 28

## Estándar EMAS

### Procedimiento:

- calcular el test de cumplimiento / rechazo del estándar empleando los límites de error aceptables para los errores sistemáticos (desplazamientos constantes sobre el mapa):

$$t_x = \frac{\bar{e}_x \sqrt{n}}{S_x}$$

Error medio en X

Desviación típica en X

- el mapa cumple si:

$$|t_x| \leq t_{n-1, \alpha}$$

Nivel de significación

Grados de libertad

- calcular el test de cumplimiento / rechazo del estándar empleando los límites de error aceptables para los errores casuales (aleatorios):

$$\chi_x^2 = \frac{S_x^2 (n-1)}{\sigma_x^2}$$

Varianza estimada A PRIORI para el mapa

- el mapa cumple si:

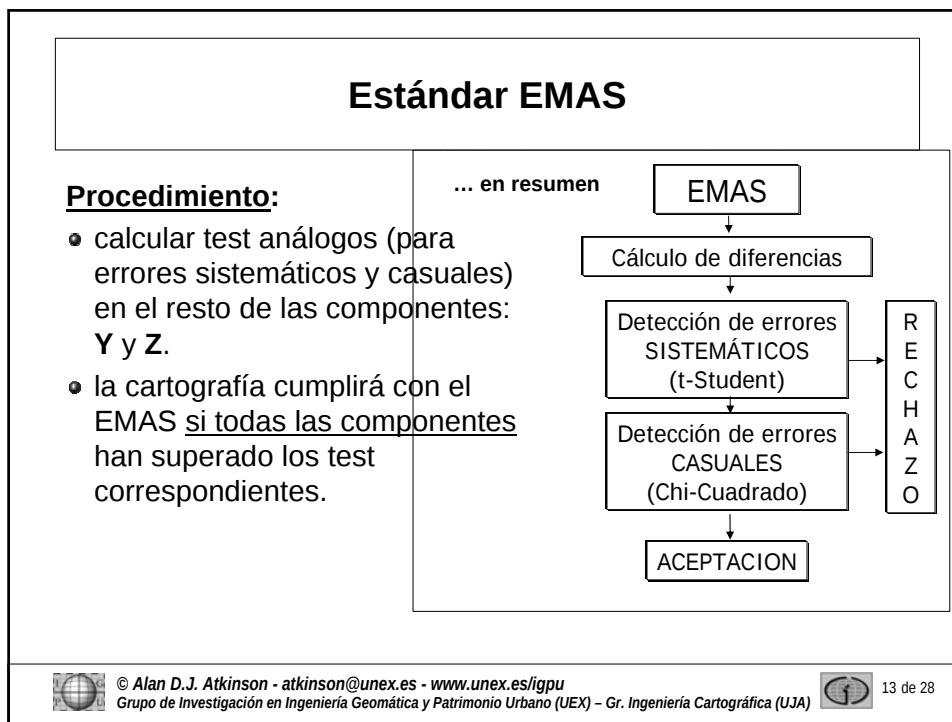
$$|\chi_x^2| \leq \chi_{n-1, \alpha}^2$$

| Escala         | Límite RMSE $\sigma_{mapa}$ (m) |
|----------------|---------------------------------|
| 1:50           | 0,0125                          |
| 1:100          | 0,025                           |
| 1:200          | 0,050                           |
| 1:500          | 0,125                           |
| 1:1.000        | 0,25                            |
| 1:2.000        | 0,50                            |
| <b>1:4.000</b> | <b>1,00</b>                     |
| 1:5.000        | 1,25                            |
| 1:10.000       | 2,50                            |
| 1:20.000       | 5,00                            |



© Alan D.J. Atkinson - [atkinson@unex.es](mailto:atkinson@unex.es) - [www.unex.es/igpu](http://www.unex.es/igpu)

Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)



## Estándar EMAS

**EMAS**

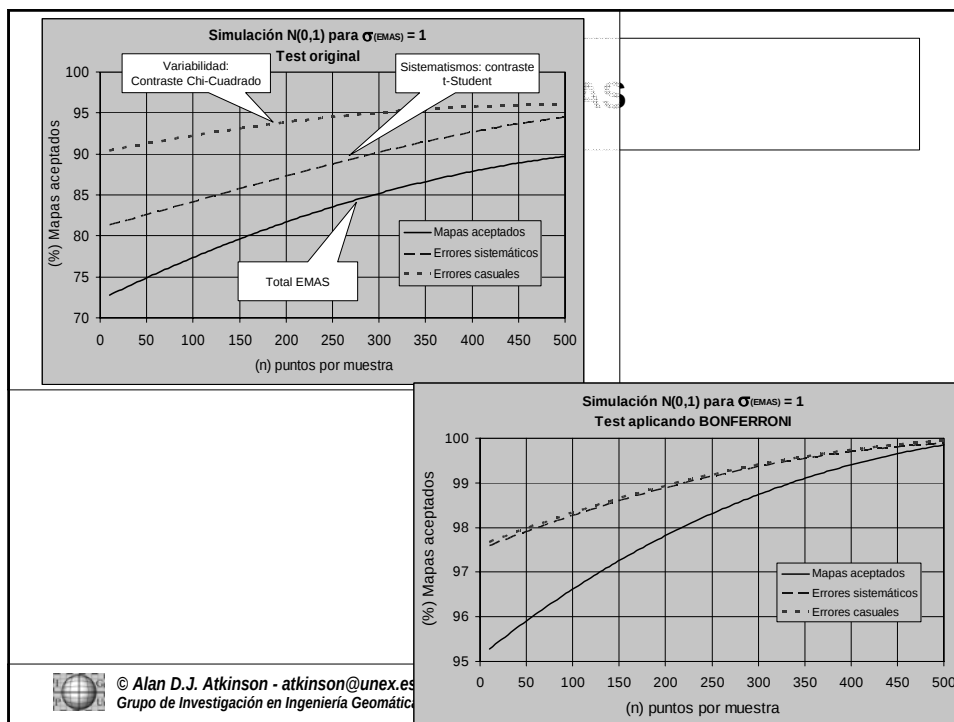
$(1-\alpha)_{Total} = \text{Sqr} [(1-\alpha)_1^2 \cdot (1-\alpha)_2^2 \cdot \dots]$

- Niveles de significación parciales ↔ totales: Bonferroni

| Niveles de confianza parciales: 1-α % |              |              |              |              |             |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Test                                  | T-Student    |              | Chi-cuadrado |              | 1-α         |
| Componente                            | X            | Y            | X            | Y            | %           |
| Test original                         | <b>0.90</b>  | <b>0.90</b>  | <b>0.95</b>  | <b>0.95</b>  | <b>0.73</b> |
| Test modificado                       | 0.987        | 0.987        | 0.987        | 0.987        | <b>0.95</b> |
|                                       | $0.95^{1/4}$ | $0.95^{1/4}$ | $0.95^{1/4}$ | $0.95^{1/4}$ |             |

© Alan D.J. Atkinson - atkinson@unex.es - www.unex.es/igpu  
Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)

14 de 28



## Estándar EMAS

### Consideraciones sobre el EMAS:

- El nivel de significación en sistematismos (*t-Student*) es del 10 % para cada componente. Esto hace que el estándar sea muy restrictivo.
- El nivel de significación para cada componente en el contraste para el estudio de la variabilidad (*Chi-Cuadrado*) es del 5 %. Por ello, el estándar se hace más restrictivo.
- Si no se efectúa la corrección por Bonferroni, el nivel de confianza final del estándar es del 73 % en vez del 95 % (tal y como se entiende de la lectura del estándar). De esta forma, el riesgo del productor es excesivamente elevado (el 27 % de los mapas “buenos” son rechazados), mientras que prácticamente se ha eliminado el riesgo del usuario.



# Estándar EMAS

|            | Estándar / norma                  | EMAS    |
|------------|-----------------------------------|---------|
|            | Procedencia                       | EE.UU.  |
| Aplicación | Año                               | 1983    |
|            | Aspectos formales                 | Bajo    |
|            | Tipo (EMAS, NMAS...)              | EMAS    |
|            | Hoja, serie, lote, área ...       | Área    |
|            | Aislado o en flujo                |         |
|            | Escalas                           | > 20000 |
| Muestreo   | Elemento de control: puntos       | Si      |
|            | Tamaño de la muestra              | 20      |
|            | Tipo puntos (descripción)         |         |
|            | Guía distribución espacial puntos |         |
|            | Sub-regiones                      |         |
|            | Precisión muestreo FME            | 3x      |
| Exact.     | Absoluta                          | Si      |
|            | Relativa                          |         |
| Hipot.     | Contraste de hipótesis básicas    |         |
|            | Normalidad implícita              | Si      |

|             |                              |             |
|-------------|------------------------------|-------------|
| Estimadores | Outliers                     | Si          |
|             | Sesgo                        | Si          |
|             | E.M.C.                       |             |
|             | m, s                         | Si          |
| Control     | Planimetría                  | Si          |
|             | Altimetría                   | Si          |
|             | 3D                           |             |
| Resultados  | Desplaza X,Y para la Z       |             |
|             | Circular ; X,Y               | X,Y         |
|             | Categorías exactitud         |             |
|             | MDT                          |             |
|             | Expresión                    | Ac./Rechaza |
| Otros       | Información general *        | 3           |
|             | Probabilidad en el resultado | ≈ 95%       |
|             | Incertidumbre del método     |             |
|             | <b>Valoración global *</b>   | <b>3</b>    |

© Alan D.J. Atkinson - atkinson@unex.es - www.unex.es/igpu  
Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) – Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)

17 de 28



# Estándar ASPRS

## ASPRS – Spatial Accuracy Specification for Large Scale Topographic Maps

- Aplicaciones corrientes: especifica la exactitud de los mapas topográficos a gran escala. Proviene del estándar ARPRS y fue desarrollado por la American Society of Photogrammetry and Remote Sensing
- Método de comparación: fuentes de mayor exactitud.
- Componente posicional: horizontal y vertical, de forma independiente para todas ellas: X, Y, Z.

- Clases de elementos: Puntos.

- Correspondencia: en el caso de los mapas de mejor calidad (**Clase I**), se establecen límites al RMSE para las componentes X e Y según la escala del mapa.

En altimetría se considera que el RMSE es de 1/3 del intervalo entre curvas de nivel, salvo en el caso de puntos acotados que será de 1/6 de dicho intervalo.

Los límites para los mapas de **Clase II** y **Clase III**

→ multiplicando **x2** y **x3** respectivamente.

Se permite que un producto cumpla los requisitos de una clase en planimetría y los de otra en altimetría.

| Escala   | Límite RMSE (m) |
|----------|-----------------|
| 1:50     | 0,0125          |
| 1:100    | 0,025           |
| 1:200    | 0,050           |
| 1:500    | 0,125           |
| 1:1.000  | 0,25            |
| 1:2.000  | 0,50            |
| 1:4.000  | 1,00            |
| 1:5.000  | 1,25            |
| 1:10.000 | 2,50            |
| 1:20.000 | 5,00            |

© Alan D.J. Atkinson - atkinson@unex.es - www.unex.es/igpu  
Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) – Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)

18 de 28



## Estándar ASPRS

### Procedimiento:

- seleccionar una muestra de, al menos, 20 puntos de control.
- detectar y corregir los errores previos de inconsistencias, signos, etc.
- calcular el **RMSE** para cada componente (X,Y,Z):
- se incluirá una leyenda que haga referencia expresa de que el producto ha sido compilado para cumplir con el estándar o que ha sido comprobado y cumple con el estándar:

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{xi}^2}$$

Error en la componente X para el punto i

"This map was compiled to meet the ASPRS standard for class (1., 2., 3.) map accuracy"

"This map was checked and found to conform to the ASPRS standard for class (1., 2., 3.) map accuracy"

"Este mapa ha sido compilado para cumplir con el estándar ASPRS para mapas de Clase I (II o III)"

"Este mapa ha sido comprobado y cumple con el estándar ASPRS para mapas de Clase I (II o III)"



Alan D. Robinson - alarobinson@uex.es - www.uex.es/gpa

Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)

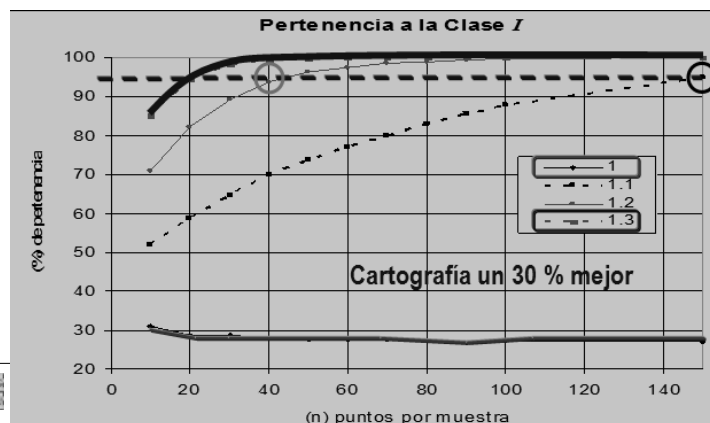


19 de 28

## Estándar ASPRS

### ASPRS

- El total de la población  $N(0,1) \in \text{Clase I}$
- Entre 10 y 90 puntos %  $\in \text{Clase I} \rightarrow$  de 31 % a 27 % ( $\pm 2.5$  %)
- Tendencia a clasificarlo en *Clase II*
- Experimentos con distintos niveles de restricción para la *Clase I*



20 de 28

## Estándar ASPRS

### Consideraciones sobre el ASPRS:

- Con 20 puntos de control ( $1-\alpha = 0,95$ ) se clasifica como *Clase I* si la BDG es un 30 % más exacta.
- Con 40 puntos de control → la BDG ha de ser un 20 % más exacta.
- Con 150 puntos de control → la BDG ha de ser un 10 % más exacta.



© Alan D.J. Atkinson - atkinson@unex.es - www.unex.es/igpu

Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)



21 de 28

## Estándar ASPRS

|            | Estándar / norma                  | ASPRS   |                      |                              |        |
|------------|-----------------------------------|---------|----------------------|------------------------------|--------|
|            | Procedencia                       | EE.UU.  |                      |                              |        |
| Aplicación | Año                               | 1990    | Estimadores          | Outliers                     | Si     |
|            | Aspectos formales                 | Bajo    |                      | Sesgo                        |        |
|            | Tipo (EMAS, NMAS...)              | ASPRS   |                      | E.M.C.                       | Si     |
|            | Hoja, serie, lote, área ...       | Hoja    | m, s                 |                              |        |
|            | Aislado o en flujo                |         | Control              | Planimetría                  | Si     |
|            | Escala                            | > 20000 |                      | Altimetría                   | Si     |
| Muestreo   | Elemento de control: puntos       | Si      | Resultados           | 3D                           |        |
|            | Tamaño de la muestra              | 20      |                      | Desplaza X,Y para la Z       | Si     |
|            | Tipo puntos (descripción)         |         |                      | Circular ; X,Y               | X,Y    |
|            | Guía distribución espacial puntos | Si      | Categorías exactitud | Si                           |        |
|            | Sub-regiones                      |         | MDT                  |                              |        |
|            | Precisión muestreo FME            | 3x      | Expresión            | Frase                        |        |
| Exact.     | Absoluta                          | Si      | Otros                | Información general *        | 3      |
|            | Relativa                          |         |                      | Probabilidad en el resultado | ≈ 100% |
| Hipot.     | Contraste de hipótesis básicas    |         |                      | Incertidumbre del método     |        |
|            | Normalidad implícita              | Si      |                      | Valoración global *          | 2      |



© Alan D.J. Atkinson - atkinson@unex.es - www.unex.es/igpu

Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)



22 de 28

## Estándar NSSDA

### NSSDA - National Standard for Spatial Data Accuracy

- Aplicaciones corrientes: las agencias federales de los Estados Unidos que realicen labores de producción de datos cartográficos analógicos y/o digitales han de cumplir con el NSSDA (FGDC, 1998)
- Método de comparación: fuentes de mayor exactitud.
- Componente posicional: horizontal de forma conjunta (XY), vertical de forma independiente (Z).
- Clases de elementos: Puntos.
- Correspondencia: basado en el RMSE. **El propio usuario** es quien decide los umbrales de aceptación, aunque el estándar ofrece unas tablas en las que se presentan unas *exactitudes recomendadas* al usuario. Sustituye al NMAS y al ASPRS.



## Estándar NSSDA

### Procedimiento:

- seleccionar una muestra de, al menos, 20 puntos perfectamente definidos sobre la cartografía y sobre la fuente de mayor exactitud.
- detectar los errores previos de inconsistencia, signos, ...
- calcular el RMSE<sub>x</sub> para la componente X, y de forma análoga para componente Y, según:

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_{xi}^2}$$

- calcular el RMSE<sub>r</sub> para la componente posicional (XY) según:

$$RMSE_r = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2}$$



## Estándar NSSDA

### Procedimiento:

- calcular el coeficiente de exactitud posicional a un 95% de nivel de confianza dependiendo de dos opciones:

a) en caso de que  $RMSE_x = RMSE_y$

$$Exactitud_r = 1.7308 \cdot RMSE_r$$

b) en caso de que  $RMSE_x \neq RMSE_y$

$$Exactitud_r = 1.22385 \cdot (RMSE_x + RMSE_y)$$

- calcular el  $RMSE_z$  para la componente Z de forma análoga, así como el coeficiente de exactitud posicional a un 95% de confianza para la componente Z:

$$Exactitud_z = 1.96 \cdot RMSE_z$$



## Estándar NSSDA

### Procedimiento:

- junto a la leyenda del mapa deberá aparecer:

"Using the National Standard for Spatial Data Accuracy, the data set tested \_\_\_\_ meters (or feet) horizontal (or vertical) accuracy at 95 % confidence level."

... o bien ...

"Using the National Standard for Spatial Data Accuracy, the data set compiled to meet \_\_\_\_ meters (or feet) horizontal (or vertical) accuracy at 95 % confidence level."

**"Comprobado para \_\_\_\_ metros de exactitud horizontal (o vertical) al 95% de nivel de confianza."**

**... o bien ...**

**"Compilado para \_\_\_\_ metros de exactitud horizontal (o vertical) al 95% de nivel de confianza."**



## Estándar NSSDA

### NSSDA

- El valor para el total de la población  $N(0,1) \rightarrow 2,447$
- Sobre una determinada población  $N(0,1)$ , se han seleccionado 1000 muestras aleatoriamente, obteniendo el valor medio de la Exactitud, así como la desviación típica de dicho valor.
- Repitiendo el proceso x100 poblaciones aleatorias, se obtiene una desviación típica entre poblaciones  $\rightarrow$  fiabilidad de los resultados  $\rightarrow [0.5 - 0.2] \%$

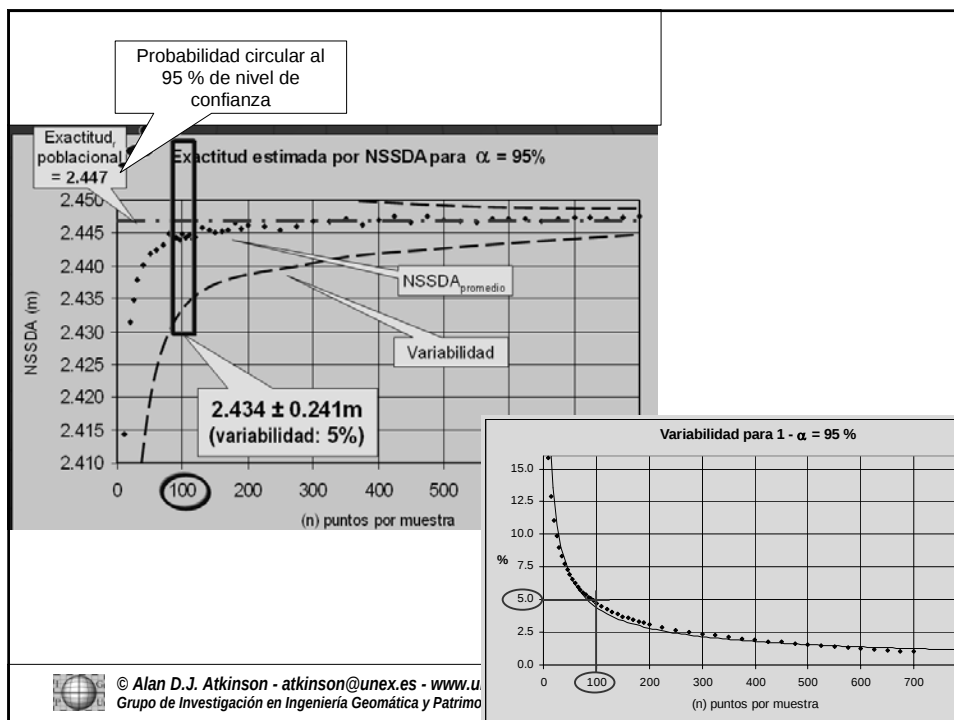


© Alan D.J. Atkinson - [atkinson@unex.es](mailto:atkinson@unex.es) - [www.unex.es/igpu](http://www.unex.es/igpu)

Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)



27 de 28



© Alan D.J. Atkinson - [atkinson@unex.es](mailto:atkinson@unex.es) - [www.unex.es/igpu](http://www.unex.es/igpu)  
Grupo de Investigación en Ingeniería Geomática y Patrimonio Urbano (UEX) - Gr. Ingeniería Cartográfica (UJA)

## Estándar NSSDA

### Consideraciones sobre el NSSDA:

- El estándar sobreestima la exactitud de la población analizada (subestimando el error).
- Para un tamaño muestral de 20 puntos → la variabilidad es  $\pm 11\%$  (exactitud al 89 % de nivel de confianza).
- Para que dicha variabilidad →  $\pm 5\%$  → 100 puntos de control.



## Estándar NSSDA

|            | Estándar / norma                  | NSSDA  |             |                              |       |
|------------|-----------------------------------|--------|-------------|------------------------------|-------|
|            | Procedencia                       | EE.UU. |             |                              |       |
| Aplicación | Año                               | 1998   | Estimadores | Outliers                     | Si    |
|            | Aspectos formales                 | Alto   |             | Sesgo                        |       |
|            | Tipo (EMAS, NMAS...)              | NSSDA  |             | E.M.C.                       | Si    |
|            | Hoja, serie, lote, área ...       | Área   |             | m, s                         |       |
|            | Aislado o en flujo                |        | Control     | Planimetría                  | Si    |
| Muestreo   | Escalas                           |        |             | Altimetría                   | Si    |
|            | Elemento de control: puntos       | Si     |             | 3D                           |       |
|            | Tamaño de la muestra              | 20     | Resultados  | Desplaza X,Y para la Z       |       |
|            | Tipo puntos (descripción)         |        |             | Circular ; X,Y               | C     |
|            | Guía distribución espacial puntos | Si     |             | Categorías exactitud         |       |
|            | Sub-regiones                      |        |             | MDT                          | Si    |
|            | Precisión muestreo FME            | 3x     |             | Expresión                    | Frase |
| Exact.     | Absoluta                          | Si     | Otros       | Información general *        | 3     |
|            | Relativa                          |        |             | Probabilidad en el resultado | 95%   |
| Hipot.     | Contraste de hipótesis básicas    |        |             | Incertidumbre del método     |       |
|            | Normalidad implícita              | Si     |             | Valoración global *          | 2     |



Seminario sobre Metodologías de Control Posicional.

|            | Estándar / norma                  | NMAS        | EMAS        | ASPRS   | NSSDA  |
|------------|-----------------------------------|-------------|-------------|---------|--------|
|            | Procedencia                       | EE.UU.      | EE.UU.      | EE.UU.  | EE.UU. |
|            | Año                               | 1947        | 1983        | 1990    | 1998   |
| Aplicación | Aspectos formales                 | Bajo        | Bajo        | Bajo    | Alto   |
|            | Tipo (EMAS, NMAS...)              | NMAS        | EMAS        | ASPRS   | NSSDA  |
|            | Hoja, serie, lote, área ...       | Área        | Área        | Hoja    | Área   |
|            | Aislado o en flujo                |             |             |         |        |
|            | Escalas                           |             | > 20000     | > 20000 |        |
| Muestreo   | Elemento de control: puntos       | Si          | Si          | Si      | Si     |
|            | Tamaño de la muestra              |             | 20          | 20      | 20     |
|            | Tipo puntos (descripción)         |             |             |         |        |
|            | Guía distribución espacial puntos |             |             | Si      | Si     |
|            | Sub-regiones                      |             |             |         |        |
| Exact.     | Precisión muestreo FME            |             | 3x          | 3x      | 3x     |
|            | Absoluta                          | Si          | Si          | Si      | Si     |
|            | Relativa                          |             |             |         |        |
|            | Contraste de hipótesis básicas    |             |             |         |        |
|            | Normalidad implícita              | Si          | Si          | Si      | Si     |
| Hipot.     | Outliers                          | Si          | Si          | Si      | Si     |
|            | Sesgo                             |             | Si          |         |        |
|            | E.M.C.                            |             |             | Si      | Si     |
|            | m, s                              |             | Si          |         |        |
|            | Planimetría                       | Si          | Si          | Si      | Si     |
| Control    | Altimetría                        | Si          | Si          | Si      | Si     |
|            | 3D                                |             |             |         |        |
|            | Desplaza X,Y para la Z            | Si          |             | Si      |        |
|            | Circular : X,Y                    | X,Y         | X,Y         | X,Y     | C      |
|            | Categorías exactitud              |             |             | Si      |        |
| Resultados | MDT                               |             |             |         | Si     |
|            | Expresión                         | Ac./Rechaza | Ac./Rechaza | Frase   | Frase  |
|            | Información general *             | 1           | 3           | 3       | 3      |
|            | Probabilidad en el resultado      | 90%         | ≈ 95%       | ≈ 100%  | 95%    |
|            | Incertidumbre del método          |             |             |         |        |
| Otros      | Valoración global *               | 1           | 3           | 2       | 2      |
|            |                                   |             |             |         |        |



© Alan D.J.  
Grupo de Investigación

ráfica (UJA)



31 de 28

Final de la presentación  
Muchas gracias por su atención



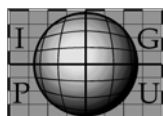
Universidad de  
Extremadura

Seminario sobre Metodologías de  
Evaluación Posicional en Cartografía  
Métodos NMAS, EMAS, ASPRS y NSSDA

Proyecto Normativo:  
Evaluación componente posicional de los datos espaciales  
Madrid, 10 de marzo de 2008



Universidad  
de Jaén



Grupo de Investigación en  
Ingeniería Geomática y  
Patrimonio Urbano

Dr. Alan D.J. Atkinson

Departamento de Expresión Gráfica  
Área I. Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría  
Escuela Politécnica  
Av. Universidad s/nº  
10.071 Cáceres – España  
atkinson@unex.es



Grupo de Investigación en  
INGENIERÍA CARTOGRÁFICA



Proyecto de norma  
sobre la evaluación de la componente posicional  
de los datos espaciales

**Control de calidad posicional  
con Sistema de Posicionamiento Global  
en la Serie L (escala 1:50.000)  
de la Cartografía Militar de España (CEGET)**

**STANAG 2215**



**Wenceslao Lorenzo Romero**  
Departamento de Geodesia y Topografía (EGET)



**Juan Ángel Domínguez García-Gil**  
Centro Geográfico del Ejército

Madrid, 10 de marzo de 2008

Control de calidad posicional con GPS. Serie L (CEGET). STANAG 2215

**AGENDA**

- Introducción
- Antecedentes
- Material y metodología
- Resultados
- Conclusiones



Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

2

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



## AGENDA

- **Introducción**
- **Antecedentes**
- **Material y metodología**
- **Resultados**
- **Conclusiones**



## Introducción

### Cómo

AEN/CTN 148  
AENOR

#### Metodología

- Recopilación de MCP existentes.
- **Análisis crítico de las MCP identificadas.**
- Establecimiento de unas directrices para la metodología propia.
- Desarrollo de las directrices y procesos de prueba.
- Elevación al CTN148 de la propuesta desarrollada para su aprobación como Norma Española.

### STANAG 2215

**Evaluation of land maps, aeronautical charts  
and digital topographic data**



## AGENDA

- Introducción
- **Antecedentes**
- Material y metodología
- Resultados
- Conclusiones



## Antecedentes

1997

### Criterios para el control de precisión cartográfica de las series C, 2C y 5L

Joaquín Rodríguez-Monteverde Cantarell  
Escuela de Geodesia y Topografía

- **STANAG 2215**
- **Cartografía analógica**



**Antecedentes**

**XVI Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica (2004)**

**Aplicación del GPS al control de la cartografía catastral urbana**

Francisco Manzano Agugliaro  
Miguel Ángel Montero Rodríguez  
Gil Manzano Agugliaro

- **EMAS/ASPRS** estándar
- **CDGPS** (relativo, medida de fase)

Dpto. Ingeniería Rural  
Escuela Politécnica Superior  
Universidad de Almería

 Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

7

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET

**STANAG 2215**

**Referencias**

|                  |                                                                      |
|------------------|----------------------------------------------------------------------|
| STANAG 2211 IGEO | Geodetic datums, projections, grids and grid references              |
| STANAG 3591 IGEO | Criteria for maximum elevation figure for aeronautical charts        |
| STANAG 3676 IGEO | Marginal information on land maps, aeronautical charts and photomaps |
| STANAG 3809 IGEO | Digital Terrain Elevation Data (DTED) exchange format                |
| STANAG 4278 C3   | Method of expressing navigation accuracy                             |
| STANAG 7016 IGEO | Maintenance of geographic Materials                                  |
| ISO 19114        | Geographic information. Quality evaluation procedures                |

 Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

8

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET

Seminario sobre Metodologías de Control Posicional.

STANAG 2215

| Nation | Ratification                   | National Reference                         | National Impl. Document                           | Intended Date of Implementation |       |       | Date Impl. was Achieved |       |       |
|--------|--------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
|        |                                |                                            |                                                   | Navy                            | Army  | Air   | Navy                    | Army  | Air   |
| BEL    | RATIFYING BUT NOT IMPLEMENTING | MRSyn 02-048962 of/du 30.5.02              | Not implementing/ Ne met pas en application       |                                 |       |       |                         |       |       |
| BGR    | NO RESPONSE                    |                                            |                                                   |                                 |       |       |                         |       |       |
| CAN    | RATIFYING                      | 2441-2215 (J2 GICI) of/du 22.10.03         | STANAG                                            |                                 |       |       | 10.03                   | 10.03 | 10.03 |
| CZE    | RATIFYING                      | 1/4-273/3-2 of/du 13.3.02                  | Technical Instruction of GeoS. Ref. No 904/2003   |                                 |       |       | 10.03                   | 10.03 |       |
| DNK    | RATIFYING                      | FKO MAI2 9803700-007 of/du 8.4.02          | STANAG                                            |                                 |       |       | 7.02                    | 7.02  | 7.02  |
| EST    | NO RESPONSE                    |                                            |                                                   |                                 |       |       |                         |       |       |
| FRA    | NO RESPONSE                    |                                            |                                                   |                                 |       |       |                         |       |       |
| DEU    | RATIFYING                      | BMVg - Fu S I 6 Az 03-51-60 of/du 31.10.02 | STANAG/ BMVg Fu S VII 1Az 03-51-60 dated 28.10.03 |                                 |       |       | 12.03                   | 12.03 | 12.03 |
| GRC    | RATIFYING                      | RN.060.1/18/123793/DN.901 of/du 27.4.02    | STANAG                                            |                                 | 10.02 | 10.02 |                         |       |       |
| HUN    | RATIFYING                      | 3/2002. (HK 9.) HVKfH of/du 10.4.02        | 14/2003. MH TSZF Intézkedés                       |                                 |       |       | 1.03                    | 1.03  |       |
| ITA    | RATIFYING                      | 134/40162/4S.IGEO-2215 of/du 12.3.02       | STANAG                                            | 4.03                            | 10.02 | 4.03  |                         |       |       |



STANAG 2215

| Nation | Ratification                         | National Reference                                  | National Impl. Document                     | Intended Date of Implementation |       |       | Date Impl. was Achieved |      |     |
|--------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------------------------|------|-----|
|        |                                      |                                                     |                                             | Navy                            | Army  | Air   | Navy                    | Army | Air |
| LTU    | NO RESPONSE                          |                                                     |                                             |                                 |       |       |                         |      |     |
| LUX    | NOT PARTICIPATING / NE PARTICIPE PAS | NOT PARTICIPATING / NE PARTICIPE PAS                |                                             |                                 |       |       |                         |      |     |
| NLD    | NO RESPONSE                          |                                                     |                                             |                                 |       |       |                         |      |     |
| NOR    | RATIFYING BUT NOT IMPLEMENTING       | NSA-37/02/FMGT/RM/ST2215 of/du 22.3.02              | Not implementing/ Ne met pas en application |                                 |       |       |                         |      |     |
| POL    | RATIFYING                            | 133/ROK/P of/du 11.5.02                             |                                             | 1.04                            | 1.04  | 1.04  |                         |      |     |
| PRT    | NO RESPONSE                          |                                                     |                                             |                                 |       |       |                         |      |     |
| ROU    | NO RESPONSE                          |                                                     |                                             |                                 |       |       |                         |      |     |
| SVK    | NO RESPONSE                          |                                                     |                                             |                                 |       |       |                         |      |     |
| SVN    | NO RESPONSE                          |                                                     |                                             |                                 |       |       |                         |      |     |
| ESP    | RATIFYING BUT NOT IMPLEMENTING       | Norope: 030/2215/061D of/du 4.4.02                  | Not implementing/ Ne met pas en application |                                 |       |       |                         |      |     |
| TUR    | RATIFYING                            | GN.P.P.:2307-222-02/AND.D.NSA.S./2215 of/du 27.3.02 | HAVSTANEM-286                               |                                 |       | 4.03  |                         |      |     |
| GBR    | RATIFYING                            | DJW/330/215/NMSt of/du 8.3.02                       | DGIA Technical Instruction 320              | 10.02                           | 10.02 | 10.02 |                         |      |     |
| USA    | NO RESPONSE                          |                                                     |                                             |                                 |       |       |                         |      |     |



## AGENDA

- Introducción
- Antecedentes
- **Material y metodología**
- Resultados
- Conclusiones



## Fases del proceso de evaluación:

Obtención de la muestra.

Fase de campo.

Postproceso.

Depuración de puntos.

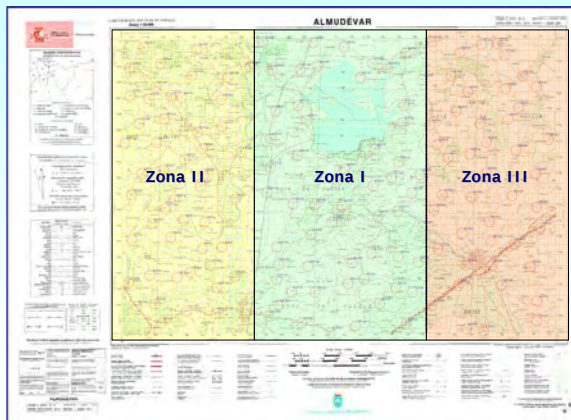
Aplicación del STANAG 2215.



Material y metodología

Obtención de la muestra

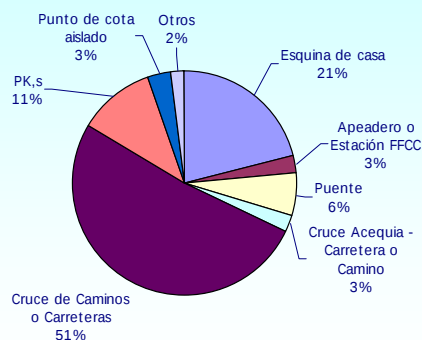
- Hoja 22-12 de Almodóvar.
- Áreas de muestreo: Toda la hoja.
- 3 zonas de 9 Km x 19 Km.
- En cada zona se eligieron 50 puntos.
- Composición total de la muestra: 150 puntos.



Material y metodología

Obtención de la muestra

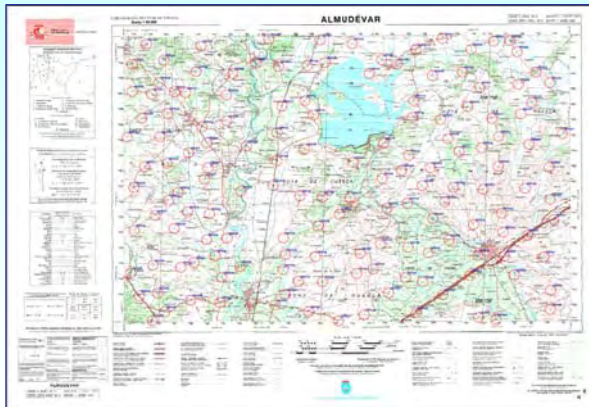
Composición de la muestra:



Material y metodología

Obtención de la muestra

Lectura de coordenadas en el plano:



Una persona realizó todas las lecturas de los puntos en el plano.



Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

15

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



Material y metodología

Fase de campo

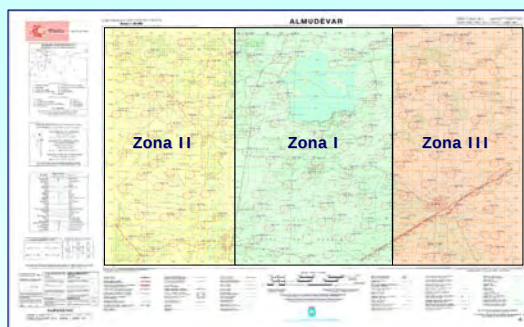
Organización:

3 equipos con 2 personas por equipo.

Medios por equipo:

1 Vehículo TT.

1 Receptor completo Trimble 4000 SSE



Duración de la fase de campo: 3 días en sesiones de mañana y tarde.



Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

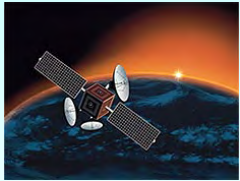
16

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



**Material y metodología**

**Postproceso:**



**Sistema GPS:  
WGS84**

↓

Planimetría: Coordenadas en WGS84  
Altimetría: Altura elipsoidal



**Hoja a evaluar:  
ED50**

↓

Planimetría: Coordenadas en ED50  
Altimetría: Altura ortométrica

Es necesaria la transformación de datum planimétrico y altimétrico



Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

17

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



**Material y metodología**

**Postproceso:**

**Fuentes de error a considerar**

|                                                           | Método para determinar el error                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Magnitud del error                                         |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Transformación de coordenadas geográficas a geocéntricas. | <p>➤ Estacionar en vértices geodésicos de la zona, en las mismas condiciones en las que se levantan los puntos:</p> <p style="text-align: center;">Tiempo de estación: 10 minutos.<br/>Número mínimo de satélites: 5<br/>Máscara de elevación: 15°</p> <p>➤ Comparar las coordenadas transformadas con las de las reseñas oficiales del IGN.</p> | <p>➤ Planimetría = 12,3 cm</p> <p>➤ Altimetría = 13 cm</p> |
| Cambio de datum                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                            |
| Transformación de coordenadas geográficas a UTM.          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                            |
| Posicionamiento del GPS.                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                            |

Se puede considerar que la fuente de referencia no presenta errores por debajo de la apreciación gráfica de la escala evaluada.



Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

18

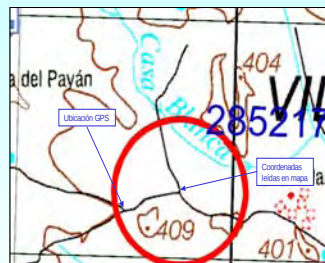
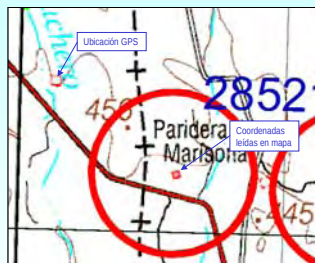
Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



### Material y metodología

#### Depuración de los puntos:

##### Depuración del analista



Con esta depuración se eliminan los errores de posicionamiento en la fase de captura

Se eliminaron 17 puntos

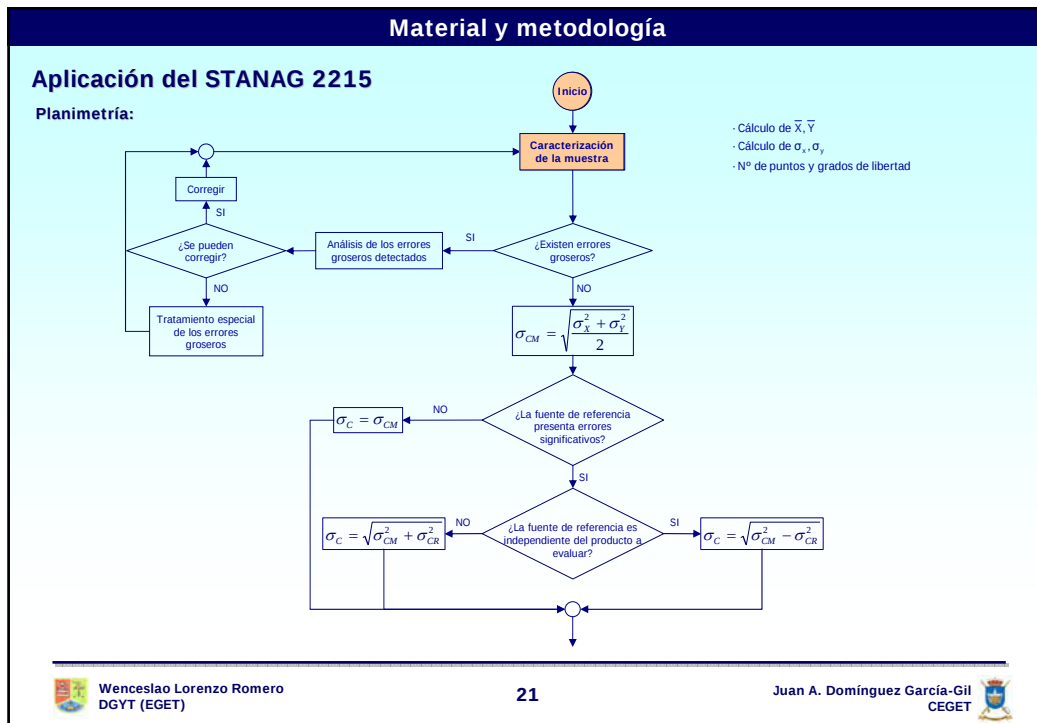
### Material y metodología

#### Aplicación del STANAG 2215

##### EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

##### Planimetría:

|                                     |                 |                                    |                        |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|
| FECHA:                              | 3-jun-06        | 1/Escala:                          | 50000                  |
| DATOS DE ENTRADA                    |                 |                                    |                        |
|                                     | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior        |
| Media de los errores en eje X=      | -3.0015         | -3.042                             | 2.9171                 |
| Media de los errores en eje Y=      | -2.7389         | -3.774                             | 1.1900                 |
| Media de los errores en H=          | -1.5099         | -3.848                             | -0.1884                |
| Desviación típica en eje X=         | 16.0125         | 19.884                             | 22.2323                |
| Desviación típica en eje Y=         | 11.9563         | 13.198                             | 14.7573                |
| Desviación típica en H=             | 4.0217          | 4.440                              | 4.9638                 |
| Error circular estándar=            | 15.2873         | 16.876                             | 18.8686                |
| Nº puntos en planimetría:           | 124             | Grados de libertad en planimetría= | 123                    |
| Nº puntos en altimetría:            | 124             | Grados de libertad en altimetría=  | 123                    |
| OUTLYING POINT CHECK                |                 |                                    |                        |
| Tolerancia de error en X:           | 61.9081         | -61.9503                           | < error en X < 61.8658 |
| Tolerancia de error en Y:           | 41.0932         | -41.8676                           | < error en Y < 40.3187 |
| Tolerancia de error en H:           | 13.8223         | -14.6715                           | < error en H < 12.9732 |
| ANÁLISIS                            |                 |                                    |                        |
|                                     | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior        |
| ALTIMETRÍA:                         |                 |                                    |                        |
| Estimación del LMAS sin sesgo       | 6.62            | 7.30                               | 8.17                   |
| Linear point to point accuracy      | 9.36            | 10.33                              | 11.55                  |
| (Intermediate quantity d/sigma)     | 0.211           | 0.191                              | 0.171                  |
| Significance of Aug H diff:         | SI              | SI                                 | SI                     |
| Absolute LMAS (bias model 1)        | 6.77            | 7.44                               | 8.29                   |
| Absolute CMAS (bias model 2)        | N/A             | N/A                                | N/A                    |
| Selected LMAS figure                | 6.77            | 7.44                               | 8.29                   |
| Adjusted LMAS figure                |                 | 7.57                               |                        |
| Rating                              |                 | 1                                  |                        |
| PLANIMETRÍA:                        |                 |                                    |                        |
| Estimación del CMAS sin sesgo       | 32.8066         | 36.21                              | 40.4921                |
| Planimetric point to point accuracy | 46.40           | 51.22                              | 57.26                  |
| Systematic shift                    |                 | 0.776                              |                        |
| Significance of shift               | NO              | NO                                 | NO                     |
| (Intermediate quantity d/sigmaC)    | 0.05            | 0.05                               | 0.04                   |
| Absolute CMAS con sesgo             | N/A             | N/A                                | N/A                    |
| Selected CMAS figure                | 32.81           | 36.21                              | 40.49                  |
| Adjusted CMAS figure                |                 | 36.81                              |                        |
| Rating                              |                 | B                                  |                        |



### Resultados y discusión

#### Aplicación del STANAG 2215

**Planimetría:**

PUNTOS OBSERVADOS  
HOJA DE ALMUDÉVAR (28-12/285)

| Nº de punto | Archivo  | Coordenadas UTM ED 50 con GPS | Coordenadas UTM ED 50 del mapa | Error en planimetría | Error en altimetría | Tipo de punto |        |
|-------------|----------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|--------|
|             |          | X                             | Y                              | Error X              | Error Y             |               |        |
| 28530       | 28530206 | 487020.578                    | 451708.814                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28531       | 28531213 | 487049.864                    | 451720.120                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28532       | 28532118 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28533       | 28533118 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28534       | 28534204 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28535       | 28535213 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28536       | 28536206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28537       | 28537206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28538       | 28538206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28539       | 28539206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28540       | 28540206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28541       | 28541206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28542       | 28542206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28543       | 28543206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28544       | 28544206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28545       | 28545206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28546       | 28546206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28547       | 28547206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28548       | 28548206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28549       | 28549206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |
| 28550       | 28550206 | 487149.182                    | 451758.864                     | 420.00               | 4.42                | 7.52          | Normal |

Se caracteriza la muestra ...

|                           | Planimetría | Altimetría |
|---------------------------|-------------|------------|
| Media                     | -3.681      | 1.666      |
| Desviación típica         | 31.665      | 26.582     |
| Numero puntos planimetría | 133         | 133        |
| Grados de libertad        | 132         | 132        |

Media

Desviación típica

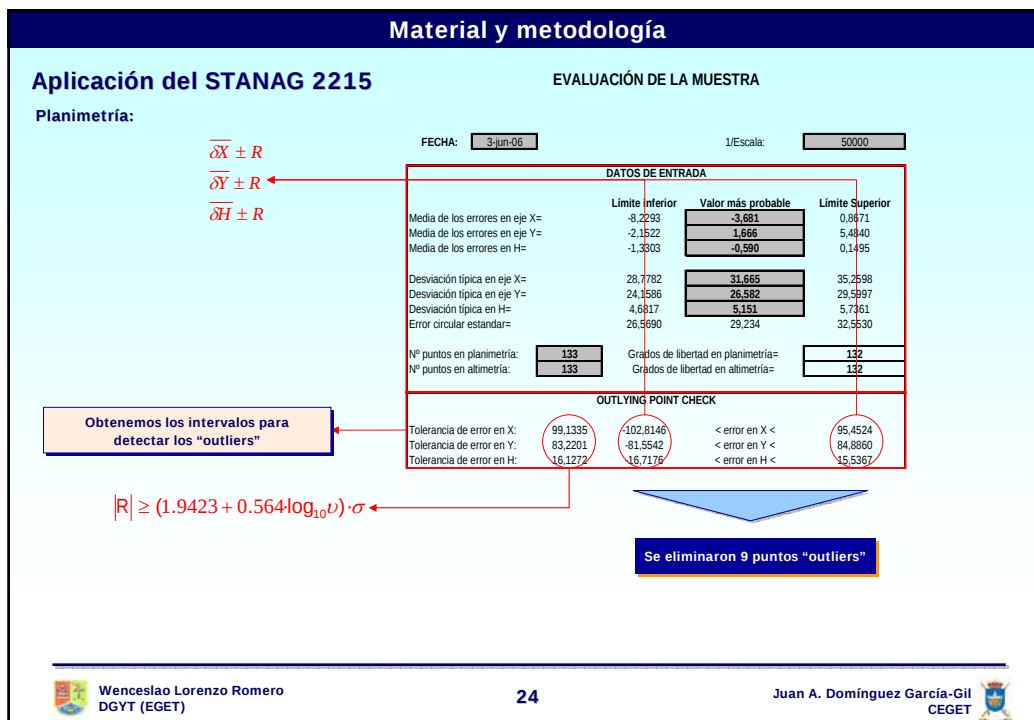
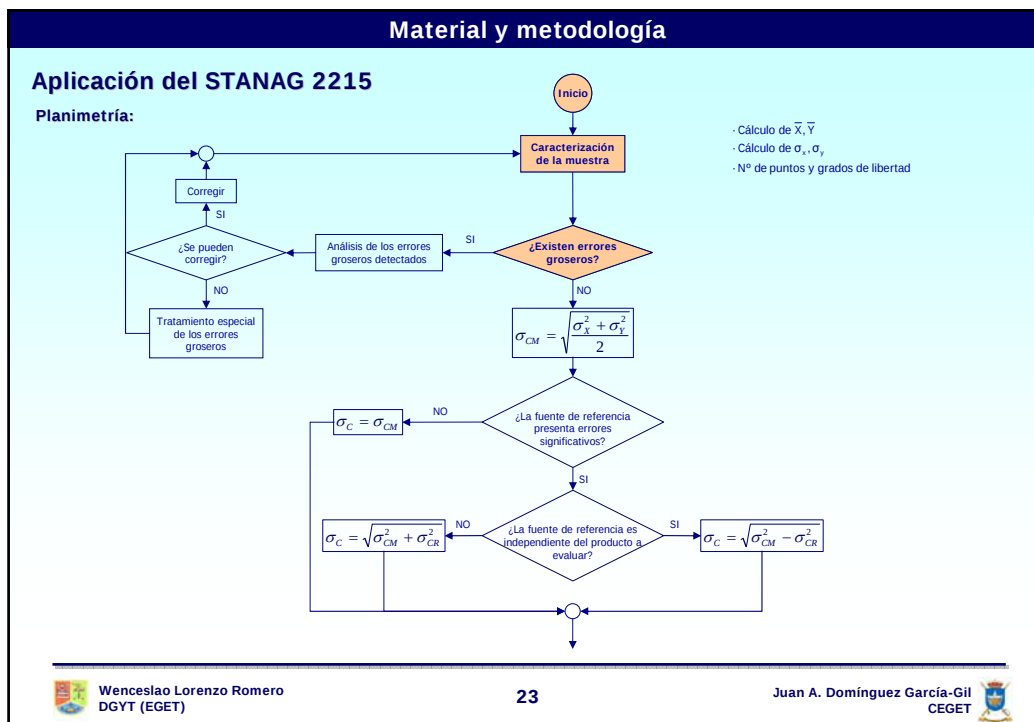
Numero puntos planimetría

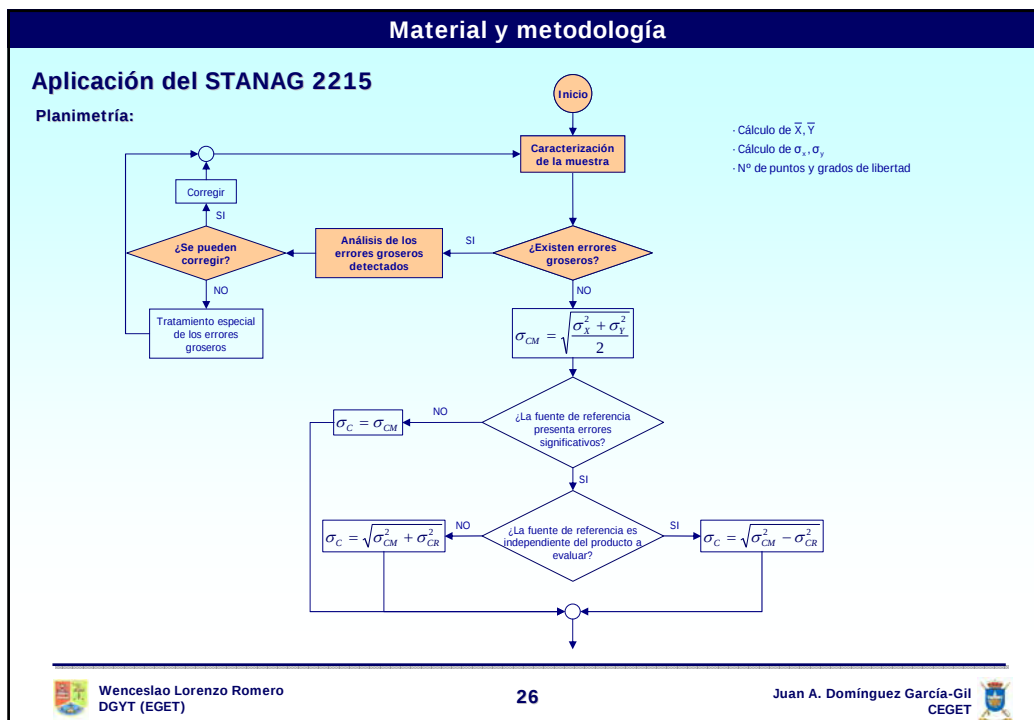
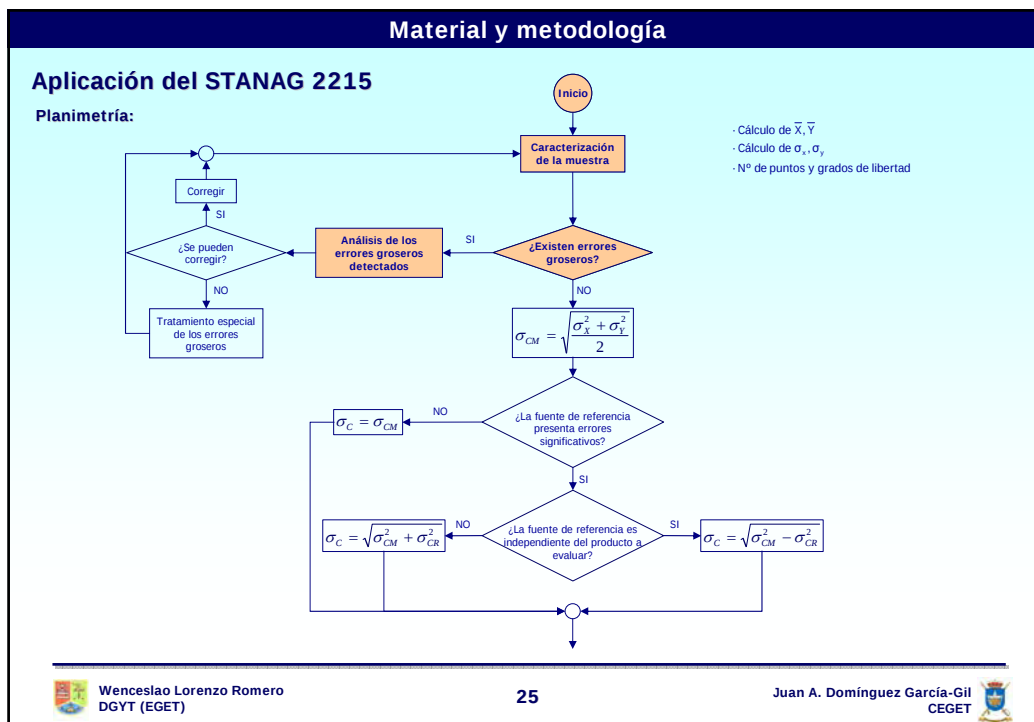
Grados de libertad

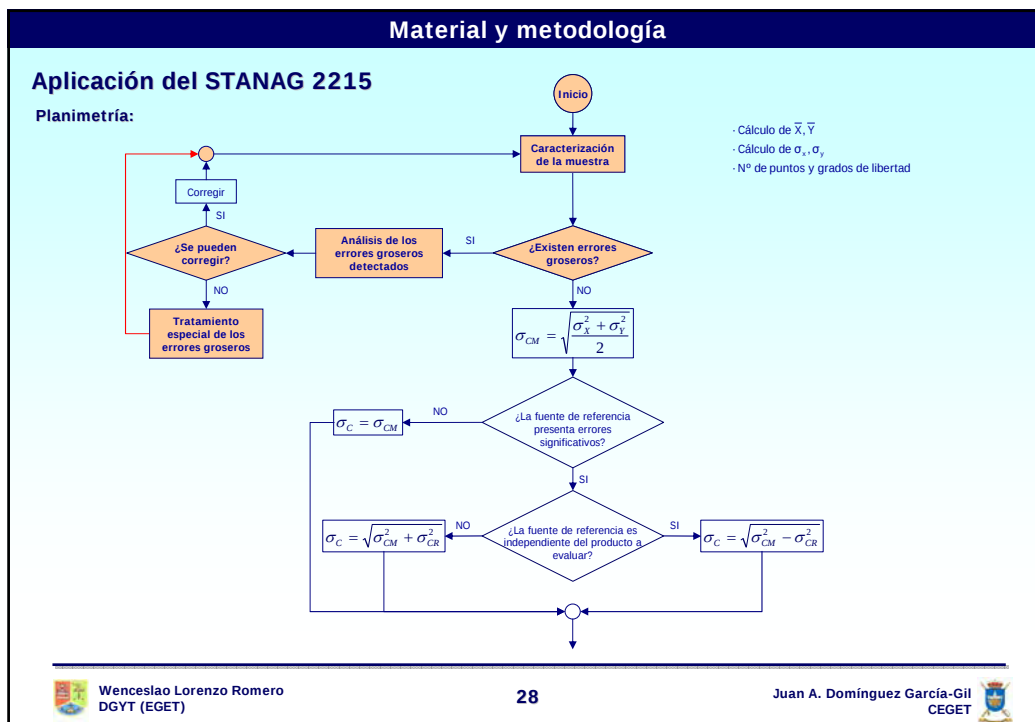
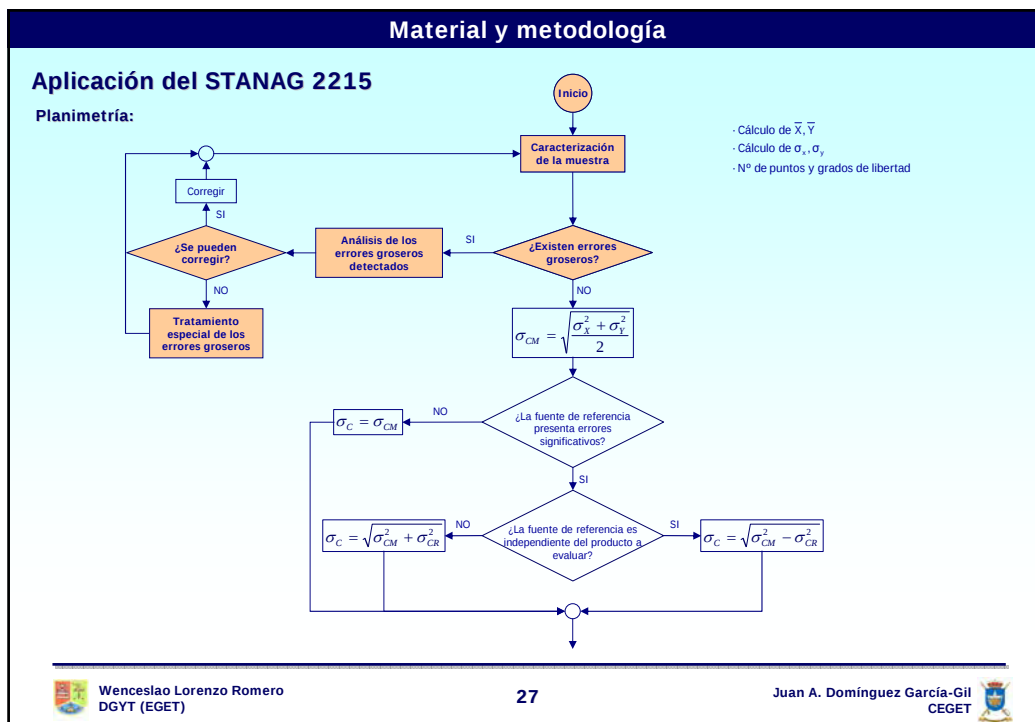
Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

22

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



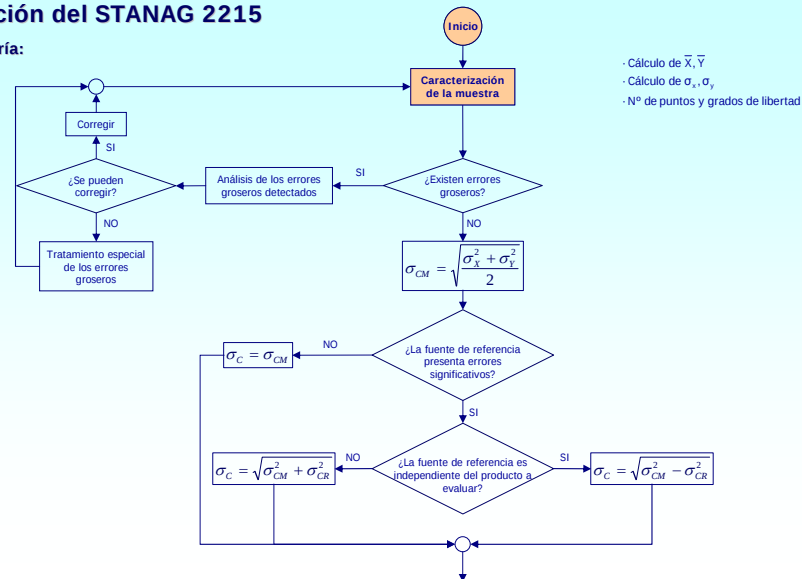




## Material y metodología

## Aplicación del STANAG 2215

### Planimetría:



**Wenceslao Lorenzo Romero**  
DGYT (EGET)

29

**Juan A. Domínguez García-Gil**  
CEGET



## Material y metodología

## Aplicación del STANAG 2215

### Planimetría:

**PUNTOS OBSERVADOS**

| Nº de punto | Archivo | Coordenadas UTM ED 50 con GPS |           |        | Coordenadas UTM ED 50 con GPS |           |        | Error en el punto |         |         | Error en el plano |           |           | Tipo de punto |  |
|-------------|---------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------------------|-----------|--------|-------------------|---------|---------|-------------------|-----------|-----------|---------------|--|
|             |         | X (m)                         | Y (m)     | Z (m)  | X (m)                         | Y (m)     | Z (m)  | Error X           | Error Y | Error Z | Dist. (m)         | Dist. (m) | Dist. (m) |               |  |
| 28510       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.84 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.84 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28511       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28512       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28513       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28514       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28515       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28516       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28517       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28518       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28519       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28520       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28521       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28522       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28523       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28524       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28525       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28526       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28527       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28528       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28529       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28530       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28531       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28532       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28533       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28534       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28535       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28536       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28537       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28538       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28539       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28540       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28541       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28542       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28543       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28544       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28545       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28546       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28547       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |
| 28548       | 9830206 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 696904.84                     | 670880.23 | 421.77 | 0.00              | 0.00    | 0.00    | 0.00              | 0.00      | 0.00      | Planteo       |  |

Se caracteriza la muestra de nuevo ...

|                           | Planimetría |        | Altimetría |
|---------------------------|-------------|--------|------------|
| Media                     | -0.042      | -0.774 | -0.849     |
| Desviación típica         | 19.884      | 13.198 | 4.440      |
| Numero puntos planimetría | 124         |        | 124        |
| Grados de libertad        | 123         |        | 123        |

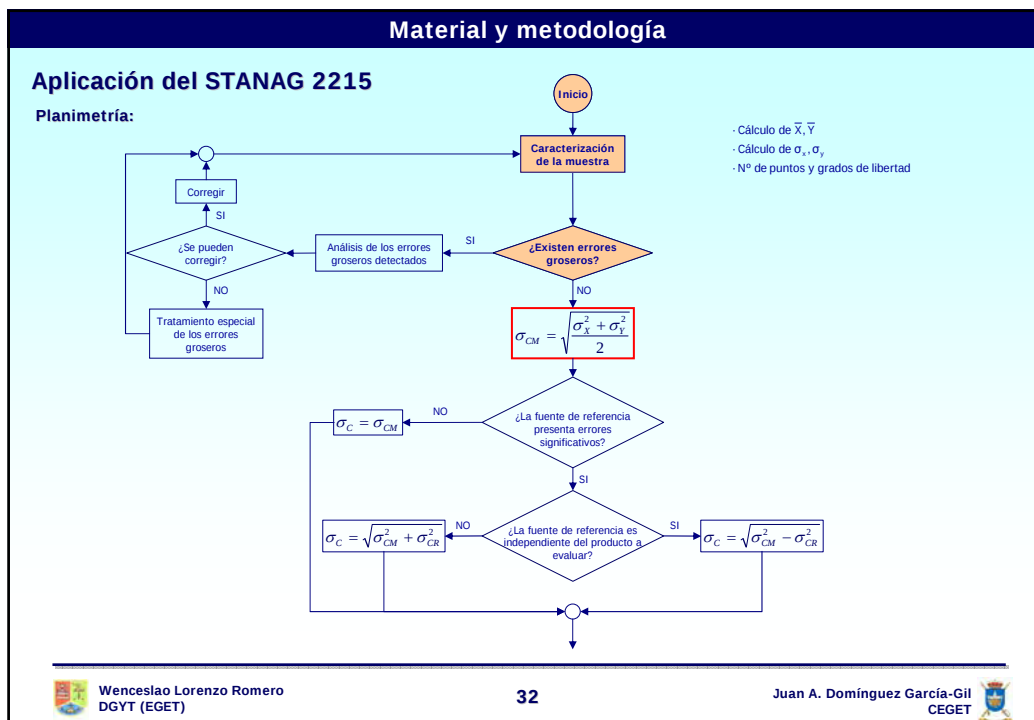
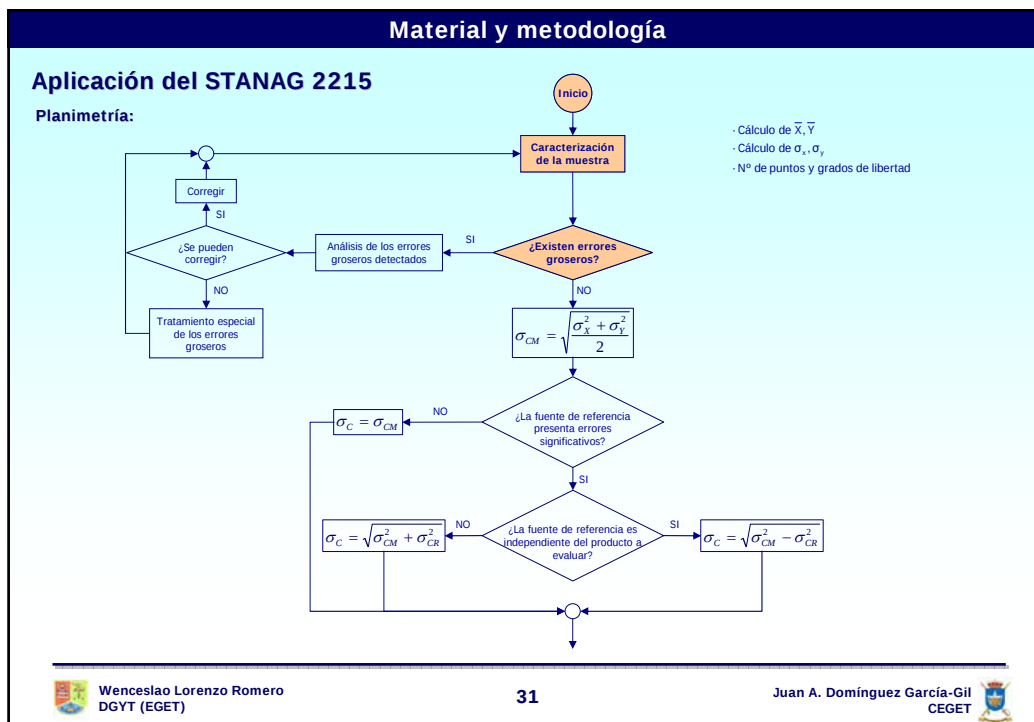


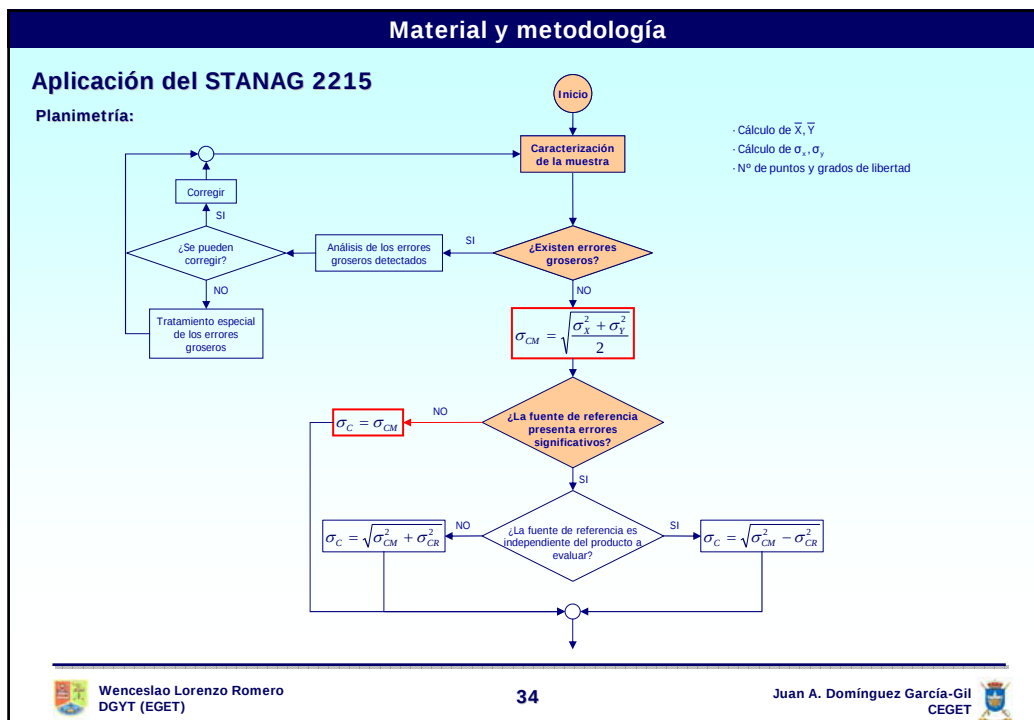
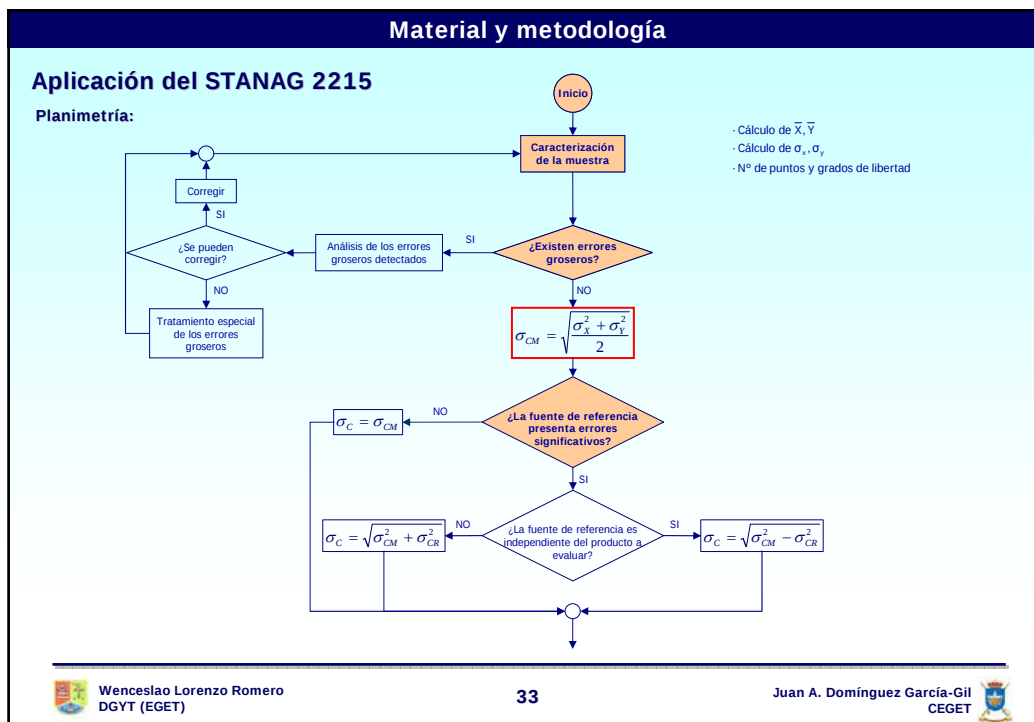
Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

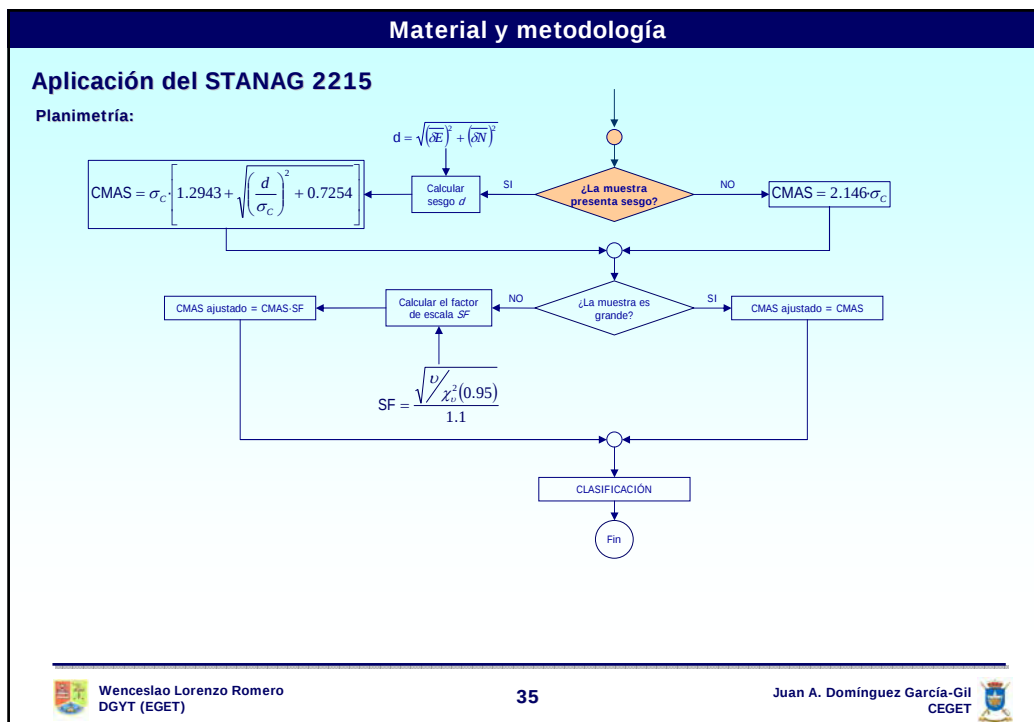
30

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET









# Material y metodología

## EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

### Aplicación del STANAG 2215

#### Planimetría:

FECHA: 3-jun-06 I/Escala: 50000

| DATOS DE ENTRADA               |                 |                                    |                 |
|--------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|
|                                | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior |
| Media de los errores en eje X= | -3.0016         | -0.042                             | 2.9171          |
| Media de los errores en eje Y= | -2.7388         | -0.774                             | 1.1900          |
| Media de los errores en H=     | -1.5099         | -0.849                             | -0.1884         |
| Desviación típica en eje X=    | 18.0125         | 19.884                             | 22.2323         |
| Desviación típica en eje Y=    | 11.9563         | 13.188                             | 14.7573         |
| Desviación típica en H=        | 4.0217          | 4.440                              | 4.9638          |
| Error circular estándar=       | 15.2873         | 16.676                             | 18.6886         |
| Nº puntos en planimetría:      | 124             | Grados de libertad en planimetría= | 123             |
| Nº puntos en altimetría:       | 124             | Grados de libertad en altimetría=  | 123             |

| OUTLYING POINT CHECK      |                 |                    |                 |         |
|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------|
|                           | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |         |
| Tolerancia de error en X: | 61.9081         | -61.9503           | < error en X <  | 61.8658 |
| Tolerancia de error en Y: | 41.0932         | -41.8676           | < error en Y <  | 40.3187 |
| Tolerancia de error en H: | 13.8223         | -14.6715           | < error en H <  | 12.9732 |

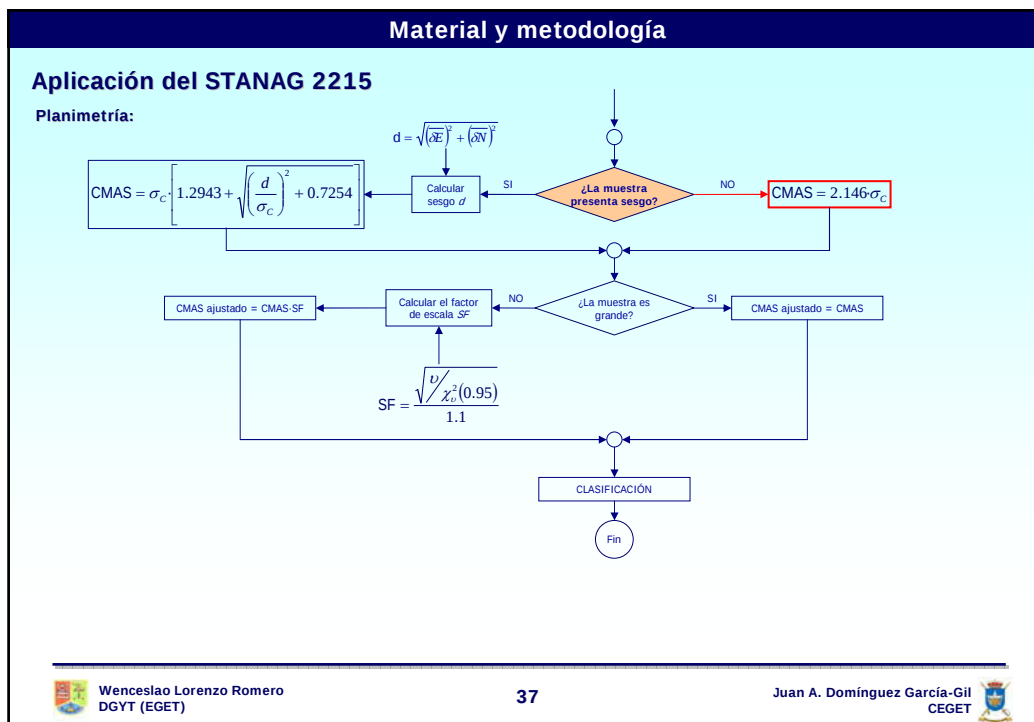
| ANÁLISIS                            |                 |                    |                 |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                     | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                  |                 |                    |                 |
| Estimación del LMAS sin sesgo       | 6.62            | 7.30               | 8.17            |
| Linear point to point accuracy      | 9.36            | 10.33              | 11.95           |
| (Intermediate quantity bisigma)     | 0.211           | 0.191              | 0.171           |
| Significance of Ave H diff:         | SI              | SI                 | SI              |
| Absolute LMAS (bias model 1)        | 6.77            | 7.44               | 8.29            |
| Absolute LMAS (bias model 2)        | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected LMAS figure                | 6.77            | 7.44               | 8.29            |
| Adjusted LMAS figure                | 7.57            | 7.57               | 7.57            |
| Rating                              | 1               | 1                  | 1               |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                 |                 |                    |                 |
| Estimación del CMAS sin sesgo       | 32.8066         | 36.21              | 40.4921         |
| Planimetric point to point accuracy | 46.40           | 51.22              | 57.26           |
| (Intermediate quantity bisigma)     | 0.05            | 0.05               | 0.04            |
| Significance of shift               | NO              | NO                 | NO              |
| Absolute CMAS con sesgo             | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected CMAS figure                | 32.81           | 36.21              | 40.49           |
| Adjusted CMAS figure                | 36.81           | 36.81              | 36.81           |
| Rating                              | B               | B                  | B               |

| Degrees of Freedom, v | t <sub>0.95</sub> |
|-----------------------|-------------------|
| 30                    | 1.697             |
| 40                    | 1.684             |
| 60                    | 1.664             |
| 120                   | 1.656             |
| 160                   | 1.654             |
| 166                   | 1.654             |
| ∞                     | 1.645             |

Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

36

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



**Material y metodología**

**Aplicación del STANAG 2215**

**EVALUACIÓN DE LA MUESTRA**

**Planimetría:**

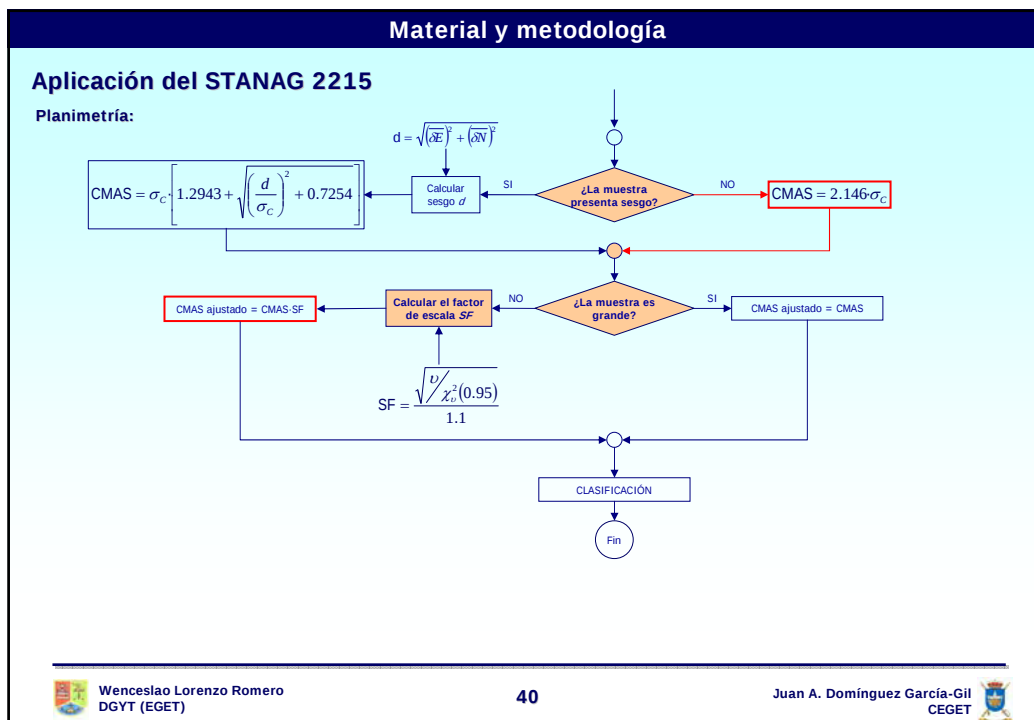
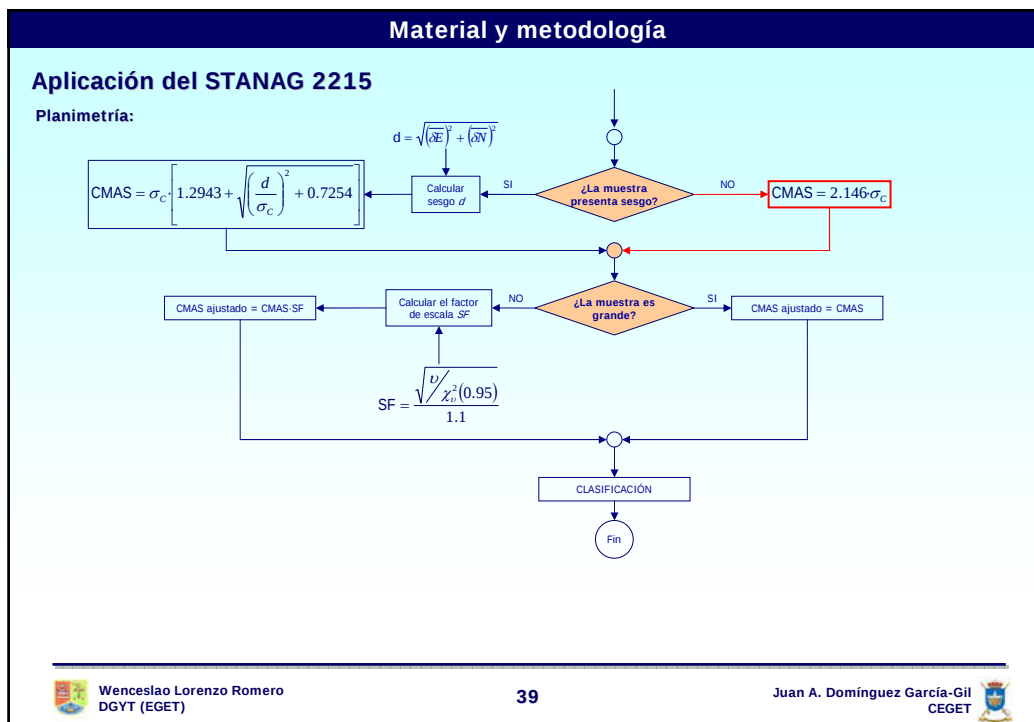
FECHA: 3-jun-06 I/Escala: 50000

| DATOS DE ENTRADA               |                 |                    |                 |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| Media de los errores en eje X= | -3.0016         | -0.042             | 2.9171          |
| Media de los errores en eje Y= | -2.7388         | -0.774             | 1.1900          |
| Media de los errores en H=     | -1.5099         | -0.849             | -0.1884         |
| Desviación típica en eje X=    | 18.0125         | 19.884             | 22.2323         |
| Desviación típica en eje Y=    | 11.9563         | 13.188             | 14.7573         |
| Desviación típica en H=        | 4.0217          | 4.440              | 4.9638          |
| Error circular estándar=       | 15.2873         | 16.876             | 18.8886         |
| Nº puntos en planimetría:      | 124             |                    | 123             |
| Nº puntos en alimetría:        | 124             |                    | 123             |

| OUTLYING POINT CHECK      |                 |                    |                 |
|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                           | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| Tolerancia de error en X: | 61.9081         | -61.9503           | < error en X <  |
| Tolerancia de error en Y: | 41.0932         | -41.8676           | < error en Y <  |
| Tolerancia de error en H: | 13.8223         | -14.6715           | < error en H <  |

| ANÁLISIS                            |                 |                    |                 |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                     | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                  |                 |                    |                 |
| Estimación del LMAS sin sesgo       | 6.62            | 7.30               | 8.17            |
| Linear point to point accuracy      | 9.36            | 10.33              | 11.55           |
| (Intermediate quantity d/sigma)     | 0.211           | 0.191              | 0.171           |
| Significance of Ave H diff:         | SI              | SI                 | SI              |
| Absolute LMAS (bias model 1)        | 6.77            | 7.44               | 8.29            |
| Absolute LMAS (bias model 2)        | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected LMAS figure                | 6.77            | 7.44               | 8.29            |
| Adjusted LMAS figure                |                 | 7.57               |                 |
| Rating                              |                 | 1                  |                 |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                 |                 |                    |                 |
| Estimación del CMAS sin sesgo       | 32.8066         | 36.21              | 40.4921         |
| Planimetric point to point accuracy | 46.40           | 51.22              | 57.26           |
| Systematic shift                    |                 | 0.776              |                 |
| Significance of shift:              | NO              | NO                 | NO              |
| (Intermediate quantity d/sigmaC)    | 0.05            | 0.05               | 0.04            |
| Absolute CMAS con sesgo             | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected CMAS figure                | 32.81           | 36.21              | 40.49           |
| Adjusted CMAS figure                |                 | 36.31              |                 |
| Rating                              |                 | B                  |                 |

Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)
38
Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



### Material y metodología

#### Aplicación del STANAG 2215

Planimetría:

FECHA: 3-ago-05 1/Escala: 50000

EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

| DATOS DE ENTRADA                   |                 |                    |                 |
|------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                    | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| Media de los errores en eje X=     | -3.0016         | -0.042             | 2.9171          |
| Media de los errores en eje Y=     | -2.7388         | -0.774             | 1.1900          |
| Media de los errores en H=         | -1.5099         | -0.849             | -0.1884         |
| Desviación típica en eje X=        | 18.0125         | 19.884             | 22.2323         |
| Desviación típica en eje Y=        | 11.9563         | 13.198             | 14.7573         |
| Desviación típica en H=            | 4.0217          | 4.440              | 4.9638          |
| Error circular estándar=           | 15.2873         | 15.876             | 16.8686         |
| Nº puntos en planimetría:          | 124             |                    |                 |
| Nº puntos en alimetría:            | 124             |                    |                 |
| Grados de libertad en planimetría: |                 |                    | 123             |
| Grados de libertad en alimetría:   |                 |                    | 123             |

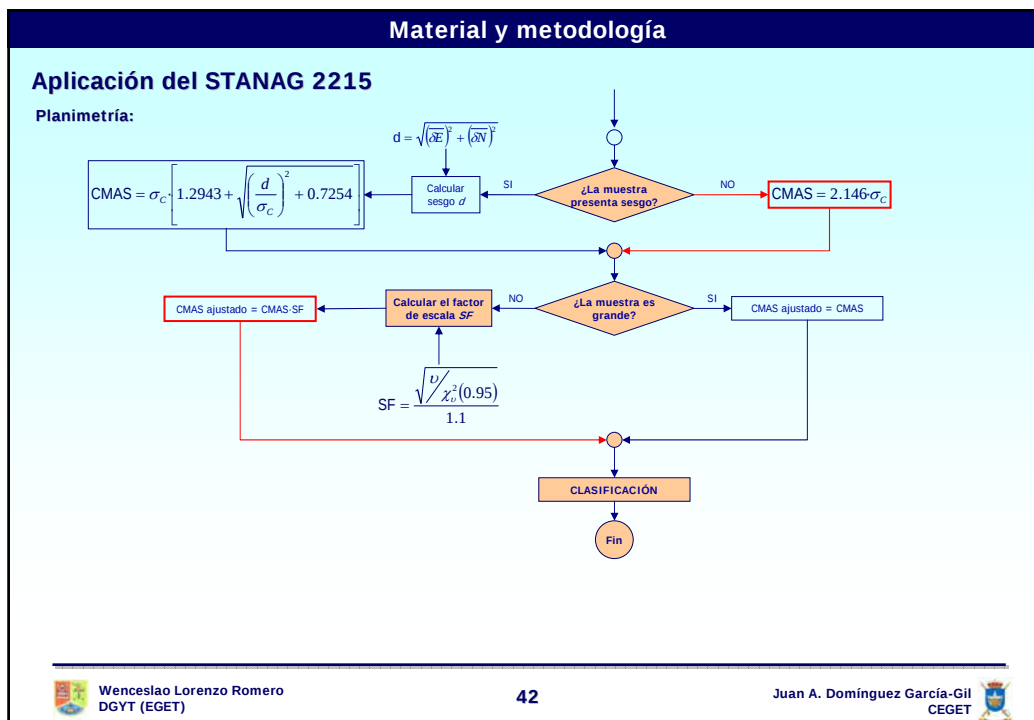
| OUTLYING POINT CHECK      |                 |                    |                 |
|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                           | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| Tolerancia de error en X: | 61.9981         | -41.9593           | < error en X <  |
| Tolerancia de error en Y: | 41.0932         | -41.8676           | < error en Y <  |
| Tolerancia de error en H: | 13.8223         | -14.6715           | < error en H <  |

| ANÁLISIS                            |                 |                    |                 |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                     | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                  |                 |                    |                 |
| Estimación del LMAS sin sesgo       | 6.62            | 7.30               | 8.17            |
| Linear point to point accuracy      | 9.36            | 10.33              | 11.55           |
| (Intermediate quantity bligma)      | 0.211           | 0.191              | 0.171           |
| Significance of Ave H diff:         | SI              | SI                 | SI              |
| Absolute LMAS (bias model 1)        | 6.77            | 7.44               | 8.29            |
| Absolute LMAS (bias model 2)        | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected LMAS figure                | 6.77            | 7.44               | 8.29            |
| Adjusted LMAS figure                |                 | 7.57               |                 |
| Rating                              |                 | 1                  |                 |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                 |                 |                    |                 |
| Estimación del CMAS sin sesgo       | 32.8066         | 36.21              | 40.4921         |
| Planimetric point to point accuracy | 46.40           | 51.22              | 57.26           |
| Systematic shift                    |                 | 0.776              |                 |
| Significance of shift               | NO              | NO                 | NO              |
| (Intermediate quantity dsignmaC)    | 0.05            | 0.05               | 0.04            |
| Absolute CMAS con sesgo             | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected CMAS figure                | 39.81           | 36.21              | 40.49           |
| Adjusted CMAS figure                |                 | 36.81              |                 |
| Rating                              |                 | B                  |                 |

Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

41

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



### Material y metodología

#### EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

FECHA: 3-jun-06 1/Escala: 50000

| DATOS DE ENTRADA               |                 |                    |                 |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| Media de los errores en eje X= | -3,0016         | -0,642             | 2,9171          |
| Media de los errores en eje Y= | -2,7388         | -0,774             | 1,1900          |
| Media de los errores en H=     | -1,5099         | -0,849             | -0,1884         |
| Desviación típica en eje X=    | 18,0125         | 19,884             | 22,2323         |
| Desviación típica en eje Y=    | 11,9563         | 13,198             | 14,7573         |
| Desviación típica en H=        | 4,0217          | 4,440              | 4,9638          |
| Error circular estándar=       | 15,2873         | 16,876             | 18,8686         |
| Nº puntos en planimetría:      | 124             |                    | 123             |
| Nº puntos en altimetría:       | 124             |                    | 123             |

Grados de libertad en planimetría= 123  
Grados de libertad en altimetría= 123

#### OUTLYING POINT CHECK

|                           |         |          |                |         |
|---------------------------|---------|----------|----------------|---------|
| Tolerancia de error en X: | 61,9081 | -61,9503 | < error en X < | 61,8658 |
| Tolerancia de error en Y: | 41,0932 | -41,8676 | < error en Y < | 40,3187 |
| Tolerancia de error en H: | 13,8223 | -14,6715 | < error en H < | 12,9732 |

#### ANÁLISIS

|                                     | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                  |                 |                    |                 |
| Estimación del LMAS sin sesgo       | 6,62            | 7,30               | 8,17            |
| Linear point to point accuracy      | 9,36            | 10,33              | 11,55           |
| (Intermediate quantity b(sigma))    | 0,211           | 0,191              | 0,171           |
| Significance of Avege H diff:       | SI              | SI                 | SI              |
| Absolute LMAS (bias model 1)        | 6,77            | 7,44               | 8,29            |
| Absolute LMAS (bias model 2)        | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected LMAS figure                | 6,77            | 7,44               | 8,29            |
| Adjusted LMAS figure                |                 | 7,57               |                 |
| Rating                              |                 | 1                  |                 |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                 |                 |                    |                 |
| Estimación del CMAS sin sesgo       | 32,8066         | 36,21              | 40,4921         |
| Planimetric point to point accuracy | 46,40           | 51,22              | 57,26           |
| Systematic shift                    | 0,776           |                    |                 |
| Significance of shift               | NO              | NO                 | NO              |
| (Intermediate quantity d(sigmaC))   | 0,05            | 0,05               | 0,04            |
| Absolute CMAS con sesgo             | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected CMAS figure                | 32,81           | 36,21              | 40,49           |
| Adjusted CMAS figure                |                 | 36,81              |                 |
| Rating                              |                 | B                  |                 |

| Rating | Measurement at Product Scale | Map Scale or Equivalent Digital Data Resolution |          |                     |           |           |
|--------|------------------------------|-------------------------------------------------|----------|---------------------|-----------|-----------|
|        |                              | 1:25,000                                        | 1:50,000 | 1:100,000           | 1:200,000 | 1:250,000 |
| A      | 0.5mm                        | 12.5 m                                          | 25 m     | 50 m                | 100 m     | 125 m     |
| B      | 1.0mm                        | 25 m                                            | 50 m     | 100 m               | 200 m     | 250 m     |
| C      | 2.0mm                        | 50 m                                            | 100 m    | 200 m               | 400 m     | 500 m     |
| D      | >2.0mm                       |                                                 |          | Power than Rating C |           |           |
| E      |                              |                                                 |          | Not determined      |           |           |

Tabla 2. STANAG 2215

Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

43

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET

### Material y metodología

#### Aplicación del STANAG 2215

#### EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

FECHA: 3-jun-06 1/Escala: 50000

#### Altimetría:

| DATOS DE ENTRADA               |                 |                    |                 |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| Media de los errores en eje X= | -3,0016         | -0,642             | 2,9171          |
| Media de los errores en eje Y= | -2,7388         | -0,774             | 1,1900          |
| Media de los errores en H=     | -1,5099         | -0,849             | -0,1884         |
| Desviación típica en eje X=    | 18,0125         | 19,884             | 22,2323         |
| Desviación típica en eje Y=    | 11,9563         | 13,198             | 14,7573         |
| Desviación típica en H=        | 4,0217          | 4,440              | 4,9638          |
| Error circular estándar=       | 15,2873         | 16,876             | 18,8686         |
| Nº puntos en planimetría:      | 124             |                    | 123             |
| Nº puntos en altimetría:       | 124             |                    | 123             |

Grados de libertad en planimetría= 123  
Grados de libertad en altimetría= 123

#### OUTLYING POINT CHECK

|                           |         |          |                |         |
|---------------------------|---------|----------|----------------|---------|
| Tolerancia de error en X: | 61,9081 | -61,9503 | < error en X < | 61,8658 |
| Tolerancia de error en Y: | 41,0932 | -41,8676 | < error en Y < | 40,3187 |
| Tolerancia de error en H: | 13,8223 | -14,6715 | < error en H < | 12,9732 |

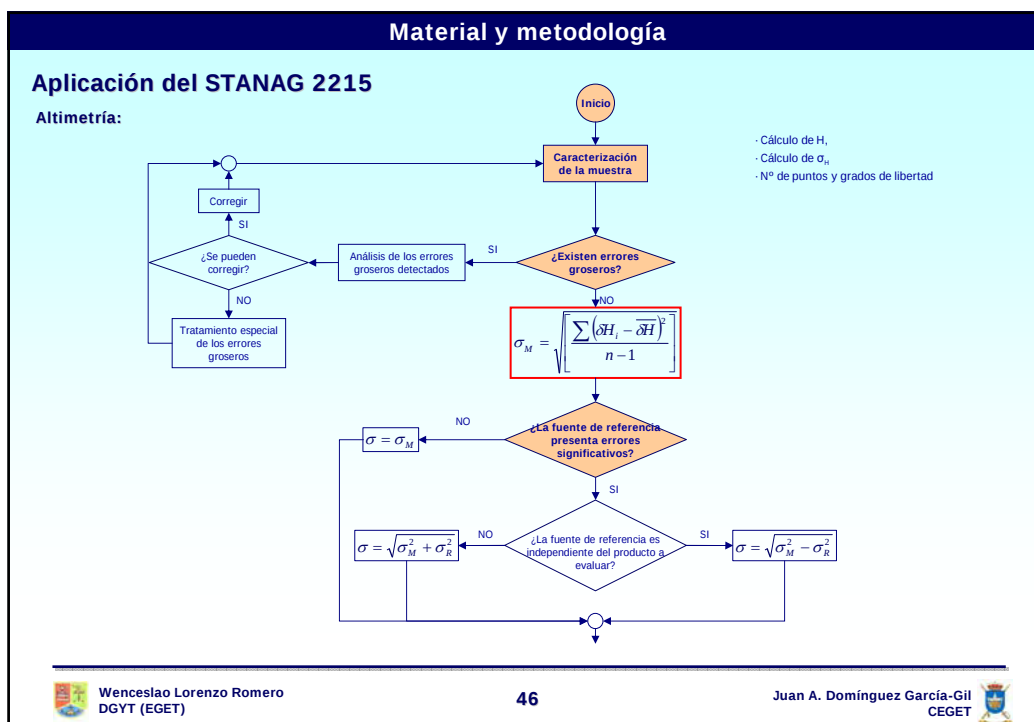
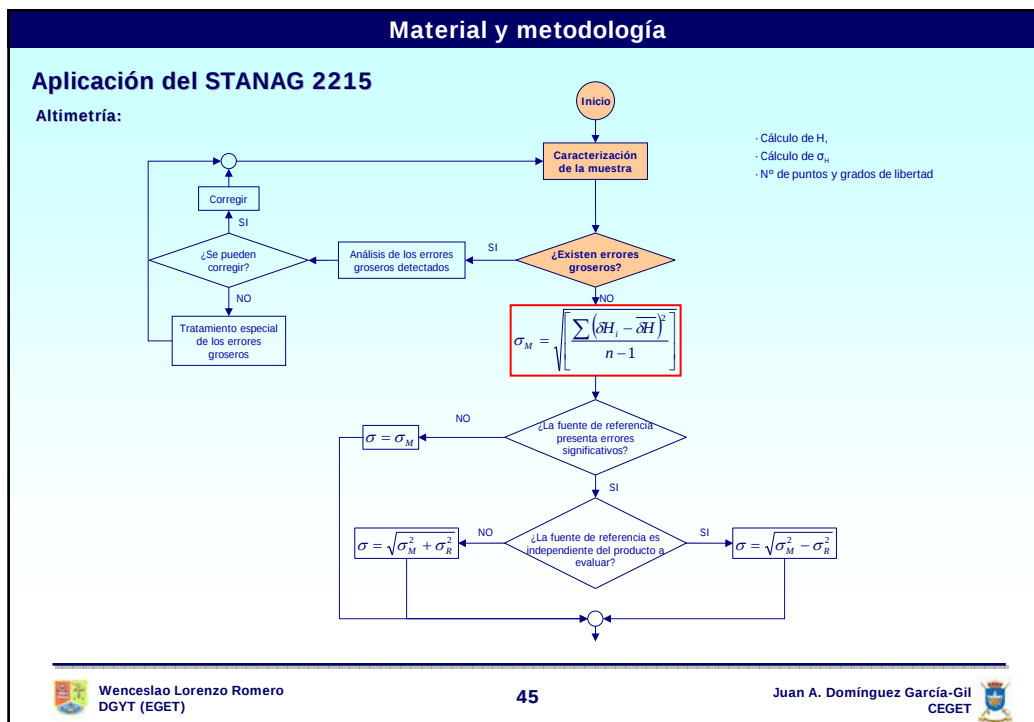
#### ANÁLISIS

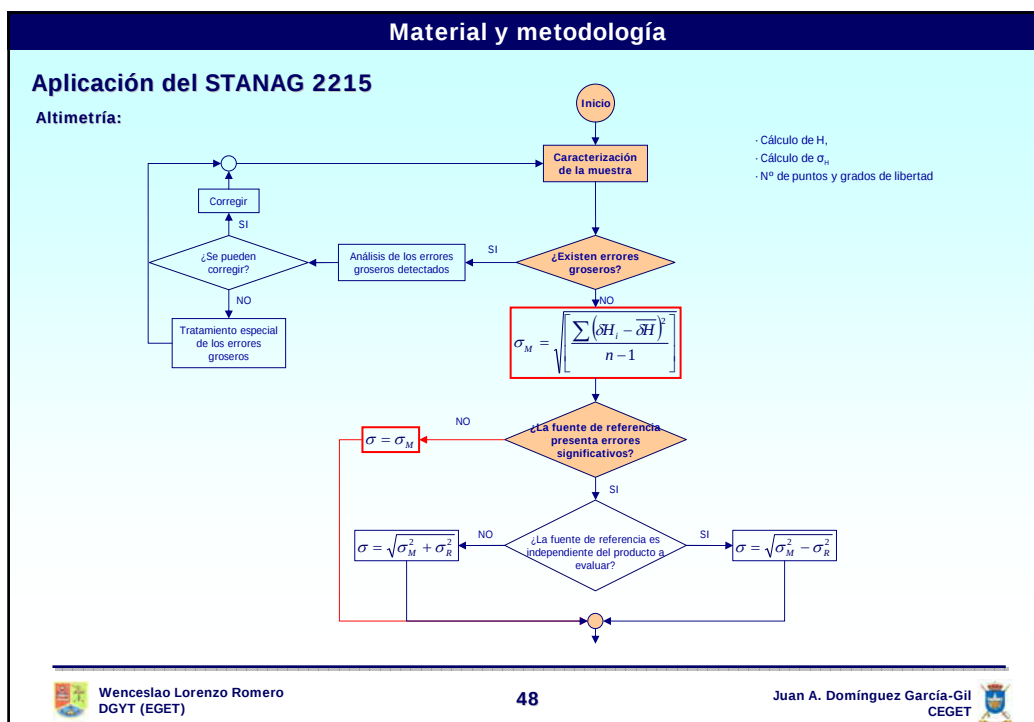
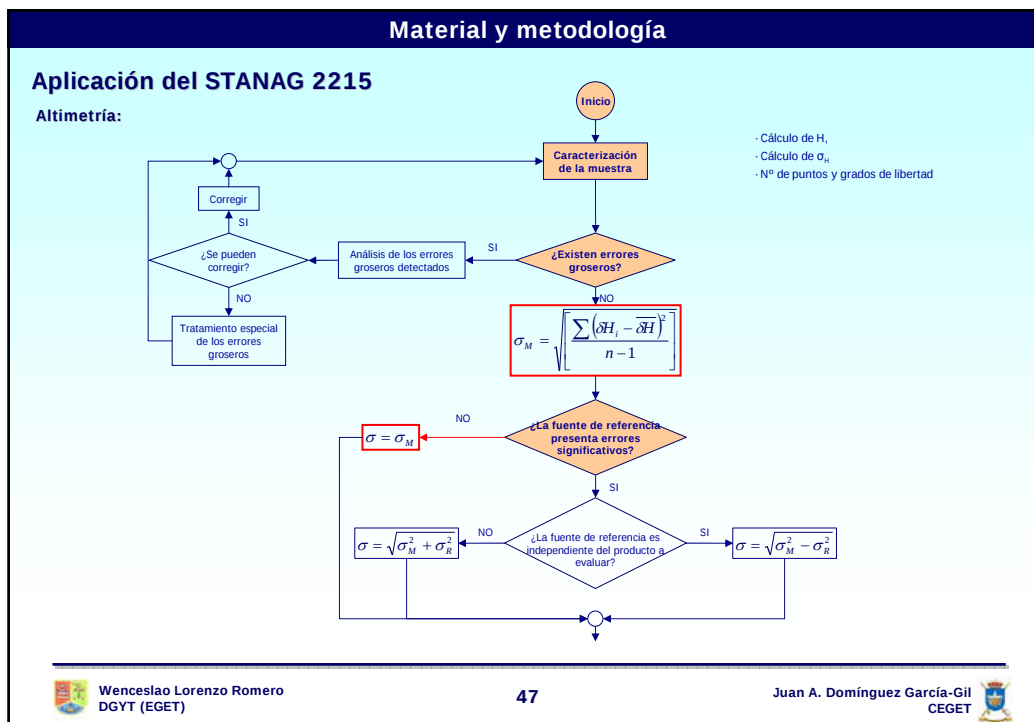
|                                     | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                  |                 |                    |                 |
| Estimación del LMAS sin sesgo       | 6,62            | 7,30               | 8,17            |
| Linear point to point accuracy      | 9,36            | 10,33              | 11,55           |
| (Intermediate quantity b(sigma))    | 0,211           | 0,191              | 0,171           |
| Significance of Avege H diff:       | SI              | SI                 | SI              |
| Absolute LMAS (bias model 1)        | 6,77            | 7,44               | 8,29            |
| Absolute LMAS (bias model 2)        | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected LMAS figure                | 6,77            | 7,44               | 8,29            |
| Adjusted LMAS figure                |                 | 7,57               |                 |
| Rating                              |                 | 1                  |                 |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                 |                 |                    |                 |
| Estimación del CMAS sin sesgo       | 32,8066         | 36,21              | 40,4921         |
| Planimetric point to point accuracy | 46,40           | 51,22              | 57,26           |
| Systematic shift                    | 0,776           |                    |                 |
| Significance of shift               | NO              | NO                 | NO              |
| (Intermediate quantity d(sigmaC))   | 0,05            | 0,05               | 0,04            |
| Absolute CMAS con sesgo             | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected CMAS figure                | 32,81           | 36,21              | 40,49           |
| Adjusted CMAS figure                |                 | 36,81              |                 |
| Rating                              |                 | B                  |                 |

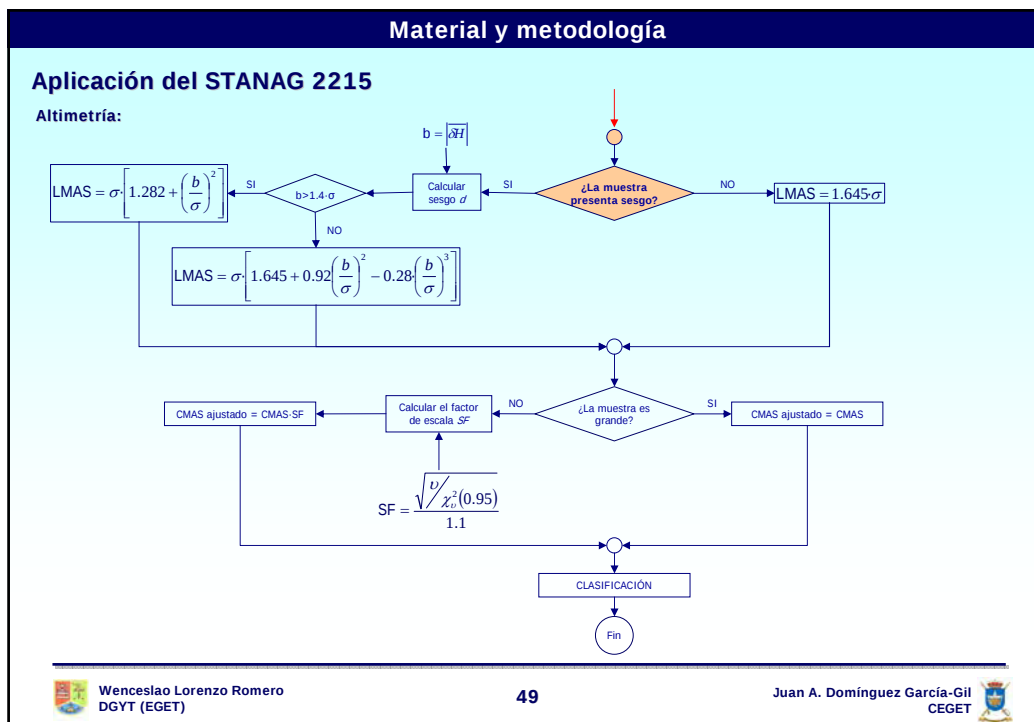
Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

44

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET







# Material y metodología

## Aplicación del STANAG 2215

### EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

#### Altimetría:

FECHA: 3-jun-06

1/Escala:

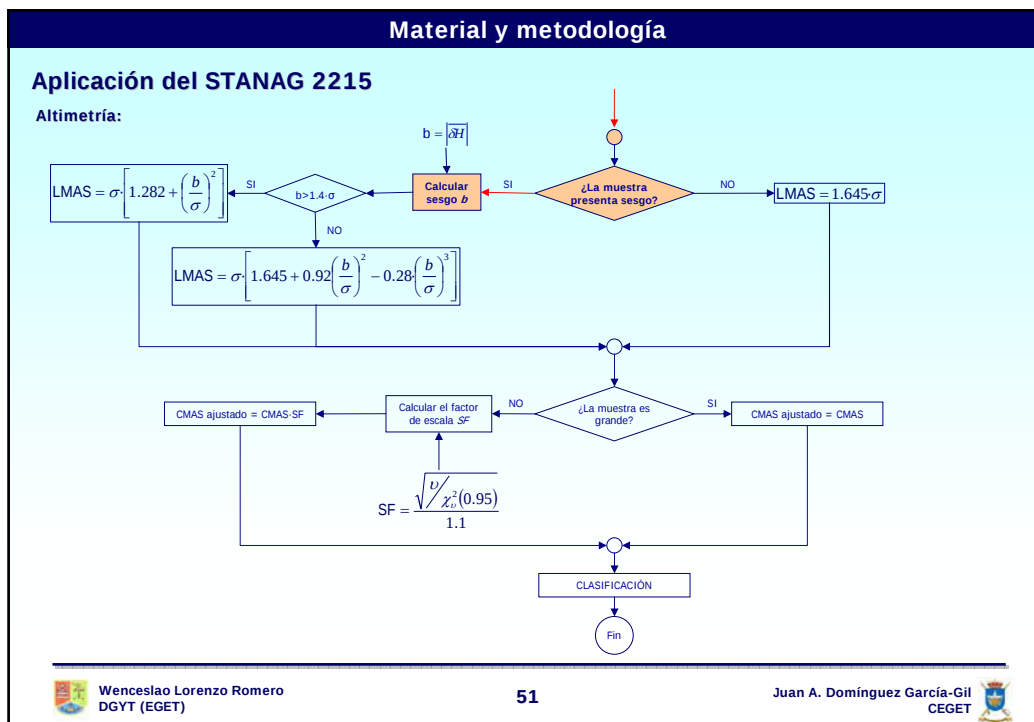
50000

| DATOS DE ENTRADA                    |                 |                                    |                 |         |
|-------------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|---------|
|                                     | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior |         |
| Media de los errores en eje X=      | -3.0016         | -0.042                             | 2.9171          |         |
| Media de los errores en eje Y=      | -2.7388         | -0.774                             | 1.1900          |         |
| Media de los errores en H=          | -1.5099         | -0.849                             | -0.1884         |         |
| Desviación típica en eje X=         | 18.0125         | 19.884                             | 22.2323         |         |
| Desviación típica en eje Y=         | 11.9563         | 13.188                             | 14.7573         |         |
| Desviación típica en H=             | 4.0217          | 4.440                              | 4.9638          |         |
| Error circular estándar=            | 15.2873         | 16.676                             | 18.8886         |         |
| Nº puntos en planimetría:           | 124             | Grados de libertad en planimetría= | 123             |         |
| Nº puntos en altimetría:            | 124             | Grados de libertad en altimetría=  | 123             |         |
| OUTLYING POINT CHECK                |                 |                                    |                 |         |
| Tolerancia de error en X:           | 61.9081         | -61.9503                           | < error en X <  | 61.8658 |
| Tolerancia de error en Y:           | 41.0932         | -41.8676                           | < error en Y <  | 40.3187 |
| Tolerancia de error en H:           | 13.8223         | -14.6715                           | < error en H <  | 12.9732 |
| ANÁLISIS                            |                 |                                    |                 |         |
|                                     | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior |         |
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                  |                 |                                    |                 |         |
| Estimación del LMAS sin sesgo       | 6.62            | 7.30                               | 8.17            |         |
| Linear point to point accuracy      | 9.36            | 10.33                              | 11.95           |         |
| (Intermediate quantity b(sigma))    | 9.211           | 9.491                              | 9.171           |         |
| Significance of Avge H diff:        | SI              | SI                                 | SI              |         |
| Absolute LMAS (bias model 1)        | 6.77            | 7.44                               | 8.29            |         |
| Absolute LMAS (bias model 2)        | N/A             | N/A                                | N/A             |         |
| Selected LMAS figure                | 6.77            | 7.44                               | 8.29            |         |
| Adjusted LMAS figure                |                 | 7.57                               |                 |         |
| Rating                              |                 | 1                                  |                 |         |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                 |                 |                                    |                 |         |
| Estimación del CMAS sin sesgo       | 32.8066         | 36.21                              | 40.4921         |         |
| Planimetric point to point accuracy | 46.40           | 51.22                              | 57.26           |         |
| Systematic shift                    |                 | 0.776                              |                 |         |
| Significance of shift               | NO              | NO                                 | NO              |         |
| (Intermediate quantity d(sigmaC))   | 0.05            | 0.05                               | 0.04            |         |
| Absolute CMAS con sesgo             | N/A             | N/A                                | N/A             |         |
| Selected CMAS figure                | 32.81           | 36.21                              | 40.49           |         |
| Adjusted CMAS figure                |                 | 36.81                              |                 |         |
| Rating                              |                 | B                                  |                 |         |

50

Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



# Material y metodología

## EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

### Aplicación del STANAG 2215

#### Altimetría:

FECHA: 3-jun-06

1/Escala:

50000

| DATOS DE ENTRADA               |                 |                                    |                 |
|--------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|
|                                | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior |
| Media de los errores en eje X= | -3.0016         | -0.042                             | 2.9171          |
| Media de los errores en eje Y= | -2.7388         | -0.774                             | 1.1900          |
| Media de los errores en H=     | -1.5099         | -0.849                             | -0.1884         |
| Desviación típica en eje X=    | 18.0125         | 19.884                             | 22.2323         |
| Desviación típica en eje Y=    | 11.9563         | 13.188                             | 14.7573         |
| Desviación típica en H=        | 4.0217          | 4.440                              | 4.9638          |
| Error circular estándar=       | 15.2873         | 16.676                             | 18.8886         |
| Nº puntos en planimetría:      | 124             | Grados de libertad en planimetría= | 123             |
| Nº puntos en altimetría:       | 124             | Grados de libertad en altimetría=  | 123             |

| OUTLYING POINT CHECK      |                 |                    |                 |         |
|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------|
|                           | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |         |
| Tolerancia de error en X: | 61.9081         | -61.9503           | < error en X <  | 61.8658 |
| Tolerancia de error en Y: | 41.0932         | -41.8676           | < error en Y <  | 40.3187 |
| Tolerancia de error en H: | 13.8223         | -14.6715           | < error en H <  | 12.9732 |

| ANÁLISIS                                                       |                 |                    |                 |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                                                | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                                             |                 |                    |                 |
| Estimación del LMAS sin sesgo                                  | 6,62            | 7,30               | 8,17            |
| Linear point to point accuracy (intermediate quantity b/sigma) | 9,36            | 10,33              | 11,95           |
| Significance of Ave H diff:                                    | 0,211           | 0,191              | 0,171           |
| Absolute LMAS (bias model 1)                                   | 6,77            | 7,44               | 8,29            |
| Absolute LMAS (bias model 2)                                   | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected LMAS figure                                           | 6,77            | 7,44               | 8,29            |
| Adjusted LMAS figure                                           |                 | 7,57               |                 |
| Rating                                                         |                 | 1                  |                 |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                                            |                 |                    |                 |
| Estimación del CMAS sin sesgo                                  | 32,8066         | 36,21              | 40,4921         |
| Planimetric point to point accuracy                            | 46,40           | 51,22              | 57,26           |
| Systematic shift                                               |                 | 0,776              |                 |
| Significance of shift                                          | NO              | NO                 | NO              |
| (Intermediate quantity d/sigmaC)                               | 0,05            | 0,05               | 0,04            |
| Absolute CMAS con sesgo                                        | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected CMAS figure                                           | 32,81           | 36,21              | 40,49           |
| Adjusted CMAS figure                                           |                 | 36,81              |                 |
| Rating                                                         |                 | B                  |                 |

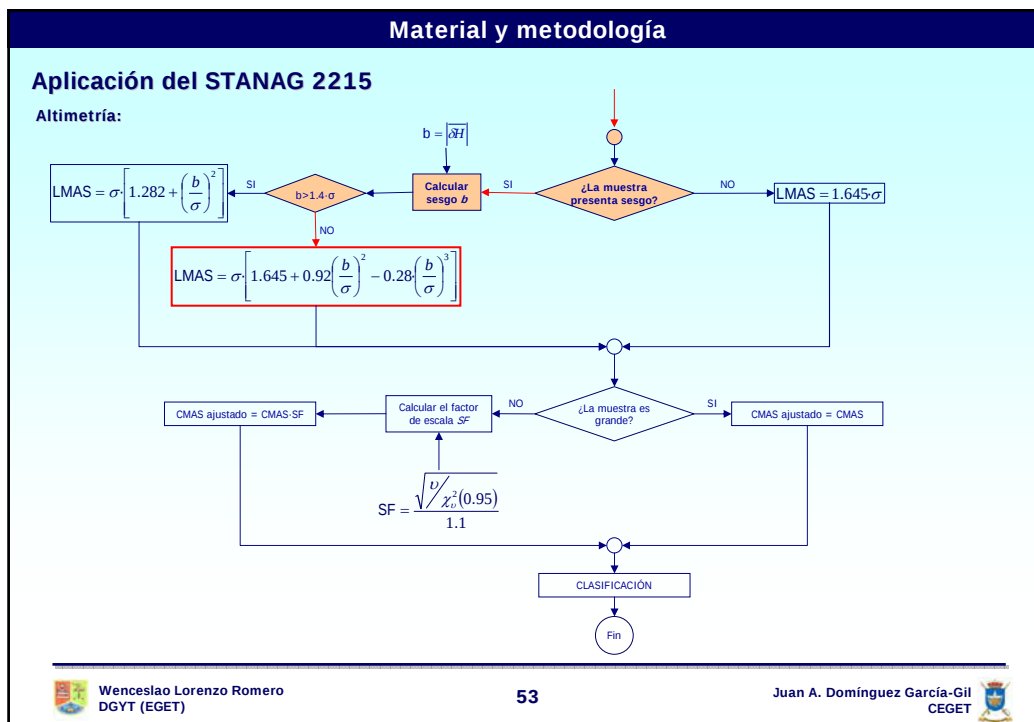
$$b = \left| \frac{\bar{H}}{\sigma} \right|$$

52

Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

Juan A. Domínguez García-Gil

CEGET



# Material y metodología

## EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

### Aplicación del STANAG 2215

#### Altimetría:

FECHA: 3-jun-06

1/Escala:

50000

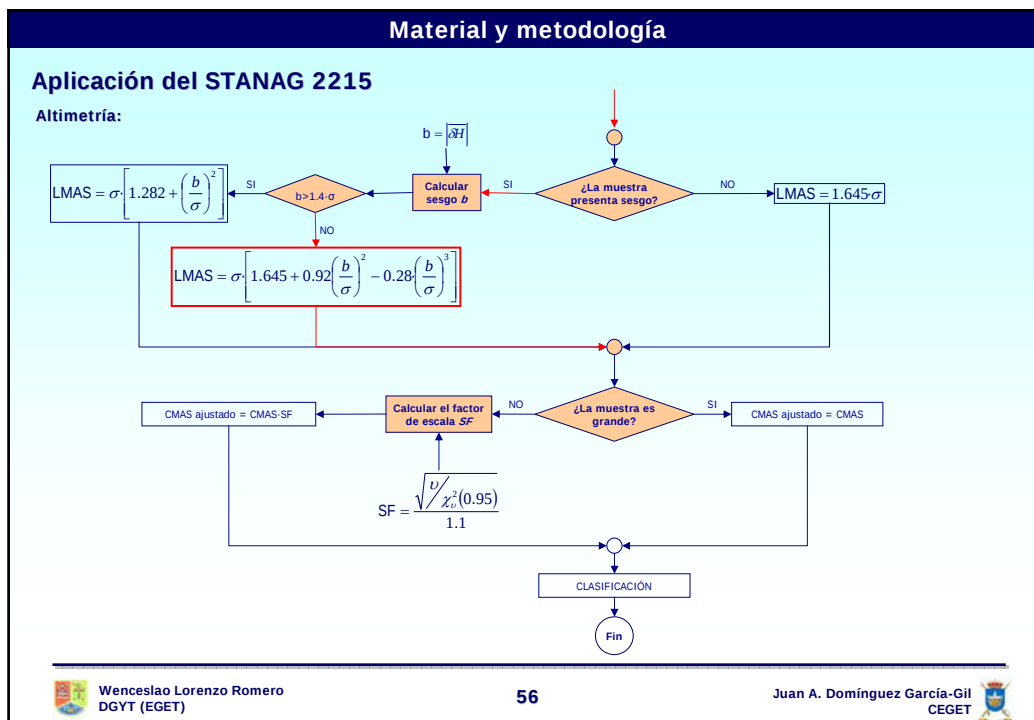
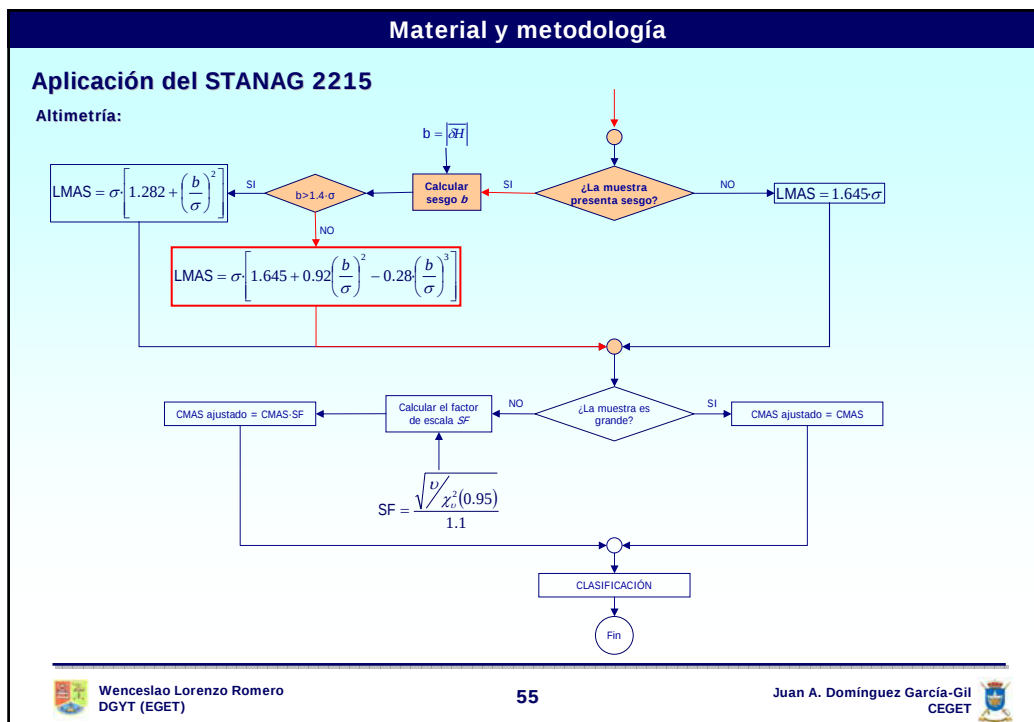
| DATOS DE ENTRADA                                               |                 |                                    |                        |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|
|                                                                | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior        |
| Media de los errores en eje X=                                 | -3.0016         | -0.042                             | 2.9171                 |
| Media de los errores en eje Y=                                 | -2.7388         | -0.774                             | 1.1900                 |
| Media de los errores en H=                                     | -1.5099         | -0.849                             | -0.1884                |
| Desviación típica en eje X=                                    | 18.0125         | 19.884                             | 22.2323                |
| Desviación típica en eje Y=                                    | 11.9563         | 13.188                             | 14.7573                |
| Desviación típica en H=                                        | 4.0217          | 4.440                              | 4.9638                 |
| Error circular estándar=                                       | 15.2873         | 16.676                             | 18.6886                |
| Nº puntos en planimetría:                                      | 124             | Grados de libertad en planimetría= | 123                    |
| Nº puntos en altimetría:                                       | 124             | Grados de libertad en altimetría=  | 123                    |
| OUTLYING POINT CHECK                                           |                 |                                    |                        |
| Tolerancia de error en X:                                      | 61.9081         | -61.9503                           | < error en X < 61.8658 |
| Tolerancia de error en Y:                                      | 41.0932         | -41.8676                           | < error en Y < 40.3187 |
| Tolerancia de error en H:                                      | 13.8223         | -14.6715                           | < error en H < 12.9732 |
| ANÁLISIS                                                       |                 |                                    |                        |
|                                                                | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior        |
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                                             |                 |                                    |                        |
| Estimación del LMAS sin sesgo                                  | 6.62            | 7.30                               | 8.17                   |
| Linear point to point accuracy (intermediate quantity b/sigma) | 9.36            | 10.33                              | 11.95                  |
| Significance of Ayay H diff.                                   | SI              | SI                                 | SI                     |
| Absolute LMAS (bias model 1)                                   | 6.77            | 7.44                               | 8.29                   |
| Absolute LMAS (bias model 2)                                   | N/A             | N/A                                | N/A                    |
| Selected LMAS figure                                           | 6.77            | 7.44                               | 8.29                   |
| Adjusted LMAS figure                                           |                 | 7.57                               |                        |
| Rating                                                         |                 | 1                                  |                        |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                                            |                 |                                    |                        |
| Estimación del CMAS sin sesgo                                  | 32.8066         | 36.21                              | 40.4921                |
| Planimetric point to point accuracy                            | 46.40           | 51.22                              | 57.26                  |
| Systematic shift                                               |                 | 0.776                              |                        |
| Significance of shift                                          | NO              | NO                                 | NO                     |
| (Intermediate quantity d/sigmaC)                               | 0.05            | 0.05                               | 0.04                   |
| Absolute CMAS con sesgo                                        | N/A             | N/A                                | N/A                    |
| Selected CMAS figure                                           | 32.81           | 36.21                              | 40.49                  |
| Adjusted CMAS figure                                           |                 | 36.81                              |                        |
| Rating                                                         |                 | B                                  |                        |

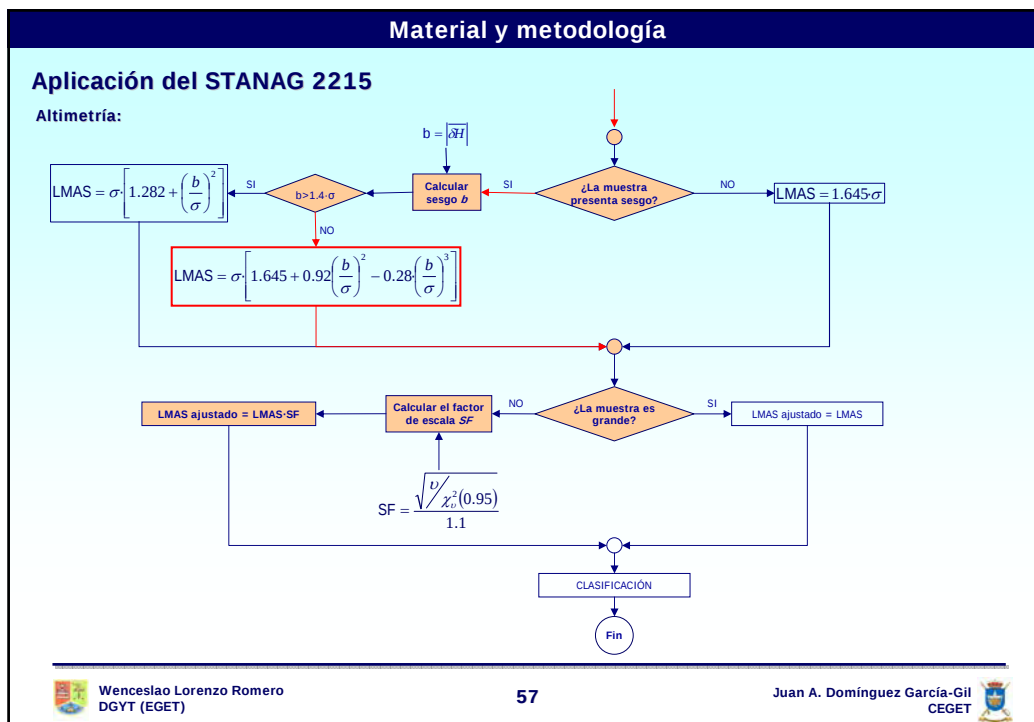
54

Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

Juan A. Domínguez García-Gil

CEGET





# Material y metodología

## Aplicación del STANAG 2215

### EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

#### Altimetría:

FECHA: 3-jun-06

1/Escala:

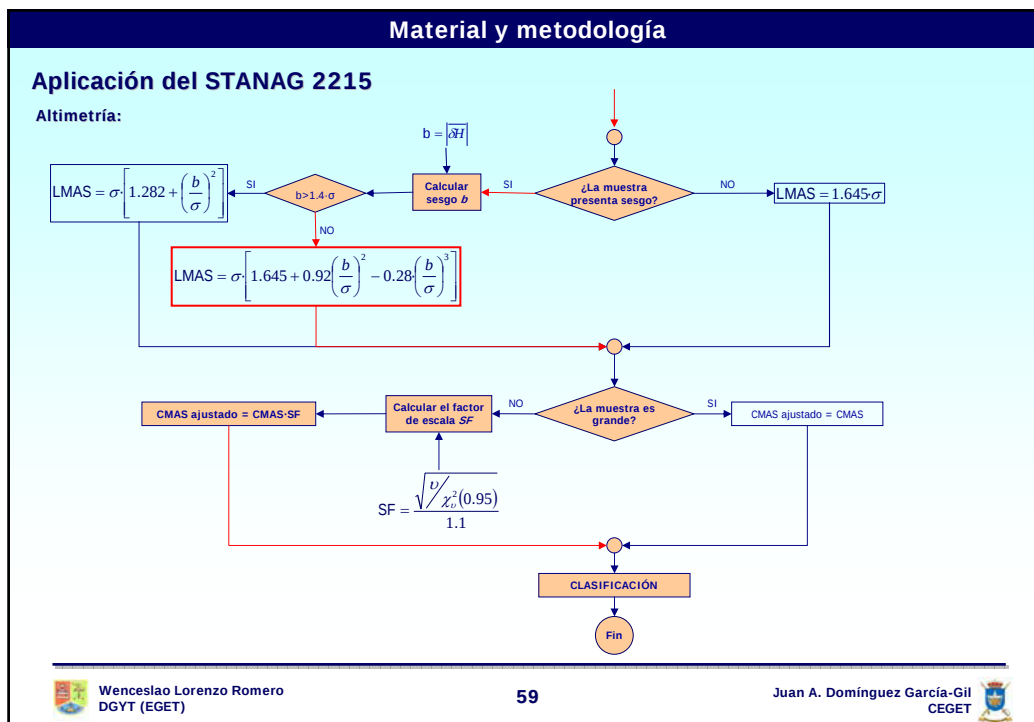
50000

| DATOS DE ENTRADA                                               |                 |                                    |                        |
|----------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|
|                                                                | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior        |
| Media de los errores en eje X=                                 | -3.0016         | -0.042                             | 2.9171                 |
| Media de los errores en eje Y=                                 | -2.7388         | -0.774                             | 1.1900                 |
| Media de los errores en H=                                     | -1.5099         | -0.849                             | -0.1884                |
| Desviación típica en eje X=                                    | 18.0125         | 19.884                             | 22.2323                |
| Desviación típica en eje Y=                                    | 11.9563         | 13.188                             | 14.7573                |
| Desviación típica en H=                                        | 4.0217          | 4.440                              | 4.9638                 |
| Error circular estándar=                                       | 15.2873         | 16.676                             | 18.6886                |
| Nº puntos en planimetría:                                      | 124             | Grados de libertad en planimetría= | 123                    |
| Nº puntos en altimetría:                                       | 124             | Grados de libertad en altimetría=  | 123                    |
| OUTLYING POINT CHECK                                           |                 |                                    |                        |
| Tolerancia de error en X:                                      | 61.9081         | -61.9503                           | < error en X < 61.8658 |
| Tolerancia de error en Y:                                      | 41.0932         | -41.8676                           | < error en Y < 40.3187 |
| Tolerancia de error en H:                                      | 15.8223         | -14.5715                           | < error en H < 12.9752 |
| ANÁLISIS                                                       |                 |                                    |                        |
|                                                                | Limite inferior | Valor más probable                 | Limite Superior        |
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                                             |                 |                                    |                        |
| Estimación del LMAS sin sesgo                                  | 6.62            | 7.30                               | 8.17                   |
| Linear point to point accuracy (intermediate quantity bisigma) | 9.36            | 10.33                              | 11.95                  |
| Significance of Ave H diff:                                    | SI              | SI                                 | SI                     |
| Absolute LMAS (bias model 1)                                   | 6.77            | 7.44                               | 8.29                   |
| Absolute LMAS (bias model 2)                                   | N/A             | N/A                                | N/A                    |
| Selected LMAS figure                                           | 6.77            | 7.44                               | 8.29                   |
| Adjusted LMAS figure                                           |                 | 7.57                               |                        |
| Rating                                                         |                 | 1                                  |                        |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                                            |                 |                                    |                        |
| Estimación del CMAS sin sesgo                                  | 32.8066         | 36.21                              | 40.4921                |
| Planimetric point to point accuracy                            | 46.40           | 51.22                              | 57.26                  |
| Systematic shift                                               |                 | 0.776                              |                        |
| Significance of shift                                          | NO              | NO                                 | NO                     |
| (Intermediate quantity dsigmaC)                                | 0.05            | 0.05                               | 0.04                   |
| Absolute CMAS con sesgo                                        | N/A             | N/A                                | N/A                    |
| Selected CMAS figure                                           | 32.81           | 36.21                              | 40.49                  |
| Adjusted CMAS figure                                           |                 | 36.81                              |                        |
| Rating                                                         |                 | B                                  |                        |

Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

58

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



### Material y metodología

#### EVALUACIÓN DE LA MUESTRA

FECHA: 3-jun-06 1/Escala: 50000

| DATOS DE ENTRADA               |                 |                    |                 |
|--------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
| Media de los errores en eje X: | -3.0016         | -0.042             | 2.9171          |
| Media de los errores en eje Y: | -2.7388         | -0.714             | 1.1900          |
| Media de los errores en H:     | -1.5099         | -0.849             | -0.1884         |
| Desviación típica en eje X:    | 18.0125         | 19.884             | 22.2323         |
| Desviación típica en eje Y:    | 11.9563         | 13.188             | 14.7573         |
| Desviación típica en H:        | 4.0217          | 4.440              | 4.9638          |
| Error circular estándar:       | 15.2873         | 16.676             | 18.8686         |
| Nº puntos en planimetría:      | 124             |                    | 123             |
| Nº puntos en altimetría:       | 124             |                    | 123             |

**OUTLYING POINT CHECK**

|                           |         |          |                |         |
|---------------------------|---------|----------|----------------|---------|
| Tolerancia de error en X: | 61.9081 | -61.9503 | < error en X < | 61.8658 |
| Tolerancia de error en Y: | 41.0932 | -41.8676 | < error en Y < | 40.3187 |
| Tolerancia de error en H: | 13.8223 | -14.6715 | < error en H < | 12.9732 |

**ANÁLISIS**

|                                     | Limite inferior | Valor más probable | Limite Superior |
|-------------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| <b>ALTIMETRÍA:</b>                  |                 |                    |                 |
| Estimación del LMAS sin sesgo       | 6.62            | 7.30               | 8.17            |
| Linear point to point accuracy      | 9.36            | 10.33              | 11.55           |
| (Intermediate quantity b[sigma])    | 0.211           | 0.191              | 0.171           |
| Significance of Avge H diff:        | SI              | SI                 | SI              |
| Absolute LMAS (bias model 1)        | 6.77            | 7.44               | 8.29            |
| Absolute LMAS (bias model 2)        | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected LMAS figure                | 6.77            | 7.44               | 8.29            |
| Adjusted LMAS figure                |                 | 7.57               |                 |
| Rating                              | 1               |                    |                 |
| <b>PLANIMETRÍA:</b>                 |                 |                    |                 |
| Estimación del CMAS sin sesgo       | 32.8066         | 36.21              | 40.4921         |
| Planimetric point to point accuracy | 46.40           | 51.22              | 57.26           |
| Systematic shift                    |                 | 0.776              |                 |
| Significance of shift               | NO              | NO                 | NO              |
| (Intermediate quantity d[sigmaC])   | 0.05            | 0.05               | 0.04            |
| Absolute CMAS con sesgo             | N/A             | N/A                | N/A             |
| Selected CMAS figure                | 32.81           | 36.21              | 40.49           |
| Adjusted CMAS figure                |                 | 36.61              |                 |
| Rating                              | B               |                    |                 |

| Rating | Map Scale or Equivalent Digital Data Resolution |          |           |           |           |
|--------|-------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|
|        | 1:25,000                                        | 1:50,000 | 1:100,000 | 1:200,000 | 1:250,000 |
| 0      | 2.5 m                                           | 5 m      | 10 m      | 20 m      | 25 m      |
| 1      | 5 m                                             | 10 m     | 20 m      | 40 m      | 50 m      |
| 2      | 10 m                                            | 20 m     | 40 m      | 80 m      | 100 m     |
| 3      | Poorer than Rating 2                            |          |           |           |           |
| 4      | Not determined                                  |          |           |           |           |

Tabla 3. STANAG 2215

**Wenceslao Lorenzo Romero**  
DGYT (EGET)

**60**

**Juan A. Domínguez García-Gil**  
CEGET

Control de calidad posicional con GPS. Serie L (CEGET). STANAG 2215

## AGENDA

- Introducción
- Antecedentes
- Material y metodología
- **Resultados**
- Conclusiones



Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

61

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



## Resultados

Los resultados de la hoja son:

|                               | Motivo de la clasificación                                                     | Clasificación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|-----------|-----|------|--------|------|------|---------------------------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|----------------------|-------|-------|-------|---|-------|----------------------|--|--|--|--|---|--|----------------|--|--|--|--|
| Precisión geométrica absoluta | ➤ La cartografía referida al sistema ED 50                                     | <table><tr><th>Rating</th><th colspan="2">Horizontal and Vertical Ratings in Terms of WGS84 Datum</th></tr><tr><th></th><th>CMAS Rating (see Table 2)</th><th>LMAS Rating (see Table 3)</th></tr><tr><td>A</td><td>A</td><td>0</td></tr><tr><td>B</td><td>B</td><td>1</td></tr><tr><td>C</td><td>C</td><td>2</td></tr><tr><td>D</td><td>D</td><td>3</td></tr><tr><td>E</td><td colspan="2">Product not referenced to WGS84</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Rating    | Horizontal and Vertical Ratings in Terms of WGS84 Datum |                                                 |                                                                                | CMAS Rating (see Table 2) | LMAS Rating (see Table 3)                                                      | A | A                                                                              | 0        | B                                                                              | B         | 1                               | C         | C         | 2   | D    | D      | 3    | E    | Product not referenced to WGS84 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| Rating                        | Horizontal and Vertical Ratings in Terms of WGS84 Datum                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
|                               | CMAS Rating (see Table 2)                                                      | LMAS Rating (see Table 3)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| A                             | A                                                                              | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| B                             | B                                                                              | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| C                             | C                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| D                             | D                                                                              | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| E                             | Product not referenced to WGS84                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| Planimetría                   | ➤ CMAS=36.81 m                                                                 | <table><tr><th>Rating</th><th>Measurement at Product Scale</th><th colspan="5">Map Scale or Equivalent Digital Data Resolution</th></tr><tr><th></th><th></th><th>1:25,000</th><th>1:50,000</th><th>1:100,000</th><th>1:200,000</th><th>1:250,000</th></tr><tr><td>0</td><td>0 mm</td><td>12.5 m</td><td>25 m</td><td>50 m</td><td>100 m</td><td>125 m</td></tr><tr><td>1</td><td>1 mm</td><td>25 m</td><td>50 m</td><td>100 m</td><td>200 m</td><td>250 m</td></tr><tr><td>2</td><td>2 mm</td><td>50 m</td><td>100 m</td><td>200 m</td><td>400 m</td><td>500 m</td></tr><tr><td>3</td><td>&gt;2 mm</td><td colspan="5">Product Not Rating C</td></tr><tr><td>E</td><td></td><td colspan="5">Not determined</td></tr></table> | Rating    | Measurement at Product Scale                            | Map Scale or Equivalent Digital Data Resolution |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          | 1:25,000                                                                       | 1:50,000  | 1:100,000                       | 1:200,000 | 1:250,000 | 0   | 0 mm | 12.5 m | 25 m | 50 m | 100 m                           | 125 m | 1    | 1 mm | 25 m | 50 m | 100 m | 200 m | 250 m | 2    | 2 mm  | 50 m | 100 m                | 200 m | 400 m | 500 m | 3 | >2 mm | Product Not Rating C |  |  |  |  | E |  | Not determined |  |  |  |  |
| Rating                        | Measurement at Product Scale                                                   | Map Scale or Equivalent Digital Data Resolution                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
|                               |                                                                                | 1:25,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1:50,000  | 1:100,000                                               | 1:200,000                                       | 1:250,000                                                                      |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 0                             | 0 mm                                                                           | 12.5 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 25 m      | 50 m                                                    | 100 m                                           | 125 m                                                                          |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 1                             | 1 mm                                                                           | 25 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 50 m      | 100 m                                                   | 200 m                                           | 250 m                                                                          |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 2                             | 2 mm                                                                           | 50 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 100 m     | 200 m                                                   | 400 m                                           | 500 m                                                                          |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 3                             | >2 mm                                                                          | Product Not Rating C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| E                             |                                                                                | Not determined                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| Altimetría                    | ➤ LMAS=7.57 m                                                                  | <table><tr><th>Rating</th><th colspan="5">Map Scale or Equivalent Digital Data Resolution</th></tr><tr><th></th><th>1:25,000</th><th>1:50,000</th><th>1:100,000</th><th>1:200,000</th><th>1:250,000</th></tr><tr><td>0</td><td>2.5 m</td><td>5 m</td><td>10 m</td><td>20 m</td><td>25 m</td></tr><tr><td>1</td><td>5 m</td><td>10 m</td><td>20 m</td><td>40 m</td><td>50 m</td></tr><tr><td>2</td><td>10 m</td><td>20 m</td><td>40 m</td><td>80 m</td><td>100 m</td></tr><tr><td>3</td><td colspan="5">Product Not Rating C</td></tr><tr><td>E</td><td colspan="5">Not determined</td></tr></table>                                                                                                                           | Rating    | Map Scale or Equivalent Digital Data Resolution         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   | 1:25,000                                                                       | 1:50,000 | 1:100,000                                                                      | 1:200,000 | 1:250,000                       | 0         | 2.5 m     | 5 m | 10 m | 20 m   | 25 m | 1    | 5 m                             | 10 m  | 20 m | 40 m | 50 m | 2    | 10 m  | 20 m  | 40 m  | 80 m | 100 m | 3    | Product Not Rating C |       |       |       |   | E     | Not determined       |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| Rating                        | Map Scale or Equivalent Digital Data Resolution                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
|                               | 1:25,000                                                                       | 1:50,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1:100,000 | 1:200,000                                               | 1:250,000                                       |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 0                             | 2.5 m                                                                          | 5 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10 m      | 20 m                                                    | 25 m                                            |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 1                             | 5 m                                                                            | 10 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20 m      | 40 m                                                    | 50 m                                            |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 2                             | 10 m                                                                           | 20 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 40 m      | 80 m                                                    | 100 m                                           |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 3                             | Product Not Rating C                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| E                             | Not determined                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| Datos adicionales             | ➤ No determinados en este estudio                                              | <table><tr><th>Rating</th><th>Characteristics</th></tr><tr><td>0</td><td>Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc.</td></tr><tr><td>1</td><td>Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc.</td></tr><tr><td>2</td><td>Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc.</td></tr><tr><td>3</td><td>Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc.</td></tr><tr><td>E</td><td>Product not referenced to WGS84</td></tr></table>                                                                                                                                                            | Rating    | Characteristics                                         | 0                                               | Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc. | 1                         | Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc. | 2 | Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc. | 3        | Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc. | E         | Product not referenced to WGS84 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| Rating                        | Characteristics                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 0                             | Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 1                             | Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 2                             | Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| 3                             | Efficiency, accuracy, consistency, data integrity, reliability, security, etc. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| E                             | Product not referenced to WGS84                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |
| Actualización                 | ➤ Año de edición de la hoja: 2003.                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |                                                         |                                                 |                                                                                |                           |                                                                                |   |                                                                                |          |                                                                                |           |                                 |           |           |     |      |        |      |      |                                 |       |      |      |      |      |       |       |       |      |       |      |                      |       |       |       |   |       |                      |  |  |  |  |   |  |                |  |  |  |  |

EB1X03



Wenceslao Lorenzo Romero  
DGYT (EGET)

62

Juan A. Domínguez García-Gil  
CEGET



Control de calidad posicional con GPS. Serie L (CEGET). STANAG 2215

AGENDA

- Introducción
- Antecedentes
- Material y metodología
- Resultados
- Conclusiones



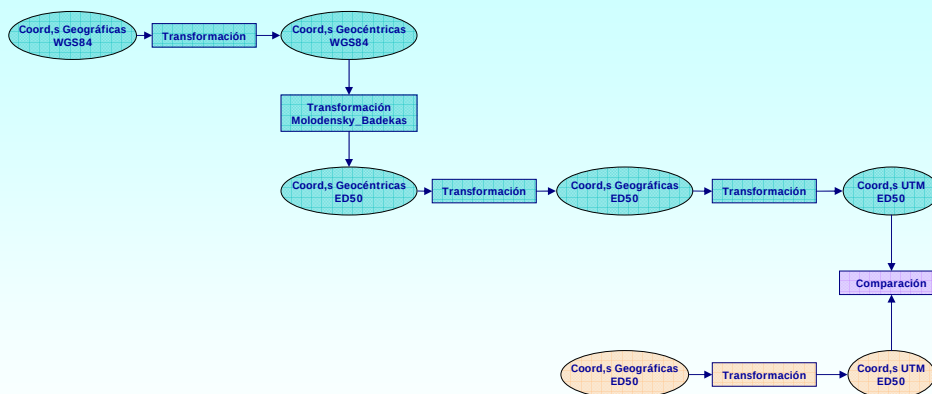
Conclusiones

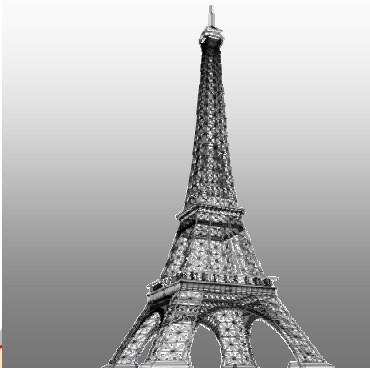
- Idoneidad del método para el propósito de evaluación del control de calidad posicional.
- Necesidad de realizar controles de calidad posicional de los productos cartográficos con dos propósitos:
  - Desde el punto de vista del usuario: Dar a conocer la precisión posicional del producto.
  - Desde el punto de vista del productor: Mejorar aspectos del flujo de producción.
- Seleccionar de forma adecuada los tipos de puntos que se van a incluir en la muestra:
  - Cruces de caminos.
  - Apeaderos o Estaciones de FFCC.
  - Puentes.
  - Puntos de cota aislados.
  - Edificios (casa, corrales, naves...)
  - Puntos kilométricos.
- Gran dispersión de los puntos kilométricos. Se desaconseja su inclusión en el estudio.
- Es importante realizar una depuración adecuada de los datos para que los errores groseros no falseen los resultados.
  - Primera depuración: Llevada a cabo por el analista.
  - Segunda depuración: Basada en la detección estadística de "outliers".
- Aumentar la cantidad de puntos que deben componer la muestra en un 20 % para hacer frente posibles errores.
- Al realizar la evaluación con GPS se puede considerar:
  - La "fuente de referencia" es independiente del producto a evaluar.
  - La "fuente de referencia" está libre de errores.





## METODOLOGÍA





2ª Reunión del

**Grupo de Trabajo**

Madrid, 10 marzo de 2008

**Método Francés**

José Luis García Balboa

Asociación Española de Normalización

Comité Técnico Normalización 148

Información Geográfica



AEN/CTN 148



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 1. Origen

- Ministerio Francés de Equipamiento, Transportes, Vivienda, Turismo y del Mar
- Orden del 16/09/2003 (NOR: EQUIP0300864A).
- Circular del 16/09/2003 (NOR: EQP0300865C). Anexo que complementa y explica la Orden.
- “Todos los trabajos topográficos realizados para el Estado, Colectividades Locales y sus establecimientos públicos, o ejecutados por su cuenta, deben especificarse y evaluarse según las modalidades de precisión recogidas en la presente orden, a excepción de los levantamientos hidrográficos”.

~~Jornadas Técnicas ISO 10100, Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 2. Generalidades

- Sobre elementos **puntuales**, bien definidos, no ambiguos.
- Pueden distinguirse **distintas categorías** de objetos.
- Se define sobre  $n = 1, 2 \text{ ó } 3$  **coordenadas** (Z) (XY) (XYZ).
- Se evalúa sobre el valor  $E_{\text{pos}}$ , como la distancia euclídea entre el punto en cuestión y el punto de control.
- Control al menos **2 veces más preciso** (factor  $C = 2$ ). No implica necesariamente instrumentos distintos, sino métodos operativos diferentes.

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

3



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 2. Generalidades

- El tamaño  $N$  y la composición de la **muestra** de objetos geográficos de control se establecen por **contrato**. Depende del riesgo que asuma el contratante.
- El valor y la composición de los **umbrales o tolerancias** de error se establecerán por **contrato**.
- Una **tolerancia** quedará determinada por una curva, un histograma o una tabla de valores.
- Especificar el **nº tolerado** de valores que pueden superar la tolerancia.
- Si hay **varias tolerancias**, especificar el % de elementos que **pueden superar el primer umbral, el segundo... etc**

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

4



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 3. Modelo estándar

- La muestra de N objetos es de **clase de precisión [XX]cm** si se cumplen tres condicionantes:

- 1) Media aritmética de  $E_{\text{pos}}$  :  $E_{\text{media-pos}} < [XX] \left(1 + \frac{1}{2C^2}\right) \text{cm}$

- 2) Primer umbral:  $T1 = K [XX] \left(1 + \frac{1}{2C^2}\right) \text{cm}$

| n | 1    | 2    | 3    |
|---|------|------|------|
| K | 3,23 | 2,42 | 2,11 |

N': nº errores que sobrepasan T1.

$$N' < \text{entero inmediatamente superior de } (0,01N + 0,232 \sqrt{N})$$

| N     | 1-4 | 5-13 | 14-44 | 45-85 | 86-132 | 133-184 | 185-240 |
|-------|-----|------|-------|-------|--------|---------|---------|
| N'max | 0   | 1    | 2     | 3     | 4      | 5       | 6       |

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla. Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

5



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 3. Modelo estándar

- La muestra de N objetos es de clase de precisión [XX]cm si se cumplen tres condicionantes:

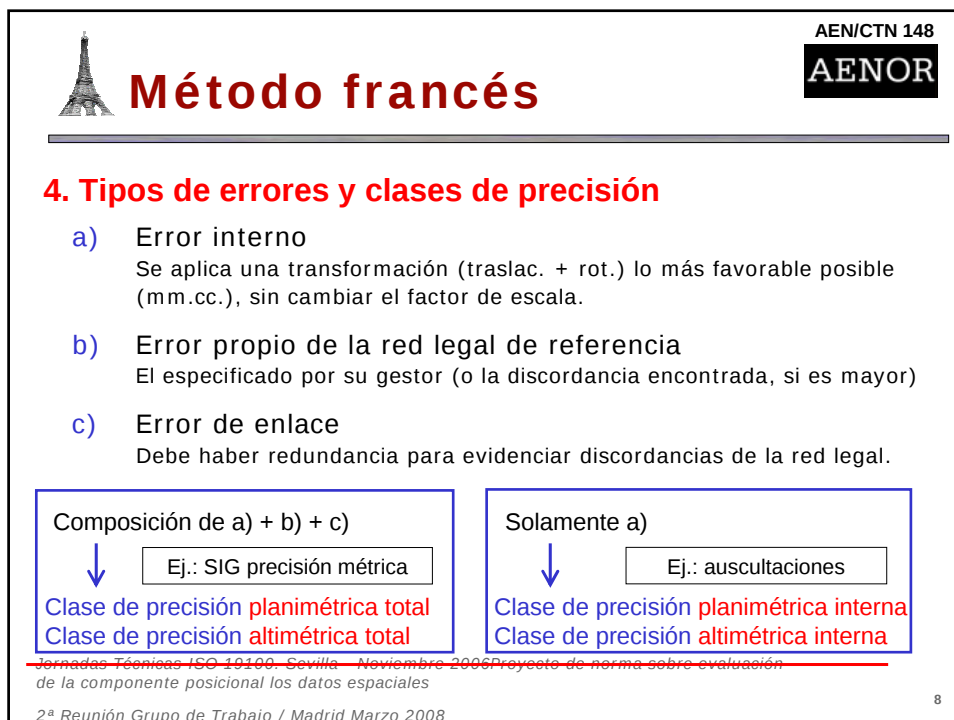
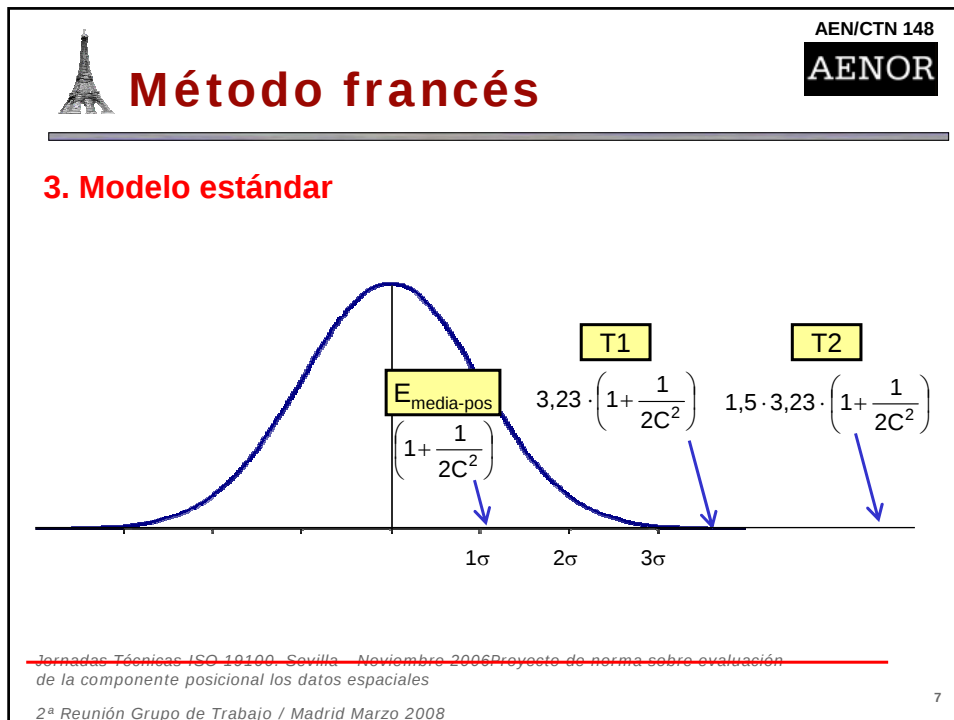
- 3) Segundo umbral:  $T2 = 1,5 K [XX] \left(1 + \frac{1}{2C^2}\right) \text{cm}$

Ningún error puede sobrepasar T2

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla. Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

6





## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 5. Clases de precisión de objetos geográficos

- Son relativas al sistema de referencia del levantamiento:
  - Clase de precisión planimétrica en relación al levantamiento.
  - Clase de precisión altimétrica en relación al levantamiento.
- Objetos puntuales:
  - Especificados como tales en las especificaciones.
- Objetos lineales, superficiales y volumétricos:
  - Formados por líneas y puntos.
  - Si no son identificables, distancia más pequeña a la línea levantada. Punto de control lo más cercano al punto levantado. Así se evita problema con interpolaciones.

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla. Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

9

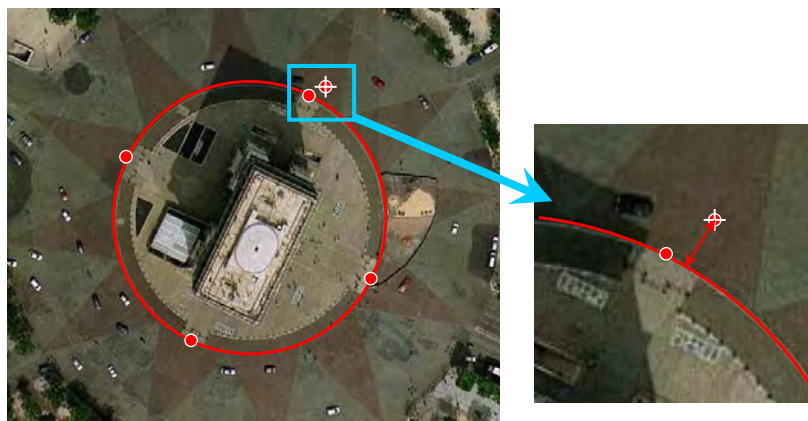


## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 5. Clases de precisión de objetos geográficos



~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla. Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

10



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 6. Representación altimétrica del terreno

- El terreno está representado por puntos (que dan lugar a mallas regulares, triangulaciones o curvas de nivel).
- Los puntos de control se toman en la vertical del punto del modelo.
- Las líneas características (de rotura, de cresta...) se consideran objetos lineales y tendrán especificaciones propias.

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla. Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

11



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### 7. Imágenes rectificadas y mapas escaneados

- Se analizan según 5 parámetros
  - Clase de precisión interna.  
No puede ser mejor que el tamaño del píxel utilizado.
  - Clase de precisión total.  
No puede ser mejor que el tamaño del píxel utilizado.
  - Levantamiento de objetos geográficos sobre el suelo.  
Se especifica si se consideran objetos a ras de suelo o sobre él
  - Calidad radiométrica del mosaico.
  - Calidad geométrica del mosaico.

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla. Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

12



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### Ejemplo del modelo estándar

- Producto: mapa topográfico de escala 1:25000
- N (tamaño de la muestra): 25 puntos
- Precisión a priori producto: 6 m
- Precisión a priori control (navegador GPS + EGNOS): 3 m
- Coeficiente de seguridad:  $C = 2$
- Control planimétrico:  $n = 2$ ;  $K = 2,42$ .
- $N'$  máximo:  $0,01N + 0,232 * N^{0,5} = 2$

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

13



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### Ejemplo del modelo estándar

| Punto | Ex [m]  | Ey [m]  | Epos [m] |
|-------|---------|---------|----------|
| 1     | 0,930   | -2,823  | 2,97     |
| 2     | -1,484  | -1,625  | 2,20     |
| 3     | 2,986   | 0,359   | 3,01     |
| 4     | 2,236   | 0,400   | 2,27     |
| 15    | -4,276  | -8,373  | 9,40     |
| 17    | -4,266  | -8,954  | 9,92     |
| 18    | -8,221  | -7,717  | 11,28    |
| 19    | 0,309   | -10,913 | 10,92    |
| 20    | 3,589   | -6,184  | 7,15     |
| 21    | -0,631  | 0,354   | 0,72     |
| 22    | -1,964  | -8,166  | 8,40     |
| 23    | -0,843  | -4,863  | 4,94     |
| 24    | 1,143   | -7,303  | 7,39     |
| 25    | -3,874  | -5,300  | 6,56     |
| 26    | -2,887  | -6,102  | 6,75     |
| 27    | 0,131   | -4,912  | 4,91     |
| 28    | -2,572  | -7,088  | 7,54     |
| 121   | 1,726   | 4,640   | 4,95     |
| 122   | 0,757   | 1,817   | 1,97     |
| 123   | -6,299  | 0,582   | 6,33     |
| 124   | 1,291   | -2,107  | 2,47     |
| 125   | -1,736  | -4,665  | 4,98     |
| 126   | -4,079  | -7,967  | 8,95     |
| 127   | -23,027 | 10,872  | 25,46    |
| 128   | 1,487   | -2,038  | 2,52     |

- $E_{\text{media-pos}} = 6,56 \text{ m}$
- ¿ Clase  $[7,0] \text{ m}$  ?
- $[7,0] \left( 1 + \frac{1}{2C^2} \right) = 7,88 \text{ m}$   
 $T1 = 2,42 * 7,88 = 19,06 \text{ m}$   
 $T2 = 1,5 * T1 = 28,59 \text{ m}$
- 1) ¿  $E_{\text{media-pos}} < 7,88$ ? **SÍ**  
2) ¿  $N' < N_{\text{max}}$ ? **SÍ**  
3) ¿ Todos menores a  $T2$ ? **SÍ**
- SÍ ES DE CLASE  $[7,0] \text{ m}$**

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

14



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### Ejemplo del modelo estándar

| Punto | Ex [m]  | Ey [m]  | Epos [m] |
|-------|---------|---------|----------|
| 1     | 0,930   | -2,823  | 2,97     |
| 2     | -1,484  | -1,625  | 2,20     |
| 3     | 2,986   | 0,359   | 3,01     |
| 4     | 2,236   | 0,400   | 2,27     |
| 15    | -4,276  | -8,373  | 9,40     |
| 17    | -4,266  | -8,954  | 9,92     |
| 18    | -8,221  | -7,717  | 11,28    |
| 19    | 0,309   | -10,913 | 10,92    |
| 20    | 3,589   | -6,184  | 7,15     |
| 21    | -0,631  | 0,354   | 0,72     |
| 22    | -1,964  | -8,166  | 8,40     |
| 23    | -0,843  | -4,863  | 4,94     |
| 24    | 1,143   | -7,303  | 7,39     |
| 25    | -3,874  | -5,300  | 6,56     |
| 26    | -2,887  | -6,102  | 6,75     |
| 27    | 0,131   | -4,912  | 4,91     |
| 28    | -2,572  | -7,088  | 7,54     |
| 121   | 1,726   | 4,640   | 4,95     |
| 122   | 0,757   | 1,817   | 1,97     |
| 123   | -6,299  | 0,582   | 6,33     |
| 124   | 1,291   | -2,107  | 2,47     |
| 125   | -1,736  | -4,665  | 4,98     |
| 126   | -4,079  | -7,967  | 8,95     |
| 127   | -23,027 | 10,872  | 25,46    |
| 128   | 1,487   | -2,038  | 2,52     |

- $E_{\text{media-pos}} = 6,56 \text{ m}$
- ¿ Clase [6,5] m ?
- $[6,5] \left( 1 + \frac{1}{2C^2} \right) = 7,31 \text{ m}$   
 $T1 = 2,42 * 7,31 = 17,70 \text{ m}$   
 $T2 = 1,5 * T1 = 26,54 \text{ m}$
- 1) ¿  $E_{\text{media-pos}} < 7,31$ ? **SÍ**  
 2) ¿  $N' < N_{\text{max}}$ ? **SÍ**  
 3) ¿ Todos menores a T2? **SÍ**
- **SÍ ES DE CLASE [6,5] m**

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

15



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### Ejemplo del modelo estándar

| Punto | Ex [m]  | Ey [m]  | Epos [m] |
|-------|---------|---------|----------|
| 1     | 0,930   | -2,823  | 2,97     |
| 2     | -1,484  | -1,625  | 2,20     |
| 3     | 2,986   | 0,359   | 3,01     |
| 4     | 2,236   | 0,400   | 2,27     |
| 15    | -4,276  | -8,373  | 9,40     |
| 17    | -4,266  | -8,954  | 9,92     |
| 18    | -8,221  | -7,717  | 11,28    |
| 19    | 0,309   | -10,913 | 10,92    |
| 20    | 3,589   | -6,184  | 7,15     |
| 21    | -0,631  | 0,354   | 0,72     |
| 22    | -1,964  | -8,166  | 8,40     |
| 23    | -0,843  | -4,863  | 4,94     |
| 24    | 1,143   | -7,303  | 7,39     |
| 25    | -3,874  | -5,300  | 6,56     |
| 26    | -2,887  | -6,102  | 6,75     |
| 27    | 0,131   | -4,912  | 4,91     |
| 28    | -2,572  | -7,088  | 7,54     |
| 121   | 1,726   | 4,640   | 4,95     |
| 122   | 0,757   | 1,817   | 1,97     |
| 123   | -6,299  | 0,582   | 6,33     |
| 124   | 1,291   | -2,107  | 2,47     |
| 125   | -1,736  | -4,665  | 4,98     |
| 126   | -4,079  | -7,967  | 8,95     |
| 127   | -23,027 | 10,872  | 25,46    |
| 128   | 1,487   | -2,038  | 2,52     |

- $E_{\text{media-pos}} = 6,56 \text{ m}$
- ¿ Clase [6,0] m ?
- $[6,0] \left( 1 + \frac{1}{2C^2} \right) = 6,75 \text{ m}$   
 $T1 = 2,42 * 6,75 = 16,34 \text{ m}$   
 $T2 = 1,5 * T1 = 24,50 \text{ m}$
- 1) ¿  $E_{\text{media-pos}} < 6,75$ ? **SÍ**  
 2) ¿  $N' < N_{\text{max}}$ ? **SÍ**  
 3) ¿ Todos menores a T2? **NO**
- **NO ES DE CLASE [6,0] m**

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

16



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### Ejemplo del modelo estándar

| Punto | Ex [m]  | Ey [m]  | Epos [m] |
|-------|---------|---------|----------|
| 1     | 0.930   | -2.823  | 2.97     |
| 2     | -1.484  | -1.625  | 2.20     |
| 3     | 2.986   | 0.359   | 3.01     |
| 4     | 2.236   | 0.400   | 2.27     |
| 15    | -4.276  | -8.373  | 9.40     |
| 17    | -4.266  | -8.954  | 9.92     |
| 18    | -8.221  | -7.717  | 11.28    |
| 19    | 0.309   | -10.913 | 10.92    |
| 20    | 3.589   | -6.184  | 7.15     |
| 21    | -0.631  | 0.354   | 0.72     |
| 22    | -1.964  | -8.166  | 8.40     |
| 23    | -0.843  | -4.863  | 4.94     |
| 24    | 1.143   | -7.303  | 7.39     |
| 25    | -3.874  | -5.300  | 6.56     |
| 26    | -2.887  | -6.102  | 6.75     |
| 27    | 0.131   | -4.912  | 4.91     |
| 28    | -2.572  | -7.088  | 7.54     |
| 121   | 1.726   | 4.640   | 4.95     |
| 122   | 0.757   | 1.817   | 1.97     |
| 123   | -6.299  | 0.582   | 6.33     |
| 124   | 1.291   | -2.107  | 2.47     |
| 125   | -1.736  | -4.665  | 4.98     |
| 126   | -4.079  | -7.967  | 8.95     |
| 127   | -23.027 | 10.872  | 25.46    |
| 128   | 1.487   | -2.038  | 2.52     |

- ¿Cuál es la mejor clase?
- $25,46 / 1,5 / 2,42 = 7,01 \text{ m}$

$$[xx] \left( 1 + \frac{1}{8} \right) = 7,01 \text{ m}$$

- $xx = 6,23 \text{ m}$
- SÍ ES DE CLASE [6,23] m**

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

17



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### Conclusiones

- Orden ministerial. **Obligado** cumplimiento.
- Obliga a fijar por **contrato**: muestra (tamaño, composición), umbrales (valor, composición). Versátil, abierto.
- Modelo estándar**: Media del desplazamiento, más **dos umbrales**. Preocupado por los atípicos.
- Se tiene **en cuenta la precisión** del control (coeficiente C).
- “Clase de precisión”** planimétrica/altimétrica, total/interna
- Posibilidad de elementos diferentes a los puntos bien identificados.

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

18



## Método francés

AEN/CTN 148

AENOR

### Conclusiones

|            | Estándar / norma                  | Francia |
|------------|-----------------------------------|---------|
| Aplicación | Año                               | 2003    |
|            | Aspectos formales                 | Medio   |
|            | Tipo (EMAS, NMAS...)              |         |
|            | Hoja, serie, lote, área ...       |         |
|            | Aislado o en flujo                |         |
|            | Escalas                           |         |
| Muestreo   | Elemento de control: puntos       | Si      |
|            | Tamaño de la muestra              |         |
|            | Tipo puntos (descripción)         |         |
|            | Guía distribución espacial puntos |         |
|            | Sub-regiones                      |         |
|            | Precisión muestreo FME            | 2x      |
| Exact.     | Absoluta                          | Si      |
|            | Relativa                          | Si      |
|            | Contraste de hipótesis básicas    |         |
|            | Normalidad implícita              | Si      |

|             |                              |              |
|-------------|------------------------------|--------------|
| Estimadores | Outliers                     | Si           |
|             | Sesgo                        |              |
|             | E.M.C.                       |              |
| Control     | $\mu, \sigma$                | Si           |
|             | Planimetría                  | Si           |
|             | Altimetría                   | Si           |
|             | Total                        | Si           |
|             | Desplaza X,Y para la Z       |              |
| Resultados  | Circular ; X,Y               |              |
|             | Categorías exactitud         |              |
|             | MDT                          | Si           |
|             | Expresión                    | C. precisión |
|             | Información general (1-5)    | 3            |
| Otros       | Recomendaciones y/o ejemplos | ≈ 99%        |
|             | Probabilidad en el resultado |              |
|             | Incertidumbre del método     |              |
|             | Valoración global (1-5)      | 3            |

~~Jornadas Técnicas ISO 10100. Sevilla - Noviembre 2006 Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales~~

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Iso 3951

AEN/CTN 148

AENOR



Francisco  
Javier  
Ariza López



### Seminario sobre metodologías de control posicional

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

1

## Iso 3951: introducción

AEN/CTN 148

AENOR

### Familia

- 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 characteristic and single AQL. (ISO 2005).
- ISO 3951-2: Sampling procedures for inspection by variables. Part 2: General specification for single sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection of independent quality characteristics. (ISO 2006).
- ISO 3951-3: Sampling procedures for inspection by variables. Part 3: Double sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection. (ISO 2007).
- ISO 3951-5: Sampling procedures for inspection by variables. Part 3: Sequential sampling plans indexed by acceptance quality limit (AQL) for inspection by variables (known standard deviation). (ISO 2006).

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

2

## Iso 3951: introducción

### Características y Propósito

- Base de controles de aceptación en la industria
  - Incluida en contratos de suministro
  - Incluida en Sistemas de Gestión de la calidad
  - Alineada con ISO 2859 (Atributos)
  - Trabajan con S o con  $\sigma$
  - Univariado o multivariado
  - Distintos niveles de inspección
  - Pensado para trabajo en inspección lote a lote
- El propósito de esta Norma Internacional consiste en establecer los planes y reglas de muestreo cuando se utiliza la inspección atendiendo a características cuantitativas (variables).
  - Se pretende que los lotes de calidad aceptable tengan una alta probabilidad de ser aceptados (riesgo productor 5%) mientras que la probabilidad de rechazar lotes de mala calidad sea lo más alta posible (riesgo usuario 10%).

## Iso 3951: introducción

### Aplicabilidad

- Se trabaja con series de lotes suministrados por un único fabricante que utiliza un proceso de fabricación determinado.
- Se considera una / varias característica(s) de calidad ( $x, y, z, \dots$ ), las cuales se mide en escalas continuas y deben ser independientes.
- El proceso de producción es estable.
- Se utilizan los NCA establecidos en la Norma.
- La característica estará distribuida según una ley Normal o muy próxima a la normal.
- Cuando se establece un límite superior de especificación ( $L_s$ ), o un límite inferior de especificación ( $L_i$ ), o ambos a la vez ( $L_i, L_s$ ).
- Un producto se considera no conforme o defectuoso cuando la característica  $x$  satisface alguna de las siguientes condiciones:
- $X > L_s$
  - $X < L_i$
  - $X > L_s \text{ ó } X < L_i$

## Iso 3951: introducción

### Defecto, no conformidad

No conformidad es el **incumplimiento** de un requisito especificado.

Defecto es el incumplimiento de un requisito asociado a una utilización prevista.

Error es un término ambiguo, suele utilizarse para referirnos a las discrepancias entre lo existente en la BDG y el terreno nominal o para indicar un grado de incertidumbre.

Elemento no conforme es aquel con una o más no conformidades.

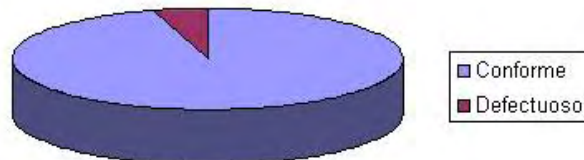
**Clases de no conformidad:** Las tipologías en función de su relevancia. La más importante A, la siguiente B, etc., cada una de ellas con un AQL

## Iso 3951: introducción

### Fracción de no conformidad del proceso

Proporción o ratio de elementos no conformes generados por el proceso.

Se expresa como proporción.



## Iso 3951: introducción

### Nivel de calidad aceptable

AQL = Acceptance Quality Level (Nivel de calidad de aceptación)

Antes: Acceptable Quality Level (Nivel de calidad aceptable)

NCA: Porcentaje máximo de unidades defectuosas que, desde el punto de vista de la inspección por muestreo, puede considerarse satisfactorio como calidad media de una fabricación.

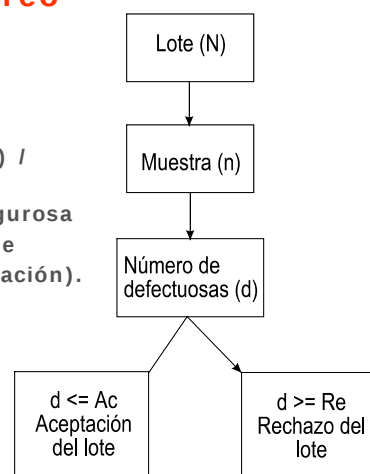
NCA: La peor fracción de no conformidad del proceso que resulta tolerable cuando se somete una serie continua de lotes a la aceptación por muestreo.

## Iso 3951: introducción

### Plan de aceptación por muestreo

El plan se define mediante:

- \* Magnitud del lote: N
- \* Tamaño de la muestra: n
- \* Nivel de inspección: General (I, II, III) / Especiales (1..4)
- \* Rigor inspección: **Normal**, reducida, rigurosa
- \* Tipo de muestreo: simple, doble o triple
- \* % de defectuosos aceptable (especificación).
- \* Valores de Aceptación / Rechazo en el muestreo
- \* Curva operativa.



## Iso 3951: características

### Niveles de inspección

**Nivel de inspección:** Indica la cantidad relativa de inspección.

Niveles **generales** de inspección (I, II, III): Con carácter general se debe usar el nivel II. Se usarán los niveles I y III cuando se requiera una menor o mayor discriminación. Sus tamaños respecto al nivel I están en el orden de  $\frac{1}{2}$  y de  $1 \frac{1}{2}$  respectivamente.

Niveles **especiales** de inspección (S1... S4): Se usan cuando sean necesarios niveles de muestra relativamente pequeños y puedan o deban tolerarse mayores riesgos en el muestreo.

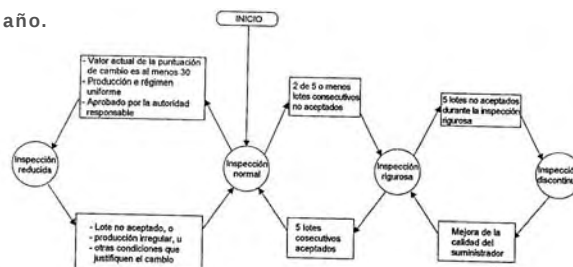
## Iso 3951: características

### Reglas de cambio

**Rigor de la inspección:** Hay procedimientos o **reglas de cambio** entre la inspección normal, reducida o rigurosa. Éstos deben aplicarse **independientemente** a cada clase de no conformidades o de elementos no conformes y dentro de cada nivel de inspección que se esté utilizando (I, II, III). Los cambios de rigor son la base de la seguridad del usuario

**Rigurosa:** Se cambian los criterios de aceptación.

**Reducida:** Se reduce el tamaño.



## Iso 3951: características

### Controles posibles

La norma ISO 3951 permite los siguientes **5 tipos** de controles según las especificaciones de los límites:

- Límite simple:
  - Superior
  - Inferior
- Límites dobles
  - Combinado: Una única clase de importancia, las no conformidades S&I tienen la misma relevancia, un AQL común.
  - Separado: Hay dos clases de importancia, las no conformidades S&I no tienen la misma relevancia, dos AQL separados.
  - Complejo: Los dos casos anteriores juntos. Hay dos clases de importancia, con dos AQL distintos.

**Forma K** → Una clase con una característica y un límite de especificación simple o doble separado.

**Forma P\*** → Clases con múltiples características y/o límites dobles, combinados o complejos

## Iso 3951: método

### Métodos S y $\sigma$ (SIGMA)

La norma ISO 3951 propone dos métodos:

- Método  $\sigma$  (Sigma): Es el más económico desde el punto de vista del tamaño de la muestra. En este caso, previamente a la aplicación del control, se ha de conocer el comportamiento variacional de la muestra determinado por su desviación  $\sigma$ . Esto supone una experiencia previa (ensayos, otros controles, etc.).
- Método S: Requiere mayor tamaño de muestra que el método anterior, pero no requiere de información previa, los valores de S se determinan según los datos obtenidos en la muestra.

## Iso 3951: método

### Condiciones previas

Condiciones previas a la aplicación de los métodos:

- Producción continua y distribución Normal de la variable
- La desviación debe ser conocida (si no fuera así, aplicar el método S (o R).
- Nivel de inspección ya determinado. Si no se ha designado ninguno por defecto se aplica el nivel II.
- Se ha debido fijar un NCA que coincida con los recogidos en la Norma.
- En el caso de límites de especificación dobles se debe precisar si éstos son separados, combinados o complejos.

## Iso 3951: método

### Letra-Código

- Con el tamaño del lote y el nivel de inspección, usar la Tabla I-A para obtener la letra código correspondiente al plan de muestreo.

Table A.1 — Sample-size code letters and inspection levels

| Lot or batch size  | Special inspection levels |     |     |     | General inspection levels |    |     |
|--------------------|---------------------------|-----|-----|-----|---------------------------|----|-----|
|                    | S-1                       | S-2 | S-3 | S-4 | I                         | II | III |
| 2 to 8             | B                         | B   | B   | B   | B                         | B  | B   |
| 9 to 15            | B                         | B   | B   | B   | B                         | B  | C   |
| 16 to 25           | B                         | B   | B   | B   | B                         | C  | D   |
| 26 to 50           | B                         | B   | B   | C   | C                         | D  | E   |
| 51 to 90           | B                         | B   | C   | C   | C                         | E  | F   |
| 91 to 150          | B                         | B   | C   | D   | D                         | F  | G   |
| 151 to 280         | B                         | C   | D   | E   | F                         | G  | H   |
| 281 to 500         | B                         | C   | D   | E   | F                         | H  | J   |
| 501 to 1 200       | C                         | C   | E   | F   | G                         | J  | K   |
| 1 201 to 3 200     | C                         | D   | E   | G   | H                         | K  | L   |
| 3 201 to 10 000    | C                         | D   | F   | G   | J                         | L  | M   |
| 10 001 to 35 000   | C                         | D   | F   | H   | K                         | M  | N   |
| 35 001 to 150 000  | D                         | E   | G   | J   | L                         | N  | P   |
| 150 001 to 500 000 | D                         | E   | G   | J   | M                         | P  | Q   |
| 500 000 and over   | D                         | E   | H   | K   | N                         | Q  | R   |

NOTE — The sample-size code letters and inspection levels in this part of ISO 3951 correspond to those given in ISO 2859-1.

### Iso 3951: método

#### Constante K (Forma "K")

- En función de si la inspección es normal, rigurosa o reducida, utilizar las tablas B-1, B-2 ó B-3, respectivamente. Entrando en estas tablas con la letra código y el NCA se obtiene el tamaño de muestra n y el valor de la constante de aceptabilidad k.

Table B.1 — Single sampling plans for normal inspection (master table): "K" method

| Code letter | Sample size | Acceptance quality limit<br>% nonconforming |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
|-------------|-------------|---------------------------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--|--|
|             |             | 0.01                                        | 0.015 | 0.025 | 0.04 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10.0 |  |  |
| B           | 3           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| C           | 4           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| D           | 6           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| E           | 9           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| F           | 13          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| G           | 18          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| H           | 25          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| J           | 35          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| K           | 50          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| L           | 70          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| M           | 95          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| N           | 125         |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| P           | 160         |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| Q           | 200         |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |
| R           | 250         |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |  |  |

NOTE 1: The sample size code letters in this part of ISO 3951 correspond to those given in ISO 2859-1.

NOTE 2: Symbols:  $\downarrow$  There is no suitable plan in this area, use the first sampling plan below the arrow. If the sample size equals or exceeds the lot size, carry out 100 % inspection.  $\uparrow$  There is no suitable plan in this area, use the first sampling plan above the arrow.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

15

### Iso 3951: método

#### Proceso S

- Extraer una muestra aleatoria de tamaño n.
- Medir la característica x de cada elemento.
- Calcular la media  $\mu_x$ .
- Calcular S.
- Calcular los estadísticos de calidad Q, según el caso

$$Q_S = \frac{L_S - \mu_x}{S} \quad Q_I = \frac{\mu_x - L_I}{S}$$

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

16

## Iso 3951: método

AEN/CTN 148

AENOR

### Proceso S

Aceptar o rechazar según el caso:

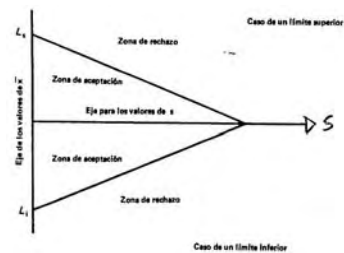
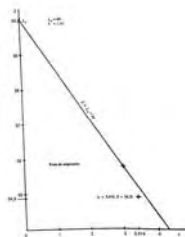
- Límites simples:

Dado  $L_s \rightarrow$  Aceptar si  $Q_s \geq K$

Dado  $L_i \rightarrow$  Aceptar si  $Q_i \geq K$

- Límites dobles separados (cada uno independiente hasta NCA distintos):

Dados  $L_i$  y  $L_s \rightarrow$  Aceptar si  $Q_s \geq K_s$  y  $Q_i \geq K_i$



Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

17

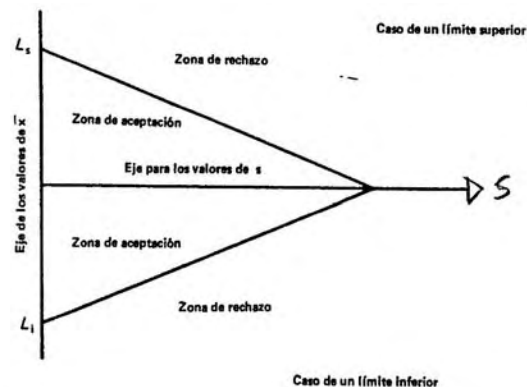
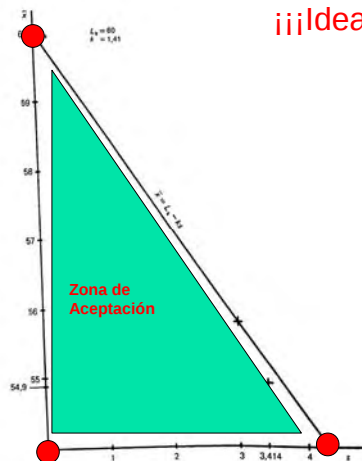
## Iso 3951: método

AEN/CTN 148

AENOR

### Proceso S

¡¡¡Idea básica de funcionamiento!!!



Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

18

## Iso 3951: método

AEN/CTN 148

AENOR

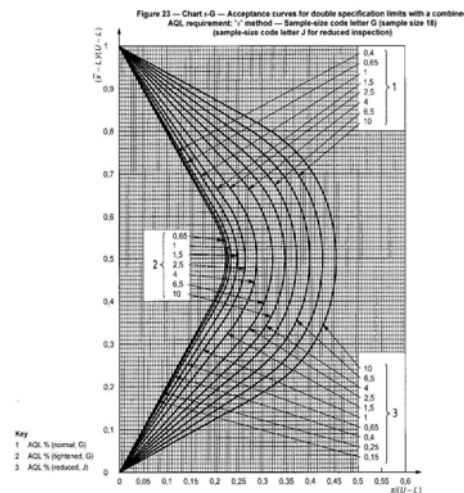
### Proceso S

*Límites dobles combinados (un NCA para la prueba en su conjunto):*

- Si  $S$  es mayor que la desviación típica máxima establecida en la Tabla D-1, D-2 o D-3 se rechaza el lote.
- En caso contrario calcular:

$$\frac{S}{L_S - L_I} \quad \frac{\mu_X - L_I}{L_S - L_I}$$

Si el punto se representa dentro de la zona de aceptación correspondiente a la curva de su plan se acepta (método gráfico).



Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

19

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Iso 3951: ejemplos

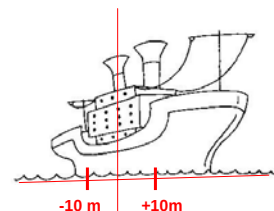
AEN/CTN 148

AENOR

### Ejemplo (1 / I): Método S univariante

Unos lotes de torpedos de 100 unidades se inspeccionan desde la perspectiva de su exactitud posicional en el plano horizontal respecto a un blanco. Los errores positivos o negativos son igualmente inaceptables, estableciéndose una tolerancia de  $\pm 10\text{m}$  de error máximo respecto a la distancia de tiro. Se considera un  $\text{AQL} = 4\%$ . Dado que las pruebas son destructivas muy costosas se ha acordado utilizar un nivel de inspección especial S-2.

Se trata de un límite doble combinado;



Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

20

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

### Iso 3951: ejemplos

#### Ejemplo (2 / I)

Según lo anterior, de la Tabla A-1 se deriva que la letra código es B.

- De la Tabla A-2 se obtiene que el tamaño de muestra es 3.
- De la Tabla D-1 se obtiene el valor de  $f_s = 0.474$  para la MSSD ( $S_{max}$ ).

Como  $S = 7.436 < S_{max} = (L_s - L_i) f_s = (10 - (-10)) * 0.474 = 9.48$  se prosigue con los cálculos

- Se calculan los estadísticos de calidad

$$Q_s = (L_s - \mu) / S = (10 - 3.5) / 7.436 = 0.8741 \rightarrow \sqrt{3} Q_s / 2 = 0.757$$

$$Q_i = (\mu - L_i) / S = (3.5 - (-10)) / 7.436 = 1.815 \rightarrow \sqrt{3} Q_i / 2 = 1.572$$

- De la Tabla F-1 se obtiene:

$$P_s = 0.2267$$

$$P_i = 0.0000$$

$$\text{Por tanto } P = P_s + P_i = 0.2267$$

- De la Tabla G-1 (inspección normal,  $n=3$ , AQL = 4 %)  $\rightarrow P^* = 0.1905$
- Como  $P > P^*$  el Lote **no resulta aceptado**

Esto se aplica Lote a Lote

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

21

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

### Iso 3951: ejemplos

Table A.1 — Sample-size code letters and inspection levels

| Lot or batch size  | Special inspection levels |     |     |     | General inspection levels |    |     |
|--------------------|---------------------------|-----|-----|-----|---------------------------|----|-----|
|                    | S-1                       | S-2 | S-3 | S-4 | I                         | II | III |
| 2 to 8             | B                         | B   | B   | B   | B                         | B  | B   |
| 9 to 15            | B                         | B   | B   | B   | B                         | B  | C   |
| 16 to 25           | B                         | B   | B   | B   | B                         | C  | D   |
| 26 to 50           | B                         | B   | B   | C   | C                         | D  | E   |
| 51 to 90           | B                         | B   | C   | C   | C                         | E  | F   |
| 91 to 150          | B                         | B   | C   | D   | D                         | F  | G   |
| 151 to 280         | B                         | C   | D   | E   | F                         | G  | H   |
| 281 to 500         | B                         | C   | D   | E   | F                         | H  | J   |
| 501 to 1 200       | C                         | C   | E   | F   | G                         | J  | K   |
| 1 201 to 3 200     | C                         | D   | E   | G   | H                         | K  | L   |
| 3 201 to 10 000    | C                         | D   | F   | G   | J                         | L  | M   |
| 10 001 to 35 000   | C                         | D   | F   | H   | K                         | M  | N   |
| 35 001 to 150 000  | D                         | E   | G   | J   | L                         | N  | P   |
| 150 001 to 500 000 | D                         | E   | G   | J   | M                         | P  | Q   |
| 500 000 and over   | D                         | E   | H   | K   | N                         | Q  | R   |

NOTE: The sample-size code letters and inspection levels in this part of ISO 3951 correspond to those given in ISO 2859-1.

Table A.2 — Sample sizes for sample-size code letters and inspection method

| Sample-size code letter | 1% method                       |                    | 10% method                      |                    | Equivalent attributes sample size in ISO 2859-1 |                    |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------|--------------------|
|                         | Normal and tightened inspection | Reduced inspection | Normal and tightened inspection | Reduced inspection | Normal and tightened inspection                 | Reduced inspection |
| B                       | 3                               | 3                  | 2                               | 2                  | 3                                               | 2                  |
| C                       | 4                               | 3                  | 3                               | 2                  | 5                                               | 2                  |
| D                       | 5                               | 3                  | 4                               | 2                  | 8                                               | 3                  |
| E                       | 8                               | 4                  | 6                               | 3                  | 13                                              | 5                  |
| F                       | 13                              | 6                  | 8                               | 4                  | 20                                              | 8                  |
| G                       | 18                              | 9                  | 10                              | 6                  | 32                                              | 13                 |
| H                       | 25                              | 13                 | 12                              | 8                  | 50                                              | 20                 |
| J                       | 35                              | 18                 | 15                              | 10                 | 80                                              | 32                 |
| K                       | 50                              | 25                 | 18                              | 12                 | 125                                             | 50                 |
| L                       | 70                              | 35                 | 21                              | 15                 | 200                                             | 80                 |
| M                       | 95                              | 50                 | 25                              | 18                 | 315                                             | 125                |
| N                       | 125                             | 70                 | 32                              | 21                 | 500                                             | 200                |
| P                       | 160                             | 95                 | 40                              | 25                 | 800                                             | 315                |
| Q                       | 200                             | 125                | 50                              | 32                 | 1250                                            | 500                |
| R                       | 250                             | 160                | 65                              | 40                 | 2000                                            | 800                |

NOTE: The sample-size code letters and inspection levels in this part of ISO 3951 correspond to those given in ISO 2859-1.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

22

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Iso 3951: ejemplos

Table G.1 — Values of  $f_c$  for maximum sample standard deviation (MSSD) for combined control of double specification limits: normal inspection, "s" method

| Code letter | Acceptance quality limit (in percent nonconforming) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------|-----------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 0,010                                               | 0,015 | 0,025 | 0,040 | 0,065 | 0,10  | 0,15  | 0,25  | 0,40  | 0,65  | 1,0   | 1,5   | 2,5   | 4,0   | 6,5   | 10,0  |
| B           |                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,474 | 0,507 | 0,595 |
| C           |                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,376 | 0,393 | 0,425 | 0,481 |
| D           |                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,314 | 0,331 | 0,357 | 0,396 | 0,471 |
| E           |                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,274 | 0,289 | 0,310 | 0,338 | 0,386 | 0,464 |
| F           |                                                     |       |       |       |       |       |       |       |       | 0,245 | 0,257 | 0,274 | 0,295 | 0,328 | 0,375 | 0,457 |
| G           |                                                     |       |       |       |       |       |       |       | 0,224 | 0,234 | 0,248 | 0,264 | 0,289 | 0,321 | 0,372 | 0,426 |
| H           |                                                     |       |       |       |       |       |       | 0,206 | 0,215 | 0,227 | 0,240 | 0,259 | 0,283 | 0,317 | 0,351 | 0,401 |
| J           |                                                     |       |       |       |       |       | 0,192 | 0,200 | 0,209 | 0,220 | 0,235 | 0,254 | 0,279 | 0,302 | 0,335 | 0,376 |
| K           |                                                     |       |       |       |       | 0,180 | 0,187 | 0,195 | 0,205 | 0,217 | 0,232 | 0,252 | 0,269 | 0,292 | 0,320 | 0,368 |
| L           |                                                     |       |       |       | 0,170 | 0,176 | 0,183 | 0,191 | 0,202 | 0,214 | 0,230 | 0,243 | 0,261 | 0,281 | 0,312 |       |
| M           |                                                     |       |       | 0,162 | 0,167 | 0,174 | 0,180 | 0,189 | 0,200 | 0,213 | 0,224 | 0,237 | 0,253 | 0,276 |       |       |
| N           |                                                     |       | 0,155 | 0,160 | 0,165 | 0,171 | 0,179 | 0,188 | 0,199 | 0,208 | 0,219 | 0,231 | 0,249 |       |       |       |
| P           | 0,149                                               | 0,153 | 0,158 | 0,163 | 0,170 | 0,177 | 0,187 | 0,194 | 0,203 | 0,213 | 0,227 |       |       |       |       |       |
| Q           | 0,143                                               | 0,147 | 0,152 | 0,156 | 0,162 | 0,169 | 0,177 | 0,183 | 0,191 | 0,199 | 0,211 |       |       |       |       |       |
| R           | 0,142                                               | 0,146 | 0,150 | 0,155 | 0,161 | 0,168 | 0,174 | 0,180 | 0,187 | 0,197 |       |       |       |       |       |       |

NOTE The MSSD is obtained by multiplying the standardized MSSD  $f_c$  by the difference between the upper specification limit  $U$  and the lower specification limit  $L$ , i.e.  $MSSD = f_c(U - L)$ .  
The above MSSDs indicate the greatest allowable magnitudes of the sample standard deviation under normal inspection when using plans for combined control of double specification when the process variability is unknown. If the sample standard deviation is less than the MSSD, then there is a possibility, but not a certainty, that the lot will be accepted.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

23

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Iso 3951: ejemplos

Table G.1 — Form  $p^*$  single sampling plans for normal inspection (master table): "s" and "d" methods

| Code letter | Sample size |       | Acceptance quality limit (in percent nonconforming) |         |         |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       |       |
|-------------|-------------|-------|-----------------------------------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | $n$         | $n_1$ | 0,01                                                | 0,015   | 0,025   | 0,04   | 0,065  | 0,10   | 0,15   | 0,25   | 0,40   | 0,65  | 1,0   | 1,5   | 2,5   | 4,0   |
| B           | 3           | 2     |                                                     |         |         |        |        |        |        |        |        |       |       |       |       | 19,05 |
| C           | 4           | 3     |                                                     |         |         |        |        |        |        |        |        |       |       |       | 11,23 | 15,13 |
| D           | 6           | 4     |                                                     |         |         |        |        |        |        |        |        |       |       | 6,724 | 9,246 | 13,29 |
| E           | 9           | 6     |                                                     |         |         |        |        |        |        |        |        |       | 4,196 | 5,833 | 8,437 | 12,12 |
| F           | 13          | 8     |                                                     |         |         |        |        |        |        |        |        |       | 2,578 | 3,605 | 5,245 | 7,537 |
| G           | 18          | 10    |                                                     |         |         |        |        |        |        |        | 1,620  | 2,275 | 3,323 | 4,782 | 7,315 | 11,12 |
| H           | 25          | 12    |                                                     |         |         |        |        |        |        | 1,012  | 1,428  | 2,084 | 3,010 | 4,603 | 7,010 | 10,91 |
| J           | 35          | 15    |                                                     |         |         |        |        |        |        | 0,6299 | 0,8900 | 1,304 | 1,880 | 2,880 | 4,379 | 6,820 |
| K           | 50          | 18    |                                                     |         |         |        |        | 0,4031 | 0,5690 | 0,8395 | 1,203  | 1,840 | 2,800 | 4,364 | 6,006 | 8,406 |
| L           | 70          | 21    |                                                     |         |         |        | 0,2511 | 0,3553 | 0,5209 | 0,7500 | 1,150  | 1,750 | 2,725 | 3,753 | 5,255 | 7,257 |
| M           | 95          | 25    |                                                     |         |         | 0,1593 | 0,2254 | 0,3304 | 0,4765 | 0,7298 | 1,110  | 1,732 | 2,383 | 3,336 | 4,607 | 6,827 |
| N           | 125         | 32    |                                                     |         | 0,1001  | 0,1421 | 0,2081 | 0,3005 | 0,4602 | 0,7006 | 1,090  | 1,699 | 2,098 | 2,898 | 4,301 |       |
| P           | 160         | 40    |                                                     | 0,06265 | 0,08893 | 0,1302 | 0,1874 | 0,2875 | 0,4381 | 0,6818 | 0,9368 | 1,311 | 1,612 | 2,685 |       |       |
| Q           | 200         | 50    | 0,03998                                             | 0,05689 | 0,08333 | 0,1202 | 0,1842 | 0,2801 | 0,4366 | 0,6607 | 0,9397 | 1,311 | 1,720 |       |       |       |
| R           | 250         | 65    | 0,03553                                             | 0,05209 | 0,07495 | 0,1151 | 0,1750 | 0,2729 | 0,3753 | 0,5245 | 0,7258 | 1,076 |       |       |       |       |

NOTE 1 The sample size code letters in this part of ISO 3951 correspond to those given in ISO 2859-1 and ISO 3951-1.  
NOTE 2 Symbols:  $\downarrow$  There is no suitable plan in this area; use the first sampling plan below the arrow. If the sample size equals or exceeds the lot size, carry out 100 % inspection.  
 $\uparrow$  There is no suitable plan in this area; use the first sampling plan above the arrow.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

24

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Iso 3951: ejemplos

AEN/CTN 148

AENOR

### Riesgo de usuario

Table K.1 — Consumer's risk quality (in percent) for normal inspection:  $\bar{x}$  method

| Code letter | Sample size | Acceptance quality limit<br>% nonconforming |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|-------------|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|             |             | 0.01                                        | 0.015 | 0.025 | 0.04  | 0.065 | 0.10  | 0.15  | 0.25  | 0.40 | 0.65 | 1.0  | 1.5  | 2.5  | 4.0  | 6.5  | 10.0 |
| B           | 3           |                                             |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      | 52.9 | 66.0 | 63.1 |
| C           | 4           |                                             |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      | 41.3 | 44.2 | 56.6 |
| D           | 6           |                                             |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      | 8.2  | 31.0 | 35.3 | 49.9 |
| E           | 9           |                                             |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      | 18.2 | 20.7 | 24.2 | 28.6 | 35.7 |
| F           | 13          |                                             |       |       |       |       |       |       |       |      |      | 11.4 | 13.3 | 15.9 | 19.2 | 24.3 | 31.2 |
| G           | 16          |                                             |       |       |       |       |       |       |       | 7.15 | 8.51 | 10.4 | 12.8 | 16.4 | 21.3 | 28.6 | 35.7 |
| H           | 25          |                                             |       |       |       |       |       |       | 4.33  | 5.27 | 6.58 | 8.23 | 10.8 | 14.2 | 19.2 | 24.0 | 30.7 |
| J           | 35          |                                             |       |       |       |       |       | 2.53  | 3.15  | 4.02 | 5.12 | 6.82 | 9.11 | 12.5 | 15.7 | 20.2 | 25.9 |
| K           | 50          |                                             |       |       |       |       | 1.46  | 1.86  | 2.42  | 3.13 | 4.25 | 5.78 | 8.05 | 10.3 | 13.3 | 17.1 | 23.5 |
| L           | 70          |                                             |       |       |       | 0.836 | 1.08  | 1.43  | 1.88  | 2.59 | 3.58 | 5.05 | 6.49 | 8.49 | 11.0 | 15.2 |      |
| M           | 95          |                                             |       | 0.289 | 0.382 | 0.519 | 0.699 | 0.988 | 1.39  | 2.01 | 2.81 | 3.46 | 4.54 | 6.34 |      |      |      |
| N           | 125         |                                             |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
| P           | 160         |                                             | 0.172 | 0.229 | 0.314 | 0.425 | 0.606 | 0.862 | 1.25  | 1.64 | 2.18 | 2.87 | 4.03 |      |      |      |      |
| Q           | 200         | 0.105                                       | 0.141 | 0.195 | 0.265 | 0.381 | 0.545 | 0.797 | 1.05  | 1.40 | 1.86 | 2.61 |      |      |      |      |      |
| R           | 250         | 0.0849                                      | 0.116 | 0.161 | 0.234 | 0.336 | 0.495 | 0.653 | 0.876 | 1.16 | 1.65 |      |      |      |      |      |      |

NOTE: The consumer's risk quality is the process fraction nonconforming at which 10% of lots will be expected to be accepted.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

25

## Iso 3951: ejemplos

AEN/CTN 148

AENOR

### Riesgo de productor

Table L.1 — Producer's risk (in percent) for normal inspection:  $\bar{x}$  method

| Code letter | Sample size | Acceptance quality limit<br>% nonconforming |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |      |      |      |
|-------------|-------------|---------------------------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|
|             |             | 0.01                                        | 0.015 | 0.025 | 0.04 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0  | 6.5  | 10.0 |
| B           | 3           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     | 10.9 | 12.8 | 9.7  |
| C           | 4           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     | 9.7 | 11.3 | 11.4 | 8.7  |
| D           | 6           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     | 8.1 | 9.6 | 9.7  | 9.3  | 5.3  |
| E           | 9           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      | 7.4 | 7.6 | 8.1 | 7.8  | 5.8  | 2.7  |
| F           | 13          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      | 7.0  | 7.4 | 6.7 | 7.3 | 6.7  | 3.9  | 1.3  |
| G           | 16          |                                             |       |       |      |       |      |      |      | 6.1  | 7.0  | 6.6 | 6.0 | 5.4 | 3.9  | 2.1  | 1.6  |
| H           | 25          |                                             |       |       |      |       |      |      | 5.3  | 6.0  | 6.3  | 6.1 | 4.4 | 3.8 | 2.3  | 2.6  | 1.9  |
| J           | 35          |                                             |       |       |      |       |      | 4.3  | 5.2  | 5.3  | 5.9  | 4.7 | 3.1 | 2.3 | 2.7  | 3.2  | 3.2  |
| K           | 50          |                                             |       |       |      |       | 3.7  | 3.6  | 4.1  | 4.4  | 4.0  | 3.0 | 1.5 | 2.3 | 2.7  | 4.0  | 2.4  |
| L           | 70          |                                             |       |       |      | 3.2   | 3.4  | 3.0  | 3.7  | 3.2  | 2.9  | 1.7 | 1.7 | 2.6 | 3.9  | 4.0  |      |
| M           | 95          |                                             |       |       | 2.3  | 2.9   | 2.7  | 2.5  | 2.5  | 2.2  | 1.6  | 2.0 | 1.9 | 3.6 |      |      |      |
| N           | 125         |                                             |       | 1.6   | 2.2  | 2.5   | 2.5  | 1.7  | 1.8  | 1.3  | 2.1  | 2.5 | 2.8 | 3.7 |      |      |      |
| P           | 160         |                                             | 1.3   | 1.8   | 2.0  | 2.5   | 1.9  | 1.3  | 1.1  | 1.8  | 3.0  | 4.1 | 3.0 |     |      |      |      |
| Q           | 200         | 1.2                                         | 1.2   | 1.5   | 1.8  | 1.7   | 1.3  | 0.7  | 1.5  | 2.3  | 4.4  |     |     |     |      |      |      |
| R           | 250         | 1.2                                         | 1.0   | 1.5   | 1.4  | 1.4   | 0.9  | 1.1  | 2.2  | 3.9  | 5.2  |     |     |     |      |      |      |

NOTE: The producer's risk is the probability of not accepting a given lot when the process fraction nonconforming is equal to the AQL.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

26

## Iso 3951: ejemplos

### Ejemplo (1 / II): Método $\sigma$ multivariante

En una BDG se ha especificado un error máximo de 1,65m para cada una de las componentes posiciones planimétricas. Se considera que  $\sigma = 0,5m$  para cada una de esas componentes.

Hipótesis:

- Que cada lote se compone de 100 unidades.
- Que las 2 características son independientes.
- Que el AQL requerido es el 4 %.

**Método  $\sigma$  estándar multivariado para 2 características de la calidad independientes**

## Iso 3951: ejemplos

### Ejemplo (2 / II)

Con ayuda de la Tabla E-1 ( $f\sigma$ ), se analiza la MPSD:

$$MPSS(x) = (Ls - Li) * f\sigma = (1,65 + 1,65) * 0,223 = 0,7359$$

$$MPSS(y) = (Ls - Li) * f\sigma = (1,65 + 1,65) * 0,223 = 0,7359$$

Como la variabilidad está acotada por la MPSD ( $\sigma < MPSD$ ), se puede proseguir con los cálculos.

Tabla A-1, con N=100 y Nivel II, se obtiene letra código **F**

Tabla A-2, con letra código F se obtiene **n=8**

**Con esta información ya se puede tomar la muestra de 8 elementos**

## Iso 3951: ejemplos

### Ejemplo (3 / II)

Se calculan los estadísticos Q de Calidad:

$$Q_{S(X)} = \frac{L_S - \mu_X}{\sigma} = (1,65 - (-0,75)) / 0,5 = 3,45 \quad Q_{I(X)} = \frac{\mu_X - L_I}{\sigma} = (-0,75 - 1,65) / 0,5 = 3,15$$

Para la Y, se obtiene:  $Q_S(Y) = 4,69$  ;  $Q_I(Y) = 1,91$

Tabla G-1, con "F" y AQL=4 %  $\rightarrow P^* = 0,1154$

Según el apartado K.2.2 de la norma,  $P^{\wedge} = P_S + P_I$

Para X:  $P_S = 0,000112$ ;  $P_I = 0,000379$ ;  $P_X = 0,000492$

Para Y:  $P_S = 0,000000$ ;  $P_I = 0,020582$  ;  $P_Y = 0,020582$

## Iso 3951: ejemplos

### Ejemplo (4 / II)

La fracción de no conformidad estimada para las dos características de la Clase A es:

$$P = 1 - (1 - P_X)(1 - P_Y) = 0,021064$$

Como  $P < P^*$ , se ACEPTA el Lote

Esto se aplica Lote a Lote

AEN/CTN 148  
AENOR

## Iso 3951: ejemplos

### Ejemplo (5 / II)

| Variable | Limites (m) | Media (m) | $\sigma$ (m) | Tipo      | $F_{\sigma}$ | Q    | $Q(n/(n-1))^2$ | P        | Clase |
|----------|-------------|-----------|--------------|-----------|--------------|------|----------------|----------|-------|
| X        | "U=+1.65"   | -0,075    | 0,5          |           | 0,223        | 3,45 | 3,688205       | 0,000113 |       |
|          | "L=-1.65"   |           |              |           |              | 3,15 | 3,367492       | 0,000379 |       |
|          |             |           |              | Combinado |              |      |                | 0,000492 | A     |
| Y        | "U=+1.65"   | -0,695    | 0,5          |           | 0,223        | 4,69 | 5,013821       | 0,000000 |       |
|          | "L=-1.65"   |           |              |           |              | 1,91 | 2,041876       | 0,020582 |       |
|          |             |           |              | Combinado |              |      |                | 0,020582 | A     |

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

31

AEN/CTN 148  
AENOR

## Iso 3951: ejemplos

· Values of  $f_{\sigma}$  for maximum process standard deviation for combined control of double specification limits: " $\sigma$ " method

| Acceptance quality limit<br>% nonconforming | $f_{\sigma}$ |
|---------------------------------------------|--------------|
| 0,010                                       | 0,125        |
| 0,015                                       | 0,129        |
| 0,025                                       | 0,132        |
| 0,040                                       | 0,137        |
| 0,065                                       | 0,141        |
| 0,10                                        | 0,147        |
| 0,15                                        | 0,152        |
| 0,25                                        | 0,157        |
| 0,40                                        | 0,165        |
| 0,65                                        | 0,174        |
| 1,0                                         | 0,184        |
| 1,5                                         | 0,194        |
| 2,5                                         | 0,206        |
| 4,0                                         | 0,223        |
| 6,5                                         | 0,243        |
| 10,0                                        | 0,271        |

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

32

### Iso 3951: ejemplos

AEN/CTN 148

AENOR

Table A.1 — Sample-size code letters and inspection levels

| Lot or batch size  | Special inspection levels |     |     |     | General inspection levels |    |     |
|--------------------|---------------------------|-----|-----|-----|---------------------------|----|-----|
|                    | S-1                       | S-2 | S-3 | S-4 | I                         | II | III |
| 2 to 8             | B                         | B   | B   | B   | B                         | B  | B   |
| 9 to 15            | B                         | B   | B   | B   | B                         | B  | C   |
| 16 to 25           | B                         | B   | B   | B   | B                         | C  | D   |
| 26 to 50           | B                         | B   | B   | C   | C                         | D  | E   |
| 51 to 90           | B                         | B   | C   | C   | C                         | E  | F   |
| 91 to 150          | B                         | B   | C   | D   | D                         | F  | G   |
| 151 to 280         | B                         | C   | D   | E   | F                         | G  | H   |
| 281 to 500         | B                         | C   | D   | E   | F                         | H  | J   |
| 501 to 1 200       | C                         | C   | E   | F   | G                         | J  | K   |
| 1 201 to 3 200     | C                         | D   | E   | G   | H                         | K  | L   |
| 3 201 to 10 000    | C                         | D   | F   | G   | J                         | L  | M   |
| 10 001 to 35 000   | C                         | D   | F   | H   | K                         | M  | N   |
| 35 001 to 150 000  | D                         | E   | G   | J   | L                         | N  | P   |
| 150 001 to 500 000 | D                         | E   | G   | J   | M                         | P  | Q   |
| 500 000 and over   | D                         | E   | H   | K   | N                         | Q  | R   |

NOTE 1 The sample-size code letters and inspection levels in this part of ISO 3951 correspond to those given in ISO 2859-1.

Table A.2 — Sample sizes for sample-size code letters and inspection method

| Sample-size code letter | "s" method                      |                    | "d" method                      |                    | Equivalent attributes sample size in ISO 2859-1 |                    |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------|--------------------|
|                         | Normal and tightened inspection | Reduced inspection | Normal and tightened inspection | Reduced inspection | Normal and tightened inspection                 | Reduced inspection |
| B                       | 3                               | 3                  | 2                               | 2                  | 3                                               | 2                  |
| C                       | 4                               | 3                  | 3                               | 2                  | 5                                               | 2                  |
| D                       | 6                               | 3                  | 4                               | 2                  | 8                                               | 3                  |
| E                       | 9                               | 4                  | 5                               | 3                  | 13                                              | 5                  |
| F                       | 13                              | 6                  | 8                               | 4                  | 20                                              | 8                  |
| G                       | 18                              | 9                  | 10                              | 5                  | 32                                              | 13                 |
| H                       | 25                              | 13                 | 12                              | 6                  | 50                                              | 20                 |
| J                       | 35                              | 18                 | 15                              | 10                 | 80                                              | 32                 |
| K                       | 50                              | 25                 | 18                              | 12                 | 125                                             | 50                 |
| L                       | 70                              | 35                 | 21                              | 15                 | 200                                             | 80                 |
| M                       | 95                              | 50                 | 25                              | 18                 | 315                                             | 125                |
| N                       | 125                             | 70                 | 32                              | 21                 | 500                                             | 200                |
| P                       | 160                             | 95                 | 40                              | 25                 | 800                                             | 315                |
| Q                       | 200                             | 125                | 50                              | 32                 | 1250                                            | 500                |
| R                       | 250                             | 160                | 65                              | 40                 | 2000                                            | 800                |

NOTE The sample-size code letters and inspection levels in this part of ISO 3951 correspond to those given in ISO 2859-1.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

33

### Iso 3951: ejemplos

AEN/CTN 148

AENOR

Table G.1 — Form  $p^*$  single sampling plans for normal inspection (master table): "s" and "d" methods

| Code letter | Sample size | Acceptance quality limit (in percent nonconforming) |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |         |         |         |
|-------------|-------------|-----------------------------------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|---------|---------|---------|
|             |             | 0,01                                                | 0,015 | 0,025 | 0,04 | 0,065 | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,40 | 0,65 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 4,0     | 6,5     | 10,0    |
| B           | 3           | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 19,05   | 24,94   | 34,95   |
| C           | 4           | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 11,23   | 15,13   | 21,57   |
| D           | 6           | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 6,724   | 9,246   | 13,29   |
| E           | 9           | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 4,196   | 5,833   | 8,437   |
| F           | 13          | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 2,578   | 3,605   | 5,245   |
| G           | 18          | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 1,620   | 2,275   | 3,323   |
| H           | 25          | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 1,012   | 1,428   | 2,084   |
| J           | 35          | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 0,6299  | 0,8900  | 1,304   |
| K           | 50          | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 0,4021  | 0,5690  | 0,8395  |
| L           | 70          | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 0,2511  | 0,3553  | 0,5209  |
| M           | 95          | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 0,1593  | 0,2254  | 0,3304  |
| N           | 125         | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 0,1001  | 0,1421  | 0,2081  |
| P           | 160         | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 0,06265 | 0,08893 | 0,1302  |
| Q           | 200         | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 0,03998 | 0,05689 | 0,08333 |
| R           | 250         | ↓                                                   | ↓     | ↓     | ↓    | ↓     | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓    | ↓   | ↓   | ↓   | 0,03553 | 0,05209 | 0,07495 |

NOTE 1 The sample size code letters in this part of ISO 3951 correspond to those given in ISO 2859-1 and ISO 3951-1.

NOTE 2 Symbols: ↓ There is no suitable plan in this area; use the first sampling plan below the arrow. If the sample size equals or exceeds the lot size, carry out 100 % inspection.  
 ↑ There is no suitable plan in this area; use the first sampling plan above the arrow.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

34

## Iso 3951: ejemplos

AEN/CTN 148

AENOR

### Riesgo de usuario

Table K.2 — Consumer's risk quality (in percent) for normal inspection: "c" method

| Code letter | Sample size | Acceptance quality limit<br>% nonconforming |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
|-------------|-------------|---------------------------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|             |             | 0.01                                        | 0.015 | 0.025 | 0.04 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10.0 |
| B           | 2           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| C           | 3           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| D           | 4           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| E           | 6           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| F           | 8           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| G           | 10          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| H           | 12          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| J           | 15          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| K           | 18          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| L           | 21          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| M           | 25          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| N           | 32          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| P           | 40          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| Q           | 50          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| R           | 65          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |

NOTE The consumer's risk quality is the process fraction nonconforming at which 10 % of lots will be expected to be accepted

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

35

## Iso 3951: ejemplos

AEN/CTN 148

AENOR

### Riesgo de productor

Table L.2 — Producer's risk (in percent) for normal inspection: "c" method

| Code letter | Sample size | Acceptance quality limit<br>% nonconforming |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
|-------------|-------------|---------------------------------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
|             |             | 0.01                                        | 0.015 | 0.025 | 0.04 | 0.065 | 0.10 | 0.15 | 0.25 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 2.5 | 4.0 | 6.5 | 10.0 |
| B           | 2           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| C           | 3           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| D           | 4           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| E           | 6           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| F           | 8           |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| G           | 10          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| H           | 12          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| J           | 15          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| K           | 18          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| L           | 21          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| M           | 25          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| N           | 32          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| P           | 40          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| Q           | 50          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |
| R           | 65          |                                             |       |       |      |       |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |      |

NOTE The producer's risk is the probability of not accepting a given lot when the process fraction nonconforming is equal to the AQL.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

36

## Iso 3951: conclusiones

### Resumen

|             | Estándar                          | ISO 3951        |
|-------------|-----------------------------------|-----------------|
| Aplicación  | Procedencia                       | ISO             |
|             | Año                               | 2006            |
|             | Aspectos formales                 | Si              |
|             | Tipo                              | ISO 3951        |
|             | Hoja, serie, lote...              | Lote            |
|             | Aislado o en flujo                | Flujo (aislado) |
| Muestreo    | Escala                            | --              |
|             | Elemento de control (puntos)      | --              |
|             | Tamaño muestra                    | Si              |
|             | Tipo puntos (descripción)         | --              |
|             | Guía distribución espacial puntos | Si              |
|             | Sub regiones                      | Si              |
| Exactitud   | Precisión de muestreo             | x10             |
|             | Absoluta                          | --              |
| Hipótesis   | Relativa                          | --              |
|             | Contrastes hipótesis básicas      | ISO 5479        |
|             | Normalidad implícita              | Si              |
|             | Outliers                          | Si              |
| Estimadores | Sesgo                             | --              |
|             | EMS                               | --              |
|             | M y $\sigma$                      | Si              |
| Control     | Planimetría                       | --              |
|             | Altimetría                        | --              |
|             | 3D                                | --              |
| Resultados  | Desplaza X, Y para Z              | --              |
|             | Circular, X, Y                    | --              |
|             | Categorías exactitud              | --              |
|             | MDT                               | --              |
| Otros       | Expresión                         | --              |
|             | Información general               | Si              |
|             | Probabilidad resultado            | Si              |
|             | Incertidumbre método              | Si              |
|             | Valoración Global                 | --              |

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

37

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Iso 3951: conclusiones

### Conclusiones (I)

Cambio de paradigma

Método aparentemente complejo, pero muy versátil

Distintos niveles y rigores de inspección que dan versatilidad

Lenguaje y métodos comunes con otras industrias.

Gran experiencia en su aplicación en entornos de la producción industrial.

Explicita los riesgos del productor y adquiriente o usuario.

Permite trabajar lote a lote.

Permite trabajar con S o con  $\sigma$

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

38

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

## Iso 3951: conclusiones

### Conclusiones (II)

Lenguaje y métodos comunes con otros controles de la Información Geográfica.

Pare que existe cierta experiencia de aplicación a este ámbito en otras instituciones cartográficas.

Problema de pasar de interpretar la calidad posicional como metros (RMSE) y nivel de confianza, a interpretarla ligada a AQL (NCA).

No está pensado para trabajar con perspectiva circular o esférica, sólo como componentes independientes.

Problema en definir un lote.



2ª Reunión del  
**Grupo de Trabajo**  
Madrid, 10 marzo de 2008

**Resultados cuestionario**  
José Luis García Balboa

Asociación Española de Normalización  
Comité Técnico Normalización 148  
Información Geográfica AEN/CTN 148

AENOR



**Cuestionario**

AEN/CTN 148  
AENOR

**1. Diseño y envío**

- Diseño inicial en España.
- Presentada al GT de calidad del CTN 148.
- Presentada en Madrid en 03/2007 al Expert Group on Quality (ExG-Q) de Eurogeographics.
- Revisada por expertos Eurogeographics.
- Desde Eurogeographics se envía encuesta a todos los miembros en 10/2007.
- Primer plazo: 15/11/2007. Segundo plazo: 17/12/2007.

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

2



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

---

### 1. Diseño y envío

- Presentado el cuestionario en la Comisión de Normas Cartográficas del CSG en 11/2007.
- Alguna encuesta más en enero/febrero de 2008.

---

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

3



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

---



- España (varias instituciones)
- Francia
- Reino Unido
- Austria
- Eslovenia
- Finlandia
- Noruega
- República Checa
- Suecia

---

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

4



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

---

### 2. Respuestas recibidas

- Total de respuestas: **20**.
- Por tipo de **producto**
  - Topográficos: 10
  - Catastral: 2
  - Ortofotografías: 5
  - MDE: 2
  - Topográfico + catastral: 1
- Por **componente**
  - Planimetría: 18
  - Altimetría/MDE: 9
- Por **estructura**
  - Hojas: 10
  - Continuo: 7
  - Hojas + continuo: 2
  - Otras: 1

---

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

5



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

---

### 2. Respuestas recibidas

- Por **resoluciones / escalas**
  - MDE
    - 5 m: 2
  - Ortofotomapa
    - 0,5 m: 4
    - 0,25 m: 1
  - Topográficos
    - 0,1 m: 1
    - 1/5000: 5
    - 1/10000: 1
    - 1/50000: 2
    - 1/500, 1/5000: 1
    - 1/1000, 1/2000, 1/5000: 1
    - 1/1250, 1/2500, 1/10000: 1
    - 1/5000, 1/10000: 1

---

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

6



## Cuestionario

AEN/CTN 148

AENOR

### 3. Apartados del cuestionario

1. Identificación de la institución
2. Identificación del producto
3. Proceso de control y aceptación  
¿EMAS, NSSDA...? ¿(X, Y)(XY)(XYZ)? ¿categorías? ¿absoluta, relativa?
4. Elementos de control  
¿puntos, líneas, áreas? ¿condiciones? ¿estratificación?
5. Muestra  
¿tamaño? ¿criterios?

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

7



## Cuestionario

AEN/CTN 148

AENOR

### 3. Apartados del cuestionario

6. Estadística  
¿precisión del control? ¿normalidad? ¿contrastes de normalidad, aleatoriedad? ¿atípicos? ¿sesgo?...
7. Resultados  
¿probabilidad? ¿expresión?
8. Documentación

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

8



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

**4. Resultados ortofotomapas**

5 respuestas

- **Proceso de control**
  - No contesta: 3
  - NSSDA: 2
  - XY conjunto: 0
  - X, Y independiente: 3
  - Ambas: 2
  - Z independiente: 1
  - Categorías: 0
  - Posición absoluta: 4
  - Posición relativa: 0
  - Ambas: 1
  - Aplicado a serie: 1
  - Aplicado a hoja: 0
  - Aplicado a lote aislado: 3
  - Aplicado lote a lote: 1

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

9

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



**4. Resultados ortofotomapas**

- **Elementos de control (planimetría)**
  - Puntos: 5
  - Líneas: 0
  - Áreas: 0
  - Puntos y líneas: 0
  - Puntos, líneas y áreas: 0
  - Estratificación: 0
  - Condiciones: 4
- **Elementos de control (altimetría)**
  - Puntos: 1
  - Líneas: 0
  - Áreas: 0
  - Puntos y líneas: 0
  - Puntos, líneas y áreas: 0
  - Estratificación: 0
  - Condiciones: 1

5 respuestas

1 respuestas

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

10

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



### 4. Resultados ortofotomapas

- **Muestra (planimetría)**
  - Tamaño
    - No contesta: 2
    - 50-100 puntos en lote: 2
    - 10% ortos, 10 ptos: 1
  - Criterio distribución:
    - No contesta: 2
    - Sí especificado: 1
    - Homogéneo: 2

- **Muestra (altimetría)**
  - Tamaño
    - No contesta: 1
  - Criterio distribución:
    - No contesta: 1
    - Homogéneo: 0

5 respuestas

1 respuestas

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

11



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



### 4. Resultados ortofotomapas

- **Estadística (planimetría)**
  - Precisión control:
    - 2x: 2
    - 5x: 1
  - Normalidad implícita: 3
  - Contrastes hipótesis
    - Normalidad: 1
    - Aleatoriedad: 0
    - Ambas: 0

- Gestión de atípicos: 2
- Gestión del sesgo: 1
- Medida de la exactitud
  - ISO 19138:
  - RMSE: 4
  - Media: 1
  - Desviación estándar: 1
- Incertidumbre método: 2

5 respuestas

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

12



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



4. Resultados ortofotomapas

5 respuestas

- **Expresión resultados (planimetría)**
  - Probabilidad:
    - 95%: 2
  - Expresión:
    - Frase: 3

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

13



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



5. Resultados topográficos/catastrales

13 respuestas

- **Proceso de control**
  - No contesta: 6
  - NSSDA: 2
  - ISO 3951: 1
  - STANAG 2215: 1
  - Normativa propia: 3
  - XY conjunto: 10
  - X, Y independiente: 2
  - Ambas: 0
  - No contesta: 1
  - Z independiente: 6
  - Categorías: 4
  - Posición absoluta: 8
  - Posición relativa: 2
  - Ambas: 3
  - Aplicado a serie: 4
  - Aplicado a hoja: 1
  - Aplicado a lote aislado: 7
  - Aplicado lote a lote: 0

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

14



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



### 5. Resultados topográficos/catastrales

| Elementos de control (planimetría)                                                                                                                                                                          | Elementos de control (altimetría)                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>Puntos: 5</li><li>Líneas: 1</li><li>Áreas: 0</li><li>Puntos y líneas: 2</li><li>Puntos, líneas y áreas: 2</li><li>Estratificación: 3</li><li>Condiciones: 9</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>Puntos: 7</li><li>Líneas: 0</li><li>Áreas: 0</li><li>Puntos y líneas: 0</li><li>Puntos, líneas y áreas: 0</li><li>Estratificación: 2</li><li>Condiciones: 3</li></ul> |

13 respuestas

6 respuestas

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

15



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



### 5. Resultados topográficos/catastrales

13 respuestas

| Muestra (planimetría)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>Tamaño mínimo<ul style="list-style-type: none"><li>No contesta: 4</li><li>16 puntos / hoja: 1</li><li>No tiene mínimo: 1</li><li>ISO 3951: 3</li><li>20 km de líneas/lote: 1</li><li>&gt; 100 puntos / serie: 2</li><li>&gt; 2000 puntos / BDG: 1</li></ul></li><li>Criterio distribución:<ul style="list-style-type: none"><li>No contesta: 3</li><li>Sí especificado: 3</li><li>Homogéneo: 7</li></ul></li></ul> |

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

16



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

**6 respuestas**

**5. Resultados topográficos/catastrales**

- **Muestra (altimetría)**
  - Tamaño mínimo
    - No contesta: 2
    - 16 puntos / hoja: 1
    - ISO 3951: 1
    - 400 puntos / lote: 1
    - > 3000 puntos / BDG: 1
  - Criterio distribución:
    - No contesta: 1
    - Sí especificado: 1
    - Homogéneo: 4

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

17

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

**13 respuestas**

**5. Resultados topográficos/catastrales**

- **Estadística (planimetría)**
  - Precisión control:
    - 1,5x: 1
    - 2x: 1
    - 3x: 2
    - 5x: 2
    - 10x: 1
    - No contesta: 6
  - Normalidad implícita: 8
  - Contrastes hipótesis
    - Normalidad: 1
    - Aleatoriedad: 2
    - Ambas: 2
  - Gestión de atípicos: 7
  - Gestión del sesgo: 3
  - Medida de la exactitud
    - ISO 19138: 2
    - RMSE: 5
    - Media: 2
    - Desviación estándar: 2
    - CE90: 2
  - Incertidumbre método: 3

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

18

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



**5. Resultados topográficos/catastrales**

6 respuestas

- **Estadística (altimetría)**
  - Precisión control:
    - 3x: 2
    - 5x: 1
    - 10x: 1
    - No contesta: 2
  - Normalidad implícita: 5
  - Contrastes hipótesis
    - Normalidad: 1
    - Aleatoriedad: 1
    - Ambas: 0
  - Gestión de atípicos: 5
  - Gestión del sesgo: 2
  - Medida de la exactitud
    - ISO 19138: 1
    - RMSE: 3
    - Media: 1
  - Incertidumbre método: 1

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

19



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR



**5. Resultados topográficos/catastrales**

- **Expresión resultados (planimetría)**
  - Probabilidad:
    - 68%: 1
    - 90%: 3
    - 95%: 4
    - 99%: 1
  - Expresión:
    - Frase: 7
- **Expresión resultados (altimetría)**
  - Probabilidad:
    - 68%: 1
    - 90%: 1
    - 95%: 3
  - Expresión:
    - Frase: 3

13 respuestas

6 respuestas

Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales

2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008

20



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

---

### 6. Resultados MDE

- **Dos respuestas:**
  - NSSDA: 1  
no contesta: 1
  - Precisión absoluta: 1  
Precisión datos en malla: 1
  - Lote a lote: 1  
Lote aislado: 1
  - Muestra de 50 puntos, no estratificados, en el lote.
  - Distribución aleatoria, pero se incide en zonas de cambio brusco.
  - Control a 5x
  - Normalidad implícita
  - Gestión de atípicos y sesgo
  - RMSE, prob 95%
  - Resultado mediante frase

---

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

21

*2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008*



## Cuestionario

AEN/CTN 148  
AENOR

---

### 7. Otros sondeos

- Tesis doctoral Alan Atkinson (2005):
  - Baja tasa de éxito en respuestas recibidas.
  - Recelos a contestar.
  - Algunos resultados:
    - Australia: test propio, planimetría
    - Bélgica: NMAS, planimetría y altimetría
    - Hungría: test propio, planimetría y altimetría

---

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

22

*2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008*



## Cuestionario

AEN/CTN 148

AENOR

### 7. Otros sondeos

- Tesis de Marcelo Nero (2005).
  - Más uniformidad que en Europa.
  - Siguen modelos de EE.UU. (NSSDA) o del IPGH.
  - Cierta adaptación, según la realidad geográfica y económica.
  - Claro interés por mantenerse actualizados y mejorar procesos.
  - Algunos resultados.
    - NSSDA: Uruguay, Méjico, Colombia
    - IPGH: Ecuador
    - NMAS: Brasil, Argentina.

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

*2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008*

23



## Cuestionario

AEN/CTN 148

AENOR

### 8. CONCLUSIONES

- Incidir en aquellos cuestionarios con **parte sin contestar**.
- **Caso más común** (topográficos y ortofotomapas):
  - XY conjunto, posición absoluta, lote aislado
  - elementos puntuales, distribución homogénea
  - 3x-5x, normalidad implícita, gestión de atípicos
  - RMSE, 95%, frase
- **No** suelen aplicarse **métodos “establecidos”** o no se citan.
- De los métodos establecidos: NSSDA, ISO 3951, STANAG

*Proyecto de norma sobre evaluación de la componente posicional los datos espaciales*

*2ª Reunión Grupo de Trabajo / Madrid Marzo 2008*

24



## Cuestionario

AEN/CTN 148

AENOR

### 7. CONCLUSIONES

- Control mediante elementos **lineales** en Francia.
- **Muestra** de tamaño muy variable, no se suele estratificar.
- Los **atípicos** se suelen detectar, pero ¿se gestionan?
- El **sesgo** no se suele gestionar.
- No se suelen analizar la **aleatoriedad** y la **normalidad**.
- No se suele conocer la **incertidumbre del método**.
- Más homogeneidad en Sudamérica que en Europa.