

INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO DEL ERROR RELATIVO EN LA GENERACIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Jorge del Río San José

Delegación Territorial de Valladolid. Servicio Territorial de Medio Ambiente. e-Mail: riosanjo@jcyv.es

RESUMEN

Conocer la exactitud temática de un conjunto de datos espacial es esencial para lograr una adecuada elección de la fuente de datos a emplear. En el presente artículo se propone una sencilla metodología que permite conocer el error relativo con el que podemos caracterizar la exactitud temática de un conjunto de datos sea vectorial o raster, y con independencia de la forma en la que fueron capturados los datos. Para ilustrar esta metodología se ha utilizado como ejemplo la parrilla de satélites ópticos comerciales disponibles en el período 2005-2010. El método propuesto permite obtener una solución simple al problema del cálculo de la exactitud temática siempre que se cumplan dos hipótesis: la estabilidad del coeficiente de variación y el diseño sistemático de las fuentes cartográficas empleadas.

PALABRAS CLAVE.

Metadatos, Análisis cuantitativo de superficies, Sensores remotos. Exactitud temática, SIG híbridos

ABSTRACT

Knowing the thematic accuracy of a spatial set of information is essential to achieve a suitable election of the data source to use. In the present article propose a simple methodology that allows to know the relative error with which we prune characterizing the thematic accuracy of a set of information is vectorial or raster, and with independence of the form in to that the information was captured. To illustrate this methodology there has been in use as example the gridiron of optical commercial available satellites in the period 2005-2010. The proposed method allows a simple solution to the problem of the calculation of the thematic accuracy providing that two hypotheses are fulfilled: the stability of the coefficient of variation and the systematical design of the cartographic used sources.

KEYWORD:

Metadata, Quantitative Analysis of surfaces, Remote Sensors. Thematic accuracy, Hybrid SIG

INTRODUCCION

Los metadatos permiten a los productores de un conjunto de datos comunicar la calidad de la información cartográfica a los usuarios. De esta manera los metadatos se convierten en uno de los criterios de elección de una fuente cartográfica concreta.

Dentro de los metadatos, los estándares que permiten estimar la exactitud posicional de las entidades incluidas en las bases de datos georeferenciadas son bien conocidos (FGDC, 1999). Sin embargo, la exactitud temática ha tenido poca desarrollo. Las causas hay que buscarlas principalmente en la dificultad técnica y el coste económico asociado a su obtención. Lo que conlleva en muchas ocasiones la aparición de un cierto grado de incertidumbre y duda sobre la bondad de la cartografía que vamos a emplear.

La exactitud temática se define como el grado de cercanía de un atributo, con el que caracterizamos a una entidad geográfica, a su valor verdadero. Este diferencial, entre el valor reflejado en el modelo cartográfico y el terreno, es la medida de la exactitud temática. Puede ser evaluada en términos de error relativo, para conocer su valor se han desarrollado dos enfoques:

- En datos cualitativos la escala de medida subyacente es nominal u ordinal. En este caso el cálculo se realiza a través del modelo de concordancia (COHEN, 1968) basado en el índice Kappa que evalúa la bondad de la clasificación efectuada. También se han realizado esfuerzos basados en lógica borrosa. (TRAN et al, 2005)
- En datos cuantitativos la escala de medida subyacente es de índice o de intervalo. En este supuesto el cálculo se aborda por métodos probabilísticas, generalmente basados en la aproximación normal de la distribución binomial.

En ambos casos es preciso diseñar y ejecutar test de control para obtener el valor de la exactitud temática, bien sea en campo o a partir de cartografía de mayor exactitud temática, circunstancias no siempre disponibles económica y técnicamente. Otro problema añadido es que cada variable temática tiene una dispersión o variabilidad en el territorio que dificulta la comparación a partir de métodos de cálculo de la exactitud temática dispares. Por último señalar que las metodologías de cálculo que se diseñen deben hacer frente a dos retos de reciente aparición:

En primer lugar, el desarrollo de aplicaciones informáticas de SIG, el cual esta girando hacia aplicaciones híbridas que aúnan datos en formato vectorial y en formato rejilla (GLEMSER, M. & FRISCH. 1998). En segundo lugar, la creciente integración en un SIG de datos obtenidos de distintas fuentes, primarias y secundarias. En ambos casos es necesario determinar la exactitud temática bajo una metodología común aplicable a los distintos modelos de archivo y a la variedad de fuentes de datos empleadas hoy en día. Su desarrollo permite establecer una sólida base para la comparación de fuentes y sin lugar a dudas es importante en la estimación de la propagación de errores.

OBJETIVOS

En el presente artículo se propone una sencilla metodología que permite conocer el error relativo con el que podemos caracterizar la exactitud temática de un conjunto de datos sea vectorial o raster, y con independencia de la forma en al que fueron capturados los datos.

MATERIAL Y METODOS

Los métodos de captura de la información cartográfica se pueden caracterizar como el número de elementos de muestreo efectuado por superficie N . Este índice reduce a una base común el esfuerzo inventarial ya sea puntos, transectos o parcelas inventariadas o estén registrados como píxeles en formato rejilla o puntos, líneas o recintos en el caso del formato vectorial. Su unidad de medida es la cantidad de entidades muestreadas por superficie.

Cada elemento de muestreo es el punto representativo de un área inventariada cuyo tamaño, A , está fijado por la estabilización de la relación exponencial, de coeficientes k , c .

$$Cv = k A^{-c} \quad (1)$$

Suponiendo un diseño de captura sistemático que recubra todo el territorio cartografiado como una rejilla, el error asociado se determina a través de la conocida expresión.

$$\varepsilon = t \cdot Cv \cdot \sqrt{\frac{3}{2 \cdot N}} \quad (2)$$

Donde:

t es el estadístico de la distribución de Student, que depende del tamaño de la población y de la probabilidad elegida. Fijando un 5% de error muestral, el valor de t es próximo a 1,96.

Cv , es el coeficiente de variación expresado en porcentaje. Resulta del cociente entre la desviación típica y la media.

N , es la cantidad de muestro por unidad de superficie.

ε es el error relativo en porcentaje de la exactitud temática.

Conocido el valor del coeficiente de variación de los datos Cv y el número de puntos de muestreo N se calcula el valor del error de la exactitud temática ε .

El coeficiente de variación Cv se calcula partir de muestreos pilotos en campo o datos bibliográficos de estudios similares efectuados sobre la variable objeto de análisis.

Para ilustrar esta metodología se ha utilizado como ejemplo la parrilla recogida en la tabla nº 1 de los satélites ópticos comerciales disponibles en el periodo 2005-2010 (LOMBA, 2007). Aplicando la fórmula (2) se obtiene unas gráficas que nos informan de la exactitud temática esperada en función del coeficiente de variación de la calidad territorial que estemos analizando.

RESULTADOS

Los sensores que se incluyen en el segmento de muy alta resolución ofrecen altas exactitudes temáticas para un amplio abanico de dispersión en la variable analizada. Los satélites de alta resolución ofrecen errores del 1% como máximo siempre que la variable presente un coeficiente de variación inferior al 50%. La baja pendiente de las rectas obtenidas para este segmento de sensores demuestra su amplia versatilidad y la amplia

elasticidad de anisotropía que admiten. Los satélites de resolución alta y media alcanzan errores del 5% y del 20% respectivamente para esa misma variabilidad. (figura 1)

La exactitud temática en función del coeficiente de variación varía dentro de segmento de satélites analizado: muy alta resolución (tabla 2, figura 2), alta resolución (tabla 3, figura 3) y media resolución (tabla 4, figura 4).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El método propuesto permite una aproximación a la solución del problema del cálculo de la exactitud temática siempre que se cumplan dos hipótesis: la estabilidad del coeficiente de variación y el diseño sistemático de la captura de datos en las fuentes cartográficas empleadas.

- La reducción de las unidades de muestro a puntos por unidad de superficie es una aproximación apta para reducir las características de diversas fuentes cartográficas a un denominador común, siempre que se verifique previamente la estabilización del coeficiente de variación en función del tamaño del área muestreada.
- El método planteado se puede extender a otras formas de elaboración de la cartografía no sistemáticas como la aleatoria o la estratificada, empelando las ecuaciones habituales del diseño de este tipo de muestreo.

El conocimiento del coeficiente de variación es crítico para determinar la exactitud temática. En su aplicación inversa el método permite responder a cuestiones tales como que tipo de variables es posible medir con una fuente cartográfica concreta, a partir del un numero de puntos N dado y del error admisible ϵ .

Cada sensor remoto y cada segmento de resolución ofrece errores admisibles para una ventana de coeficientes de variación concreta. La aplicación práctica propuesta ofrece un criterio basado en el error temático admisible, para seleccionar los productos obtenidos por los sensores remotos en función de las características de la variable objeto de estudio. La utilización de estos nomogramas constituye una herrameinta de utilidad para elegir sensores y caracterizar producciones cartograficas basadas en ellos,

BIBLIOGRAFIA

COHEN J., 1968. *Weighted kappa: Nominal scale agreement with provision for scaled disagreement or partial credit*. Psychol Bull. 70: 213-220

[LOMBA, J. 2007 Sistema Español de Observación de la Tierra por satélite III Jornada de Cartografía de Castilla y León. Valladolid, 7 de febrero de 2007](#)

GLEMSER, M. & FRISCH . 1998. *Data Uncertainty in a Hybrid GIS*. IAPRS VOI32, part 4 "GIS.between Visions and applications, Stuttgart, Germany,

FGDC. 1999.*Geospatial Positioning Accuracy Standard*. Virginia(U.S.), Minesota Planning, FGCD-STD-007-1998.

TRAN, L. T., J. D. WICKHAM, S. T. JARNAGIN, AND C. G. KNIGHT. 2005. *Mapping spatial thematic accuracy with fuzzy sets*. Photogrammetric engineering and remote sensing 71(1):29-36,

Tabla nº 1 SATÉLITES COMERCIALES ÓPTICOS DISPONIBLES EN EL PERIODO 2005-2010

Muy alta resolución

IKONOS -2, QUICKBIRD-2, ORBIEW-5, EROS A-1, EROS B-1, PLÉIADES-1, PLÉIADES-2, CARTOSAT-2, KOMPSAT-2, RESURS DK-1

Media resolución

LANDSAT-5, LANDSAT-7, EO-1, NPOESS-C1, TERRA (ASTER), SPOT-4, SAC-C, CBERS-2, BILSAT, ALSAT-1 (DMC), NIGERIASAT (DMC), DMC UK, TSINGHUA-1 (DMC), TIUNGSAT, PROBA, X-SAT, LAPAN-TUBSAT, MAROC-TUBSAT

Alta resolución

IRS 1C/1D RESOURCESAT-1 RESOURCESAT-2 CARTOSAT-1 SPOT-5 ROCSAT THEOS TOPSAT CHINA DMCCBERS-3 RAPIDEYE KOMPSAT-1 EKOSATRAZAKSATALOS

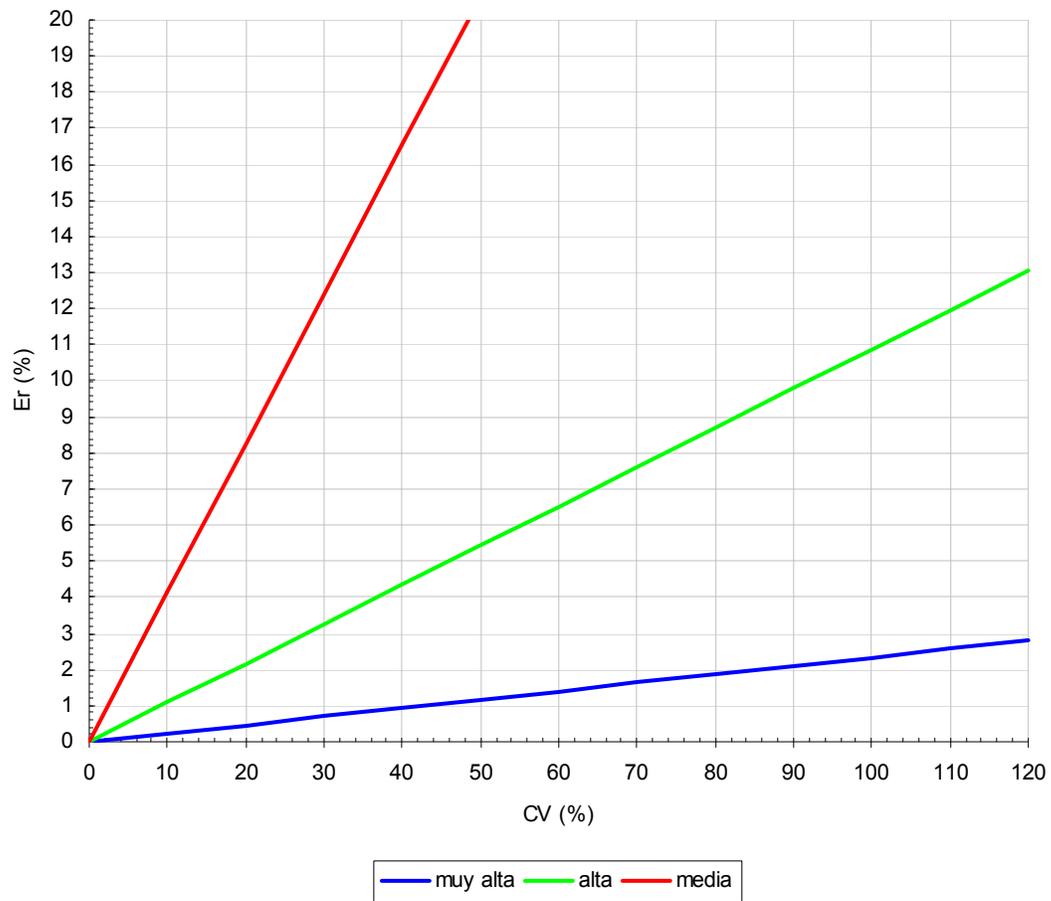


Figura 1. Comparación de la exactitud temática esperable de cada segmento de satélites en función de su resolución.

Resolución espacial (m)	N Puntos por superficie	Cv (%)											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
0.41	59488	0.10	0.20	0.30	0.39	0.49	0.59	0.69	0.79	0.89	0.98	1.08	1.18
0.70	20408	0.17	0.34	0.50	0.67	0.84	1.01	1.18	1.34	1.51	1.68	1.85	2.02
0.90	12346	0.22	0.43	0.65	0.86	1.08	1.30	1.51	1.73	1.94	2.16	2.38	2.59
1.00	10000	0.24	0.48	0.72	0.96	1.20	1.44	1.68	1.92	2.16	2.40	2.64	2.88
1.64	3718	0.39	0.79	1.18	1.57	1.97	2.36	2.76	3.15	3.54	3.94	4.33	4.72
1.80	3086	0.43	0.86	1.30	1.73	2.16	2.59	3.02	3.46	3.89	4.32	4.75	5.19
2.00	2500	0.48	0.96	1.44	1.92	2.40	2.88	3.36	3.84	4.32	4.80	5.28	5.76
2.40	1736	0.58	1.15	1.73	2.30	2.88	3.46	4.03	4.61	5.19	5.76	6.34	6.91
2.80	1276	0.67	1.34	2.02	2.69	3.36	4.03	4.70	5.38	6.05	6.72	7.39	8.07
3.00	1111	0.72	1.44	2.16	2.88	3.60	4.32	5.04	5.76	6.48	7.20	7.92	8.64
4.00	625	0.96	1.92	2.88	3.84	4.80	5.76	6.72	7.68	8.64	9.60	10.56	11.52

Tabla 2 Exactitud temática, expresada como error relativo en porcentaje de sensores remotos de muy alta resolución

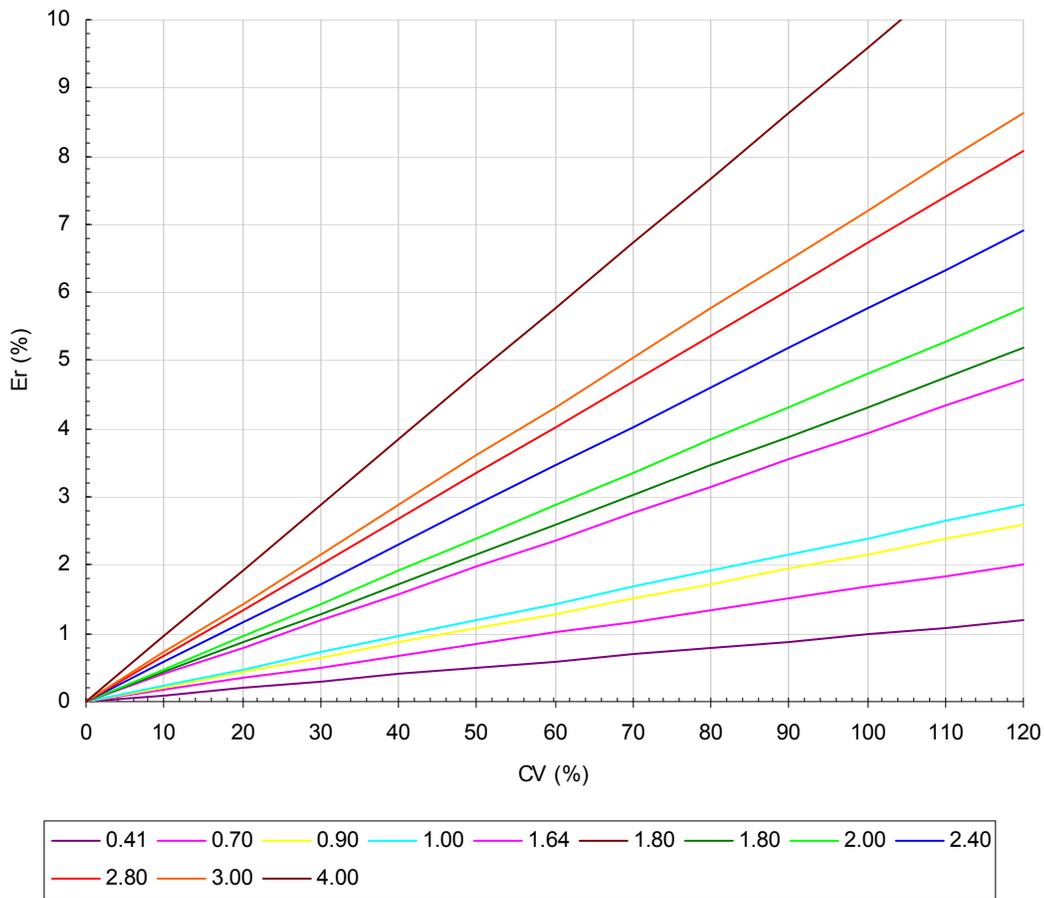


Figura 2. Nomograma para la selección de sensores remotos de resolución muy alta

Resolución espacial (m)	N Puntos por superficie	Cv (%)											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2	2500	0.48	0.96	1.44	1.92	2.40	2.88	3.36	3.84	4.32	4.80	5.28	5.76
2.5	1600	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.00	6.60	7.20
4	625	0.96	1.92	2.88	3.84	4.80	5.76	6.72	7.68	8.64	9.60	10.56	11.52
5	400	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	10.80	12.00	13.20	14.40
5.8	297	1.39	2.78	4.18	5.57	6.96	8.35	9.75	11.14	12.53	13.92	15.32	16.71
6.5	237	1.56	3.12	4.68	6.24	7.80	9.36	10.92	12.48	14.04	15.60	17.16	18.72
6.6	230	1.58	3.17	4.75	6.34	7.92	9.51	11.09	12.67	14.26	15.84	17.43	19.01
8	156	1.92	3.84	5.76	7.68	9.60	11.52	13.44	15.36	17.28	19.20	21.12	23.04
10	100	2.40	4.80	7.20	9.60	12.00	14.40	16.80	19.20	21.60	24.00	26.41	28.81
15	44	3.60	7.20	10.80	14.40	18.00	21.60	25.21	28.81	32.41	36.01	39.61	43.21
23.5	619	0.96	1.93	2.89	3.86	4.82	5.79	6.75	7.72	8.68	9.65	10.61	11.58
32	10	7.68	15.36	23.04	30.73	38.41	46.09	53.77	61.45	69.13	76.82	84.50	92.18
56	3	13.44	26.89	40.33	53.77	67.21	80.66	94.10	107.54	120.99	134.43	147.87	161.31
70	2	16.80	33.61	50.41	67.21	84.02	100.82	117.62	134.43	151.23	168.03	184.84	201.64

Tabla 3. Exactitud temática, expresada como error relativo en porcentaje de sensores remotos de alta resolución

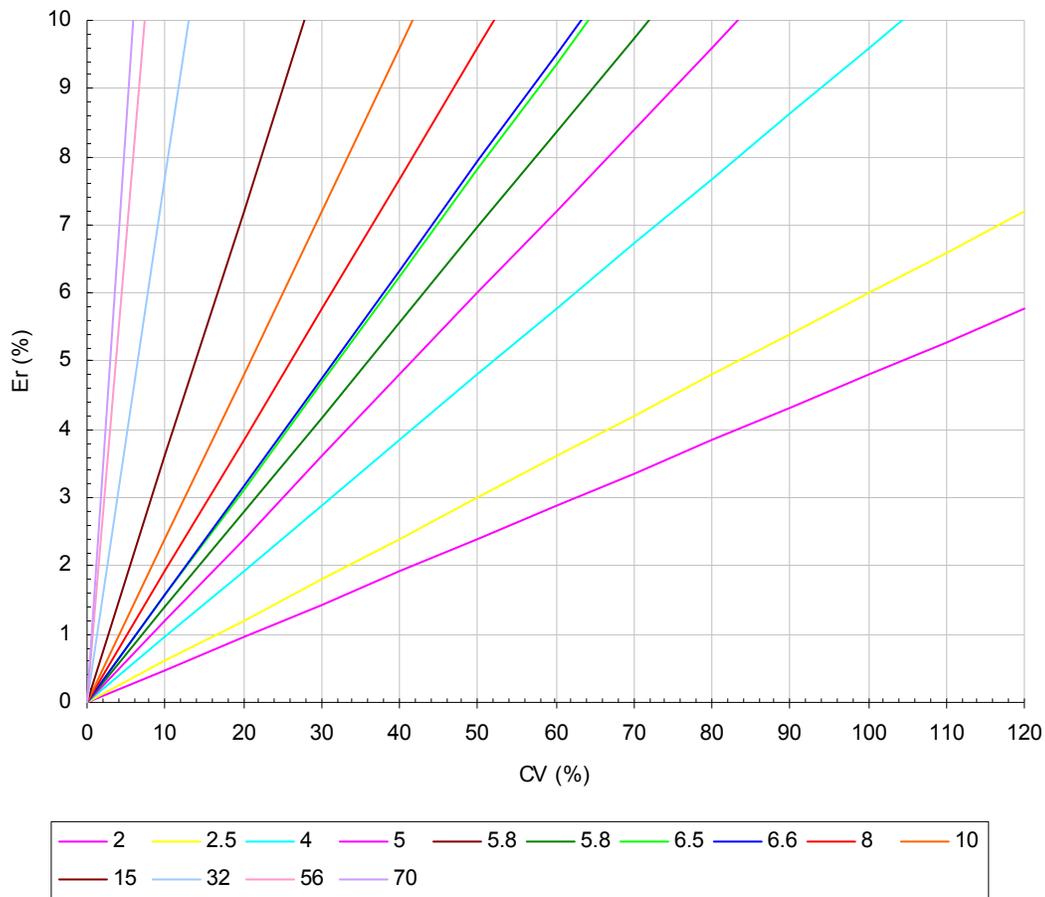


Figura 3. Nomograma para la selección de sensores remotos de resolución alta

Resolución espacial (m)	N Puntos por superficie	Cv (%)											
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
5	400	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00	7.20	8.40	9.60	10.80	12.00	13.20	14.40
10	100	2.40	4.80	7.20	9.60	12.00	14.40	16.80	19.20	21.60	24.00	26.41	28.81
12	69	2.88	5.76	8.64	11.52	14.40	17.28	20.16	23.04	25.93	28.81	31.69	34.57
15	44	3.60	7.20	10.80	14.40	18.00	21.60	25.21	28.81	32.41	36.01	39.61	43.21
22.5	20	5.40	10.80	16.20	21.60	27.01	32.41	37.81	43.21	48.61	54.01	59.41	64.81
26	15	6.24	12.48	18.72	24.97	31.21	37.45	43.69	49.93	56.17	62.41	68.65	74.90
30	11	7.20	14.40	21.60	28.81	36.01	43.21	50.41	57.61	64.81	72.01	79.22	86.42
30	11	7.20	14.40	21.60	28.81	36.01	43.21	50.41	57.61	64.81	72.01	79.22	86.42
32	10	7.68	15.36	23.04	30.73	38.41	46.09	53.77	61.45	69.13	76.82	84.50	92.18
39	7	9.36	18.72	28.09	37.45	46.81	56.17	65.53	74.90	84.26	93.62	102.98	112.34
45	5	10.80	21.60	32.41	43.21	54.01	64.81	75.62	86.42	97.22	108.02	118.82	129.63
50	4	12.00	24.00	36.01	48.01	60.01	72.01	84.02	96.02	108.02	120.02	132.03	144.03
80	2	19.20	38.41	57.61	76.82	96.02	115.22	134.43	153.63	172.84	192.04	211.24	230.45
80	2	19.20	38.41	57.61	76.82	96.02	115.22	134.43	153.63	172.84	192.04	211.24	230.45
90	1	21.60	43.21	64.81	86.42	108.02	129.63	151.23	172.84	194.44	216.04	237.65	259.25
120	1	28.81	57.61	86.42	115.22	144.03	172.84	201.64	230.45	259.25	288.06	316.87	345.67
150	0	36.01	72.01	108.02	144.03	180.04	216.04	252.05	288.06	324.07	360.07	396.08	432.09
160	41	3.74	7.47	11.21	14.95	18.69	22.42	26.16	29.90	33.63	37.37	41.11	44.84
175	0	42.01	84.02	126.03	168.03	210.04	252.05	294.06	336.07	378.08	420.09	462.10	504.10
200	0	48.01	96.02	144.03	192.04	240.05	288.06	336.07	384.08	432.09	480.10	528.11	576.12
300	0	72.01	144.03	216.04	288.06	360.07	432.09	504.10	576.12	648.13	720.15	792.16	864.18

Tabla 4. Exactitud temática, expresada como error relativo en porcentaje de sensores remotos de media resolución

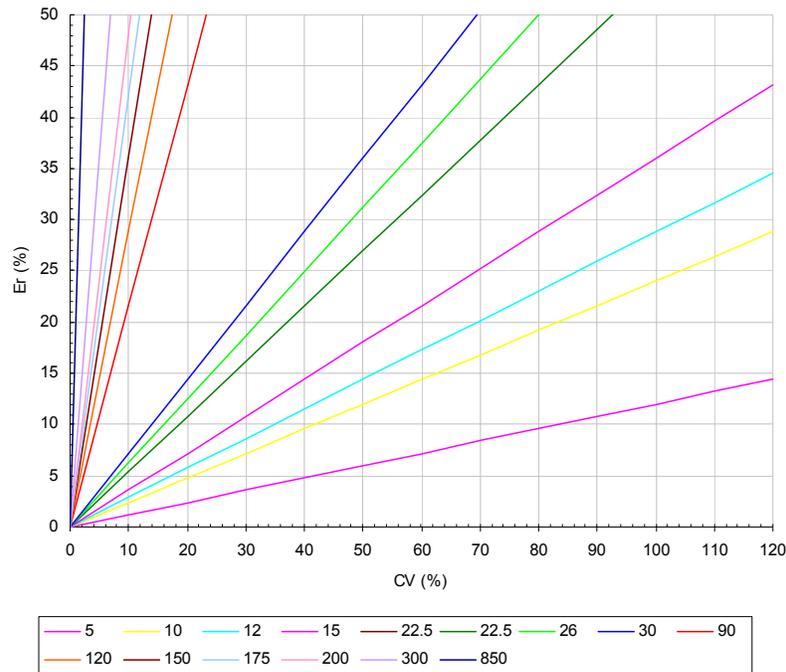


Figura 4. Nomograma para la selección de sensores remotos de resolución media