

# AENOR

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

AENOR autoriza el uso de este documento bajo licencia AC 40-09 a la **Universidad de Jaén** para el curso **Experto Universitario en Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica, 2ª Edición**. Este material no puede ser vendido ni distribuido a terceros. Cualquier cesión o reproducción parcial o total de los términos incluidos en la norma, por cualquiera de los medios de difusión existentes, sin el consentimiento expreso por escrito de AENOR, queda absolutamente prohibida.

AENOR autoriza el uso de este documento bajo licencia AC-40-09 a la UNIVERSIDAD DE JAÉN para el curso "Experto Universitario en Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica, 2ª Edición" Edición 1 de Enero 2010 al 31 de Agosto 2010

Imprime y edita: Instituto Español de Normalización (IRANOR) — Fernández de la Hoz, 52 - 28010 Madrid — Teléfono 410 49 61 — Reproducción prohibida

<p><b>NORMA ESPAÑOLA</b></p>	<p><b>Reglas y tablas de muestreo para la inspección por variables de los porcentajes de unidades defectuosas</b></p>	<p><b>UNE 66-030-84 ISO 3951</b></p>
----------------------------------	---	--

**INDICE**

**SECCION UNO: GENERALIDADES**

		<b>Página</b>
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACION .....	3
2	REFERENCIAS .....	4
3	DEFINICIONES Y SIMBOLOS .....	4
4	NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (NCA).....	7
5	CRITERIOS PARA EL CAMBIO DE LA INSPECCION NORMAL A RIGUROSA O REDUCIDA Y VICEVERSA .....	8
6	RELACIONES CON LA NORMA ISO 2859 (= UNE 66-020).....	9
7	PRODUCCION NO CONTINUA.....	10

**SECCION DOS: ELECCION DE UN PLAN DE MUESTREO**

8	GENERALIDADES SOBRE LA ELECCION DE UN PLAN.....	10
9	ELECCION ENTRE VARIABLES Y ATRIBUTOS.....	11
10	ELECCION DEL METODO .....	11
11	ELECCION DEL NIVEL DE INSPECCION Y DEL NCA.....	12
12	ELECCION DE UN PLAN DE MUESTREO.....	12

**SECCION TRES: APLICACION DE UN PLAN DE MUESTREO  
POR VARIABLES**

13	OPERACIONES PRELIMINARES .....	13
14	PROCEDIMIENTO NORMALIZADO PARA LA APLICACION DEL METODO "s" .....	14

*Continúa en páginas 2 a 124*

	<p>Las observaciones relativas a la presente norma deben ser dirigidas al IRANOR — Fernández de la Hoz, 52 - 280010 - Madrid</p>	<p>Equivalente a: ISO 3951 de 1981</p>
--	--	--

**UNE 66-030-84**

**Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent defective.**

**Règles et tables d'échantillonnage pour les contrôles par mesures des pourcentages de défectueux.**

Depósito legal: M 40343-84

Grupo 62

	Página	
15	PROCEDIMIENTO NORMALIZADO PARA APLICACION DEL METODO " $\sigma$ " .....	21
16	PROCEDIMIENTO PARA UNA INSPECCION CONTINUA.....	26
17	NORMALIDAD Y OBSERVACIONES ATIPICAS .....	26
18	REGISTRO DE LOS RESULTADOS .....	26
19	APLICACION DE LOS CRITERIOS PARA LOS CAMBIOS DEL TIPO DE INSPECCION.....	27
20	SUSPENSION DE LA INSPECCION .....	28
21	CURVAS DE ACEPTACION EN EL CASO DE LA INSPECCION RIGUROSA Y DE LA INSPECCION REDUCIDA .....	28
22	CAMBIO AL METODO " $\sigma$ " .....	28

#### SECCION CUATRO: TABLAS Y GRAFICOS

##### TABLAS

I-A	Letras, código y niveles de inspección .....	30
I-B	Letras, código y tamaños de muestra en una instalación normal ...	31
II-A	Planes de muestreo simples para la inspección normal (tabla general): método "s" .....	32
II-B	Planes de muestreo simples para la inspección rigurosa (tabla general): método "s" .....	33
II-C	Planes de muestreos simples para la inspección reducida (tabla general): método "s" .....	34
III-A	Planes de muestreo simples para la inspección normal (tabla general): método " $\sigma$ " .....	35
III-B	Planes de muestreo simples para la inspección rigurosa (tabla general): método " $\sigma$ " .....	36
III-C	Planes de muestreo simples para la inspección reducida (tabla general): método " $\sigma$ " .....	37
IV	Valores de f para la desviación típica máxima (DTM): método "s" .....	38
V (V-B a V-P)	Tablas y curvas características de los planes de muestreo (letras código B a P).....	39

##### GRAFICOS

A	Tamaño de las muestras de los planes de muestreo normalizados tales que, para calidades especificadas, las probabilidades de aceptación sean del 95 % y del 10 % . .....	53
s-D a s-P	Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados: método "s". .....	54

	Página
$\sigma$ -C a -P Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados: método " $\sigma$ " .....	66
 <b>ANEXOS</b>	
A Cálculo de s .....	79
B Teoría estadística .....	82
C Planes de muestreo por el método "R" .....	97
Bibliografía .....	124

## SECCION UNO: GENERALIDADES

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

#### 1.1 Objeto

**1.1.1** Esta norma internacional establece los planes y reglas de muestreo para la inspección por variables. Es complementaria de la norma ISO 2859 (= UNE 66-020). Cuando se especifique por la autoridad competente, esta norma internacional y la ISO 2859 (= UNE 66-020 ) pueden servir de referencia en las especificaciones de un producto o de un proceso, en los contratos, pautas o instrucciones de inspección o en cualquier otro documento, y sus instrucciones deben ser respetadas. La "autoridad competente" debe designarse en uno de estos documentos.

**1.1.2** El fin de los métodos contenidos en esta norma internacional es asegurar que los lotes de calidad aceptable tengan una probabilidad alta de ser aceptados mientras que la probabilidad de rechazar los lotes de calidad inferior sea lo más elevada posible.

**1.1.3** De acuerdo con la norma ISO 2859 (= UNE 66-020), el porcentaje de productos no conformes, o **porcentaje de unidades defectuosas**, en los lotes se utiliza para definir la calidad de estos lotes y de los procesos de fabricación en cuestión.

#### 1.2 Campo de aplicación

Esta norma internacional se ha elaborado fundamentalmente para ser utilizada en las condiciones siguientes:

- a) cuando las reglas de inspección han de ser aplicadas a **series continuas de lotes** de productos individualizados suministrados todos por un único fabricante que utiliza un determinado proceso de fabricación. Si hay distintos fabricantes, esta norma internacional debe aplicarse a cada uno de ellos por separado;
- b) cuando se toma en consideración **una sola característica de calidad**,  $x$ , de estos productos, que **debe ser mensurable sobre una escala continua**. Si son importantes varias características del producto, esta norma internacional debe aplicarse a cada una de ellas por separado;
- c) cuando la fabricación es estable (bajo control estadístico) y, la característica de calidad  $x$  está distribuida según una ley normal o muy próxima a una ley normal;
- d) cuando un contrato o una norma define un **límite superior de especificación  $L_s$** , un **límite inferior de especificación  $L_i$** , o ambos límites; un producto se califica como no conforme o **defectuoso**, cuando la medida de su característica de calidad  $x$  satisface una de las desigualdades siguientes:

$$x > L_s \quad \dots (1)$$

$$x < L_i \quad \dots (2)$$

$$\text{o bien } x > L_s, \text{ o } x < L_i \quad \dots (3)$$

Las desigualdades (1) y (2) responden a los casos de un **límite único de especificación** y las (3) al caso de un **límite doble de especificación**. En este último caso, hay que hacer una nueva distinción entre los límites dobles separados o combinados, según que el NCA se aplique a cada límite por separado o a los dos límites combinados (véase el capítulo 4).

## 2 REFERENCIAS

ISO 2854 (= UNE 66-045 a UNE 66-056) – *Interpretación estadística de datos – Técnicas de estimación y pruebas referentes a medias y varianzas.*

ISO 2859 (= UNE 66-020) – *Reglas y tablas de muestreo para la inspección por atributos.*

ISO 3534 (= UNE 4-070) – *Estadística. Vocabulario y símbolos.*

ISO 5725 (= UNE 66-061 \*) – *Fidelidad de los métodos de ensayo. Determinación de la repetibilidad y de la reproductibilidad por ensayos interlaboratorios.*

## 3 DEFINICIONES Y SIMBOLOS

### 3.1 Definiciones

Las definiciones dadas en las normas ISO 3534 (= UNE 4-070) e ISO 2859 (= UNE 66-020) se aplican a esta norma internacional. Se aplican además los siguientes términos adicionales:

**3.1.1 inspección por variables:** Inspección en la que se mide una característica cuantitativa en cada uno de los elementos de un colectivo o de una muestra tomada del mismo.

**3.1.2 muestreo por variables para aceptación:** Procedimiento en el que se mide una característica especificada para establecer estadísticamente la aceptabilidad del lote a partir de los resultados obtenidos en los elementos de una muestra.

**3.1.3 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. (Véase el capítulo 4).

**3.1.4 calidad límite:** En un plan de muestreo, nivel de calidad que corresponde a una probabilidad de aceptación especificada y relativamente baja (en esta norma internacional: 10 %). (Véase el apartado 12.1).

**3.1.5 unidad defectuosa:** Cualquier elemento no conforme a la especificación.

**3.1.6 método "s":** Método que permite decidir la aceptabilidad de un lote utilizando la estimación de la desviación típica de este lote, obtenida a partir de las medidas efectuadas sobre todos los elementos de una muestra. (Véase el capítulo 14).

(\*) En impresión la norma española UNE equivalente a la ISO.

**3.1.7 método “ $\sigma$ ”:** Método que permite decidir la aceptabilidad de un lote, utilizando el conocimiento previo de su desviación típica. (Véase el capítulo 15).

**3.1.8 método “R”:** Método que permite decidir la aceptabilidad de un lote, utilizando la estimación de la desviación típica de este lote, obtenida a partir del recorrido medio de las medidas efectuadas sobre los elementos de los subgrupos de una muestra. (Véase el anexo C).

**3.1.9 límite de especificación (o de tolerancia):** Valor especificado como aceptable, mínimo o máximo, de la característica.

**3.1.10 límite inferior de especificación ( $L_i$ ):** Valor especificado como mínimo aceptable de la característica.

**3.1.11 límite superior de especificación ( $L_s$ ):** Valor especificado como máximo aceptable de la característica.

**3.1.12 límite simple de especificación:** Término utilizado cuando se especifica solamente un límite.

**3.1.13 límites de especificación dobles separados:** Término utilizado cuando se especifica a la vez un límite superior y un límite inferior aplicándose un NCA distinto a cada uno de los límites por separado. (véase el apartado 4.3).

**3.1.14 límite de especificación doble combinado:** Término utilizado cuando se especifican a la vez el límite superior y el límite inferior aplicándose un NCA dado al porcentaje total de unidades defectuosas correspondiente al conjunto de los dos límites. (Véase el apartado 4.3).

**3.1.15 constante de aceptabilidad (K):** Constante que depende del valor especificado para el nivel de calidad aceptable y del tamaño de la muestra. (Véanse los apartados 14.2 y 15.2 y, eventualmente, el capítulo C.5 del anexo C).

**3.1.16 parámetro de calidad (q):** Función del límite de especificación, de la media y de la desviación típica del lote. (Véase el capítulo B.3 del anexo B).

**3.1.17 estadístico de calidad (Q):** Función del límite de especificación, de la media de la muestra y de la estimación de la desviación típica del lote. La decisión sobre el lote se toma mediante la comparación de Q con la constante de aceptabilidad K. (Véanse los apartados 14.2 y 15.2 y, eventualmente, el capítulo C.5 del anexo C).

**3.1.18 estadístico de calidad correspondiente al límite inferior ( $Q_i$ ):** Función del límite inferior de especificación, de la media de la muestra y de la estimación de la desviación típica del lote. La decisión sobre el lote se toma mediante la comparación de  $Q_i$  con la constante de aceptabilidad K. (Véase el apartado 14.2).

**3.1.19 estadístico de calidad correspondiente al límite superior ( $Q_s$ ):** Función del límite superior de especificación, de la media de la muestra y de la estimación de la desviación típica del lote. La decisión sobre el lote se toma mediante la comparación de  $Q_s$  con la constante de aceptabilidad K. (Véase el apartado 14.2).

**3.1.20 desviación típica máxima (DTM):** En las condiciones dadas, la mayor desviación típica aceptable. (Véanse el apartado 14.4 y el B.5.2 del anexo B).

**3.1.21 criterios para los cambios del tipo de inspección:** Criterios que rigen la decisión de aumentar o disminuir la severidad de una inspección. (Véase el capítulo 19).

### 3.2 Símbolos

Los símbolos empleados son los siguientes:

- $f$  Factor dado en la tabla IV, que relaciona la desviación típica máxima con la diferencia entre  $L_i$  y  $L_s$ .
- $K$  Constante de aceptabilidad (en general).
- $k$  Constante de aceptabilidad cuando se utiliza alguno de los métodos "s", "σ" o "R".
- $L_i$  Límite inferior de especificación (una variable con el subíndice "i", significa el valor de esta variable para  $L_i$ ).
- $L_s$  Límite superior de especificación (una variable con el subíndice "s", significa el valor esta variable para  $L_s$ ).
- $n$  Tamaño de una muestra.
- $N$  Tamaño del lote.
- $P$  Función de probabilidad acumulativa (función de distribución).
- $p$  Estimación del porcentaje o de la proporción total de unidades defectuosas en el lote.
- $$p = p_s + p_i$$
- $p_i$  Estimación de la proporción de unidades defectuosas por debajo de  $L_i$ .
- $p_s$  Estimación de la proporción de unidades defectuosas por encima de  $L_s$ .
- $q$  Parámetro de calidad; es igual a  $z_s$  o a  $-z_i$ .
- $Q$  Estadístico de calidad.
- $Q_i$  Estadístico de calidad correspondiente al límite inferior.
- $Q_s$  Estadístico de calidad correspondiente al límite superior.
- $s$  Estimación, deducida de la muestra, de la desviación típica del lote.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

(Véase también el anexo A.)

- $x$  Valor medido de una característica en la muestra.
- $\bar{x}$  Media aritmética de  $x$  para una muestra de  $n$  elementos.
- $z$  Valor de la variable normal tipificada

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$z_i$  Valor de  $z$  para el límite inferior de especificación.

$$z_i = \frac{L_i - \mu}{\sigma}$$

$z_s$  Valor de  $z$  para el límite superior de especificación.

$$z_s = \frac{L_s - \mu}{\sigma}$$

$\mu$  Media del lote.

$\sigma$  Desviación típica del proceso (o del lote) ( $\sigma^2 =$  varianza).

$\Sigma$  "Sumatorio de" (por ejemplo,  $\Sigma x =$  suma de todas las  $x$ ).

$\sum_{i=1}^n x_i$  Suma de todas las  $x_i$ , cuando  $i$  toma todos los valores enteros desde 1 hasta  $n$ .

$>$  "Mayor que" (por ejemplo,  $a > b$  significa que  $a$  es mayor que  $b$ ).

$\geq$  "Mayor que o igual a" (por ejemplo,  $a \geq b$  significa que  $a$  es mayor que o igual a  $b$ ).

$<$  "Menor que" (por ejemplo,  $a < b$  significa que  $a$  es menor que  $b$ ).

$\leq$  "Menor que o igual a" (por ejemplo,  $a \leq b$  significa que  $a$  es menor que o igual a  $b$ ).

### 3.3 Bibliografía

En el anexo D figura una bibliografía de los documentos utilizados para la elaboración de esta norma internacional.

## 4 NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (NCA)

### 4.1 Definición

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.

### 4.2 Utilización

El NCA se utiliza conjuntamente con la letra código para referenciar los planes de muestreo descritos en esta norma internacional.

### 4.3 Especificación del NCA

El NCA o los NCA utilizados deben establecerse en el contrato de especificación del producto o por la



autoridad competente. Si se han dado los límites de especificación superior e inferior, pueden atribuirse NCA independientes para cada límite por separado, que se consideran entonces como límites de especificación doble separados. Alternativamente, puede especificarse un solo NCA para el porcentaje total de unidades defectuosas que se aplique a la vez al límite superior y al límite inferior; en este caso, se tiene un límite de especificación doble combinado.

#### 4.4 NCA recomendados

Los valores de los NCA dados en esta norma internacional corresponden a los "NCA recomendados". Si se especifica otro valor distinto del NCA para un producto cualquiera, no es aplicable esta norma internacional.

#### 4.5 Observación

De la definición dada en el apartado 4.1 para el NCA, se desprende que la protección deseada sólo puede obtenerse cuando se presenta a la inspección una serie continua de lotes.

#### 4.6 Limitación

La especificación de un NCA no implica que el proveedor tenga el derecho de suministrar conscientemente unidades defectuosas.

### 5 CRITERIOS PARA EL CAMBIO DE LA INSPECCION NORMAL A RIGUROSA O REDUCIDA Y VICEVERSA

5.1 Con el fin de evitar que el porcentaje medio de unidades defectuosas de la fabricación exceda del NCA, esta norma internacional obliga a pasar a la inspección rigurosa, en el caso en que los resultados de la inspección indiquen que la calidad media de la fabricación es superior al NCA, y a una suspensión de la inspección por muestreo en el caso de que con la inspección rigurosa no se estimule al fabricante a que mejore su proceso de fabricación con la prontitud requerida.

5.2 La inspección rigurosa y el criterio de suspensión forman parte integrante de esta norma internacional y, por consiguiente, constituyen un procedimiento de aplicación obligatoria para mantener la protección que implica un determinado NCA.

5.3 Esta norma internacional prevé también la posibilidad de pasar a una inspección reducida cuando los resultados de la inspección muestran que la calidad media de la fabricación es estable y menor que el NCA. No obstante, esta práctica es opcional (a discreción de la autoridad competente).

5.4 Si existen pruebas suficientes, según los gráficos de control (véase el apartado 18.1), de que la variabilidad está bajo control, puede tomarse en consideración el paso al método " $\sigma$ ". Si este método es efectivamente ventajoso, el valor que se adoptará para  $\sigma$  será el valor estable de  $s$ .

5.5 Cuando haya sido preciso interrumpir la inspección por muestreo, no podrá iniciarse la inspección rigurosa en tanto que el fabricante no haya llevado a cabo las medidas necesarias para mejorar la calidad del producto entregado.

5.6 Los detalles relativos a los criterios de cambio del tipo de inspección figuran en el capítulo 19.

## 6 RELACIONES CON LA NORMA ISO 2859 (= UNE 66-020)

### 6.1 Semejanzas

- a) Esta norma internacional completa la norma ISO 2859\*; los dos documentos tienen una filosofía común y, en lo posible, sus reglas y vocabulario son idénticos.
- b) En ambos documentos se utiliza el NCA para identificar los planes de muestreo, y los valores recomendados utilizados en este documento son idénticos a los dados en la norma ISO 2859\* para la misma gama de valores (es decir, del 0,1 % al 10 %).
- c) En los dos documentos, el tamaño del lote y el nivel de inspección (se recomienda el nivel II en ausencia de otras instrucciones) determinan una letra código. Las tablas generales dan a continuación, en función de la letra código y del NCA, el tamaño de la muestra a tomar y el criterio de aceptabilidad siguiendo el método adoptado ("s", "σ", o eventualmente, "R".) Se dan tablas separadas para la inspección normal, rigurosa o reducida.
- d) Los criterios para el cambio del tipo de inspección son casi idénticos.
- e) Las definiciones para los defectos críticos, principales y secundarios son las mismas, aunque en la inspección por variables estas nociones resultan menos útiles debido al hecho de que las características no pueden agruparse para la toma de decisión. No obstante, estas nociones facilitan la elección del NCA para las diferentes características.

### 6.2 Diferencias

- a) **Determinación de la aceptabilidad.** La aceptabilidad en un plan de inspección por atributos de la ISO 2859\*, queda determinada por el número de unidades defectuosas encontrado en la muestra; el criterio de aceptabilidad en la inspección por variables está basado en las estimaciones de la tendencia central y de la variabilidad de la distribución de las medidas en el lote, en relación con los límites de especificación. Estas nociones se traducen en términos de media y desviación típica. En esta norma internacional, se consideran dos métodos de estimación de la desviación típica: el método "s" y el método "σ" (en el anexo C se incluye un tercer método, el método "R"). En el caso de un límite único de especificación o de dos límites separados, la aceptabilidad puede calcularse por medio de una fórmula (véanse los apartados 14.2 y 15.2), aunque puede determinarse más fácilmente mediante un método gráfico (véase el apartado 14.3). En el caso de un límite doble combinado, esta norma internacional prevé un método gráfico (véanse los apartados 14.4 y 15.3).
- b) **Normalidad.** En la norma ISO 2859\* no se estipula ninguna exigencia relativa a la distribución y características; por el contrario, en esta norma internacional es necesario, para la aplicación correcta del plan, que las medidas estén distribuidas según una ley normal o muy aproximada a ésta.
- c) **Curvas características.** Aunque puede elaborarse un plan de muestreo por variables cuya curva característica corresponda con mucha aproximación a la de un plan por atributos, no sería posible establecer en esta norma internacional todas las curvas características correspondientes a las de la norma ISO 2859\* (identificadas por la misma letra código y el mismo NCA), ya que el tamaño de la muestra para una letra código determinada debería aumentar con el NCA. Esto no resultaría conveniente para la aplicación práctica de este método de muestreo.
- d) **Probabilidad de aceptación para un NCA.** La probabilidad de que un lote, cuya calidad es precisamente igual al NCA, sea aceptado aumenta con el tamaño de la muestra y sigue una ley análoga aunque no idéntica a la utilizada en la norma ISO 2859\*.

---

\* Equivalente a la norma UNE 66-020.

- e) **Tamaño de la muestra.** Los tamaños de muestra para la inspección por variables correspondientes a letras código dadas son generalmente más pequeños que los tamaños de muestra para la inspección por atributos correspondientes a las mismas letra código.
- f) **Planes de muestreo dobles.** No figura ningún plan de muestreo doble en esta norma internacional.
- g) **Límite de la calidad media de salida (LCMS).** Dado que, *a priori*, los planes de muestreo por variables se aplican principalmente para ensayos destructivos para los que la inspección 100 % y el reemplazamiento de unidades defectuosas no es posible, el concepto de LCMS no puede aplicarse y, por consiguiente, no se han incluido las tablas correspondientes.

## 7 PRODUCCION NO CONTINUA

**7.1** El método de muestreo contenido en esta norma internacional no se ha elaborado para su aplicación en condiciones distintas a las especificadas en el apartado 1.2, por ejemplo: para un lote aislado o para un número limitado de lotes para los que la inspección rigurosa y el criterio de suspensión no pueden aplicarse.

**7.2** En el caso de estas últimas condiciones, el concepto de NCA que define la calidad media de una fabricación para la que se aceptan la gran mayoría de los lotes, no es válido, y el NCA no puede ser interpretado como una medida del grado de protección del cliente contra la recepción de lotes de mala calidad media. En este caso, el NCA indica únicamente el porcentaje de unidades defectuosas correspondientes a una gran probabilidad de aceptación, actuando como una simple referencia del plan de muestreo.

**7.3** No obstante, el grado de protección del cliente obtenido por cada uno de los diferentes planes de muestreo puede ser evaluado a partir de las curvas características dadas en los gráficos V-B a V-P y en las tablas V-B-1 a V-P-1 que deberán consultarse para la elección de un plan de muestreo.

Las curvas características calculadas para el método "s" son aplicables al método "σ" (y, con una precisión menor, al método "R"). Se identifican mediante las letras código y los valores del NCA.

### NOTA

Las curvas características de los gráficos V-B a V-P se han trazado para la inspección normal. En esta norma internacional, no figuran curvas específicas para las inspecciones rigurosas o reducidas.

El gráfico A permite encontrar más fácilmente la curva característica conveniente. Sobre este gráfico, la intersección de la línea vertical que pasa por el valor elegido de la calidad límite con la línea horizontal que pasa por la calidad aceptable para la que la probabilidad de aceptación es del 95 % (aproximadamente igual al NCA) se situará en coincidencia con una línea inclinada identificada con la letra código de un plan normalizado, o ligeramente por debajo de dicha línea. El plan en cuestión responderá, aproximadamente, a las condiciones especificadas.

## SECCION DOS: ELECCION DE UN PLAN DE MUESTREO

### 8 GENERALIDADES SOBRE LA ELECCION DE UN PLAN

La elección del plan por variables más apropiado, si es que existe uno, requiere experiencia, buen juicio y, a la vez, un conocimiento muy bueno de la estadística y del producto a inspeccionar. La presente sección está destinada a sugerir a los responsables, encargados de determinar los planes de muestreo, los criterios que deben tener presentes a la hora de decidir si un plan por variables es conveniente y la elección que debe hacerse para llegar a un plan normalizado apropiado.

## 9 ELECCION ENTRE VARIABLES Y ATRIBUTOS

La primera cuestión que se presenta es la de decidir si es preferible hacer una inspección por variables mejor que una inspección por atributos. Se recomienda tener en cuenta los puntos siguientes:

- a) Desde el punto de vista económico, debe compararse el coste total de una inspección relativamente simple, de un mayor número de elementos, con ayuda de un método por atributos, con el de un procedimiento, generalmente más complejo, exigido por un método por variables que resulta corrientemente más caro en tiempo y dinero por elemento inspeccionado.
- b) Desde el punto de vista de la información obtenida, la ventaja se inclina a la inspección por variables mediante la que se obtiene una información más precisa sobre el nivel de calidad del producto, detectándose más rápidamente cualquier modificación en el mismo.
- c) Un método por atributos puede ser comprendido y aceptado más fácilmente; por ejemplo, en principio resulta difícil de admitir que, cuando se realiza una inspección por variables, pueda rechazarse un lote a partir de medidas hechas sobre una muestra que no contiene unidades defectuosas. (Véase el ejemplo incluido en el apartado 14.4).
- d) Una comparación entre los tamaños de muestra necesarios para obtener el mismo NCA, utilizando planes normalizados de inspección por atributos (es decir, la norma ISO 2859\*) y los planes normalizados contenidos en esta norma internacional figura en la tabla I-B. Se aprecia que las muestras más pequeñas se obtienen por el método "σ", utilizado cuando la desviación típica del lote es conocida.
- e) La inspección por variables resulta particularmente apropiada cuando se combina con la utilización de gráficos de control por variables.
- f) El muestreo por variables es más ventajoso cuando el método de inspección es caro, por ejemplo, en el caso de un ensayo destructivo.
- g) Un método por variables es menos conveniente cuanto mayor es el número de características que han de medirse sobre un mismo elemento, ya que cada una de ellas ha de examinarse por separado. En estos casos, puede resultar conveniente aplicar la inspección por atributos a la mayoría de las características y la inspección por variables a una o dos de las variables más importantes, por ejemplo: los ensayos de resistencia a la carga, las exigencias de seguridad y de fiabilidad, etc.
- h) El empleo de esta norma internacional es únicamente posible cuando existe un buen fundamento de que la distribución de las medidas es normal. Si existe alguna duda, debe consultarse a la autoridad competente.

### NOTAS

- 1 Las pruebas de normalidad figuran en la sección dos de la norma ISO 2854\*\*, donde se dan ejemplos de métodos gráficos que puede utilizarse para verificar si la distribución de un conjunto de datos es suficientemente próxima a la normal como para justificar la utilización de planes de muestreo por variables.
- 2 Una documentación más precisa sobre este tema se encuentra en curso de elaboración en el seno del ISO/TC 69/SC 2, en la que se incluirán también indicaciones sobre las distintas pruebas numéricas que pueden utilizarse. Estas "pruebas de normalidad" serán objeto, más adelante, de otra norma internacional.

## 10 ELECCION DEL METODO

Una vez decidida la aplicación de una inspección por variables, la primera cuestión que se presenta es la de

---

\* Equivalente a la norma UNE 66-020.

\*\* Equivalente a la norma UNE 66-059 (apartado 2.3).

determinar el método que ha de utilizarse: el método "s" o el método "σ" (o eventualmente el método "R").

El método "σ" es el más económico desde el punto de vista del tamaño de la muestra, aunque debe determinarse el valor de "σ" antes de que este método pueda emplearse.

Si se considera el tamaño de la muestra, el método "s" presenta una ligera ventaja sobre el método "R" aunque la determinación de "s" lleva consigo más cálculos; la importancia y dificultad de esto es más aparente que real, sobre todo si se dispone de una calculadora electrónica. Los métodos para el cálculo de "s" figuran en el anexo A.

El método "R" (dado en el anexo C) es cómodo por la sencillez de cálculo que requiere, pero en cambio exige un tamaño de muestra un poco más elevado para el mismo NCA.

Inicialmente, se deberá comenzar por el método "s" (o, eventualmente, por el método "R") pero, si la calidad es satisfactoria, los criterios normalizados para la modificación de la inspección permitirán, a la autoridad competente, comenzar una inspección reducida y tomar un tamaño de muestra más pequeño.

La pregunta ahora es: si la variabilidad está bajo control y los lotes continúan aceptándose, ¿sería más económico pasar al método "σ"?

Hay que observar que si el valor del NCA es elevado, el tamaño de la muestra no tiene por qué ser menor, pero en cambio, los criterios de aceptabilidad se volverán más simples. (Véanse los apartados 15.2 y 15.3). Por otra parte, aún será necesario el cálculo de "s" con el fin de registrar los resultados y tener al día los gráficos de control. (Véase el capítulo 18).

## 11 ELECCION DEL NIVEL DE INSPECCION Y DEL NCA

En los planes de muestreo normalizados, el nivel de inspección junto con el NCA determinan el tamaño de la muestra a tomar y fijan la severidad de la inspección. La curva característica correspondiente, dada en una de las tablas V-B a V-P, muestra la importancia del riesgo inherente al plan.

La elección del nivel de inspección y del NCA está en función de varios factores, aunque fundamentalmente depende de un compromiso equilibrado entre el coste total de la inspección y las consecuencias de la puesta en servicio de productos defectuosos.

El procedimiento usual consiste en aplicar una inspección al nivel II, a menos que circunstancias especiales indiquen que otro nivel es más conveniente.

## 12 ELECCION DE UN PLAN DE MUESTREO

**12.1** El procedimiento normalizado sólo puede utilizarse cuando la producción de los lotes es continua.

Este procedimiento, con sus etapas semiautomáticas que van desde el tamaño del lote hasta el tamaño de la muestra, utilizando el nivel de inspección II y comenzando por el método "s", ha dado en la práctica planes de muestreo que funcionan de manera aceptable, aunque ello suponga que el orden de prioridad sea, en primer lugar, el NCA, seguido del tamaño de la muestra y, en último término, de la calidad límite.

La preferencia por este sistema se debe al hecho de que el cliente queda protegido por los criterios para el paso de un nivel de inspección a otro (véase el capítulo 19), los cuales permiten que se incremente rápidamente la severidad de la inspección y, en último término, se suspenda si la calidad de fabricación fuese peor que la caracterizada por el NCA.

NOTA

Es necesario, igualmente, recordar que la calidad límite corresponde a la que, si se presenta a una inspección, tendría una probabilidad de aceptación del 10 %. El riesgo real asumido por el cliente depende, por tanto, también de la probabilidad de que mercancías de esta inferior calidad sean presentadas a la inspección.

No obstante, si en determinadas circunstancias, la calidad límite tiene una mayor prioridad que el tamaño de la muestra (por ejemplo, cuando la producción consiste solamente en un número limitado de lotes), es posible la elección de un plan de la presente norma internacional bien adaptado, mediante la utilización del gráfico A. La intersección de la línea vertical que pasa por el valor elegido para la calidad límite con la línea horizontal que pasa por la calidad aceptable para la que la probabilidad de aceptación es del 95 % (aproximadamente igual al NCA), se situará por encima o por debajo de una línea inclinada identificada por la letra código del plan normalizado que responde a las condiciones especificadas. Esto puede comprobarse mediante el examen de la curva característica dada en la tabla V para esta letra código y este NCA.

Si estas dos líneas se cortan por encima de la línea señalada con la letra "P" (véase el gráfico A), significa que se precisa una muestra de más de 200 elementos, y, por consiguiente, que las condiciones especificadas no pueden ser cumplidas por medio de planes normalizados.

## 12.2 Planes especiales

Si no pueden aceptarse los planes normalizados, es necesario concebir un plan especial. En este caso, la decisión consiste en decidir qué combinación de NCA, calidad límite y tamaño de muestra es más conveniente, sin olvidar que estos elementos no son independientes entre sí, ya que es suficiente la elección de dos de ellos para tener el tercero.

NOTA

Esta elección no es completamente libre: las tablas de la "variable t no centrada", a que se refiere el anexo D, están calculadas únicamente para una gama de variables limitada, aunque en general suficiente, y el hecho de que el tamaño de la muestra haya de ser necesariamente un número entero, impone algunas limitaciones. Si es necesario recurrir a un plan especial, se recomienda que sea establecido con la ayuda de un estadístico competente, experto en control de la calidad.

## SECCION TRES: APLICACION DE UN PLAN DE MUESTREO POR VARIABLES

### 13 OPERACIONES PRELIMINARES

Antes de iniciar una inspección por variables, es necesario comprobar

- a) que la distribución de la variable a inspeccionar pueda considerarse como normal y que la producción sea continua;
- b) si hace falta comenzar por la aplicación del método "s" (o "R") o, si la desviación típica es estable y conocida, se puede aplicar el método "σ";
- c) que el nivel de inspección que debe aplicarse ha sido determinado; si no se ha designado ningún nivel, se aplicará el nivel de inspección II;
- d) que se ha fijado el NCA y que éste coincide con uno de los que figuran en la presente norma internacional; en otro caso, no son aplicables las tablas;
- e) que, en el caso de límites de especificación dobles, se ha precisado si estos límites son separados o combinados y, si se trata de límites separados, que se han fijado los NCA para cada límite.

## 14 PROCEDIMIENTO NORMALIZADO PARA LA APLICACION DEL METODO "s"

### 14.1 Elección de un plan

El procedimiento para elegir un plan es el siguiente:

- Con el nivel de inspección dado (generalmente será el II) y el tamaño del lote, determinar la letra código con ayuda de la tabla I-A.
- Con la letra código y el NCA, utilizar la tabla II-A para determinar el tamaño de la muestra  $n$  y la constante de aceptabilidad  $k$ .
- Tomando al azar una muestra de este tamaño, medir la característica  $x$  de cada elemento y calcular seguidamente la media  $\bar{x}$  de la muestra y la desviación típica estimada "s" (véase el anexo A). Si  $\bar{x}$  se encuentra fuera del límite de especificación, se rechaza el lote sin que haya necesidad de calcular "s". No obstante, puede ser necesario el cálculo de "s" a los efectos de registrar los resultados.

### 14.2 Criterios de aceptabilidad para límites de especificación, únicos o separados

Si se han fijado límites de especificación únicos o separados, calcular el estadístico de calidad con ayuda de las fórmulas siguientes:

$$Q_s = \frac{L_s - \bar{x}}{s}$$

y/o

$$Q_i = \frac{\bar{x} - L_i}{s}$$

según el caso.

A continuación comparar el estadístico de calidad ( $Q_s$  y/o  $Q_i$ ) con la constante de aceptabilidad  $k$  obtenida de la tabla II-A para la inspección normal. Si el estadístico de calidad apropiado es superior o igual a la constante de aceptabilidad, aceptar el lote; si es inferior, rechazarlo.

Así, si sólo se da un límite de especificación superior  $L_s$ ,

aceptar (el lote) si  $Q_s \geq k$

rechazar (el lote) si  $Q_s < k$

O bien, si sólo se da un límite de especificación inferior,  $L_i$ ,

aceptar (el lote) si  $Q_i \geq k$

rechazar (el lote) si  $Q_i < k$

Si se dan a la vez  $L_s$  y  $L_i$  (teniendo  $k$  valores diferentes si los NCA son distintos para el límite superior y para el inferior),

aceptar (el lote) si **a la vez**  $Q_i \geq k_i$  y  $Q_s \geq k_s$

rechazar (el lote) si  $Q_i < k_i$  **o bien**  $Q_s < k_s$

### Ejemplo

La temperatura máxima de funcionamiento de cierto aparato está fijada en 60 °C. La producción se inspecciona por lotes de 100 aparatos. Se ha establecido nivel de inspección II, inspección normal con un NCA de 2,5 % . De la tabla I-A, se deduce la letra código F; consultando la tabla II-A se ve que es necesario un tamaño de muestra 10 y que la constante de aceptabilidad  $k$  es 1,41. Supóngase que las mediciones hayan dado los siguientes resultados: 53 °C; 57 °C; 49 °C; 58 °C; 59 °C; 54 °C; 58 °C; 56 °C; 55 °C; 50 °C; Determinar si se satisface el criterio de aceptabilidad.

Información necesaria	Valor obtenido
Tamaño de la muestra: $n$	10
Media de la muestra $\bar{x} : \Sigma x/n$	54,9
Desviación típica $s: \sqrt{\Sigma (x - \bar{x})^2 / (n - 1)}$	3,414
Límite de especificación (superior): $L_s$	60
$Q_s = (L_s - \bar{x})/s$	1,494
Constante de aceptabilidad: $k$ (véase la tabla II-A)	1,41
Criterio de aceptabilidad: comparar $Q_s$ con $k$	1,494 > 1,41

El lote satisface el criterio de aceptabilidad, puesto que  $Q_s$  es superior a  $k$ .

### 14.3 Método gráfico para límites de especificación únicos o separados

Si se escriben las condiciones de aceptación

$$\frac{L_s - \bar{x}}{s} \geq k \text{ y/o } \frac{\bar{x} - L_i}{s} \geq k$$

en la forma

$$\bar{x} \leq L_s - ks \text{ y/o } \bar{x} \geq L_i + ks$$

puede verse en un sistema de ejes en el que se representan en abcisas los valores de  $s$  y en ordenadas los de  $\bar{x}$ , que las rectas de ecuación general  $\bar{x} = L_s - ks$  [ recta que pasa por el punto ( $s = 0, \bar{x} = L_s$ ), y pendiente  $-k$ ] y/o  $\bar{x} = L_i + ks$  [ recta que pasa por el punto ( $s = 0, \bar{x} = L_i$ ); y pendiente  $k$ ] dividen al plano en dos zonas: zona de aceptación y zona de rechazo, de acuerdo con la figura 1.



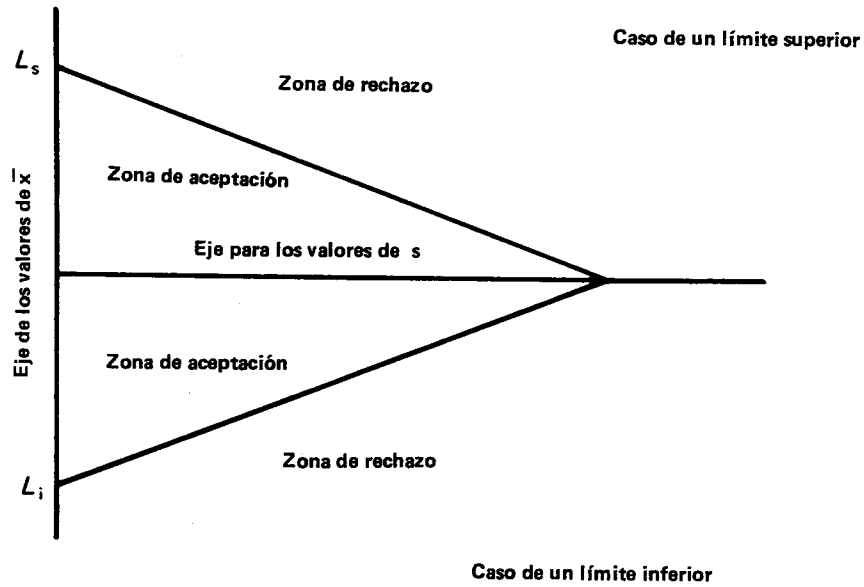


Fig. 1

En el caso de límites de especificación dobles separados, la zona de aceptación es la zona interior limitada por las dos rectas. La figura 1 está trazada suponiendo que se ha fijado un mismo valor de NCA para cada límite (de aquí que se tenga el mismo valor para  $k$ ). Las rectas se cortan en este caso en el punto de abscisa.

$$\frac{L_s - L_i}{2k}$$

El gráfico puede prepararse antes de comenzar la inspección de una serie de lotes; hasta entonces, para cada lote, situar el punto  $(s, \bar{x})$  para decidir la aceptación o el rechazo del lote.

**Ejemplo**

Tomando los datos del ejemplo que figura en el apartado 14.2, marcar el punto  $L_s = 60$  sobre el eje de las  $\bar{x}$  (eje vertical) y trazar una línea que pasa por este punto y que tenga una pendiente de  $-k$  [ para  $k = 1,41$  esta línea pasa por los puntos  $(s = 1, \bar{x} = 58,59)$ ,  $(s = 2, \bar{x} = 57,18)$ ,  $(s = 3, \bar{x} = 55,77)$ , etc.]. Se elige uno de estos puntos y se traza una línea recta que pasa por este punto y por el  $(s = 0, \bar{x} = 60)$ , es decir  $L_s$ . La zona de aceptación será, entonces, la superficie situada por debajo de esta línea. Los valores calculados de  $s$  y de  $\bar{x}$  son 3,414 y 54,9. Dibujando sobre el gráfico el punto  $(s, \bar{x})$  se aprecia, según la figura 2, que se sitúa en el interior de la zona de aceptación y que el lote es aceptable.

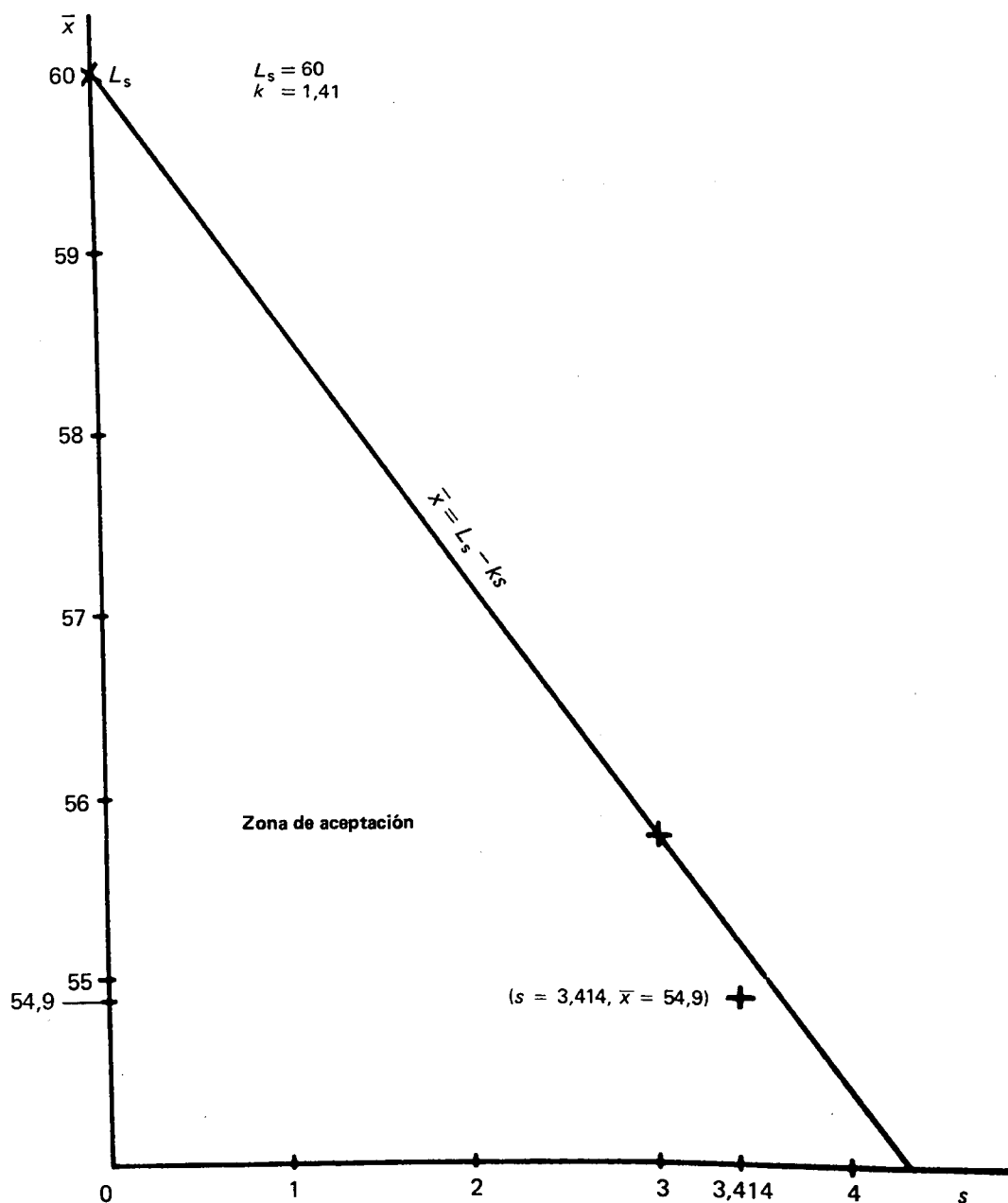


Fig. 2

#### 14.4. Criterios de aceptabilidad para un límite de especificación doble combinado

Si se da un límite de especificación (superior e inferior) doble combinado, es preciso aplicar un método gráfico, a no ser que  $s$  sea superior al valor de la DTM obtenida consultando la tabla IV, en cuyo caso, el lote puede ser rechazado inmediatamente.

Consultar el gráfico de la serie "s" identificado por la letra código correspondiente y elegir la curva de aceptación que corresponda al NCA especificado para el conjunto de los dos límites.

Calcular a continuación los valores de :

$$\frac{s}{L_s - L_i} \quad \text{y de} \quad \frac{\bar{x} - L_i}{L_s - L_i}$$

y situar el punto que representan estos valores sobre el gráfico (o sobre una copia del mismo). Si este punto queda en el exterior de la zona de aceptación definida por la curva, rechazar el lote; en caso contrario, aceptarlo.

Para mayor facilidad, se recomienda, antes de comenzar las operaciones de inspección, copiar la curva de aceptación (o dibujarla) sobre un papel milimetrado y ajustar las escalas de forma que  $s$  y  $\bar{x}$  puedan llevarse directamente sobre el gráfico (el límite superior figurará en lugar de 1,0 y el límite inferior en lugar de 0 sobre el eje de las  $\bar{x}$ ).

Llevar los valores de  $s$  y de  $\bar{x}$  encontrados a partir de la muestra sobre el gráfico así ajustado y, si el punto correspondiente se sitúa fuera de la zona de aceptación, rechazar el lote; en caso contrario, aceptarlo.

#### NOTAS

- 1 Para las letras código B y C (es decir, tamaño de muestra 3 y 4) el trazado de la zona de aceptación queda limitado por cuatro líneas rectas: el eje de las  $\bar{x}$ , la recta  $\bar{x} = L_s - k_s$ , una recta paralela al eje de las  $\bar{x}$ , que pasa por DTM (véase la tabla IV) y la recta  $\bar{x} = L_i + k_s$ . El valor de  $k$  se obtiene de la tabla II-A, II-B ó II-C.
- 2 Con el fin de establecer la curva a una escala correcta para los valores más corrientemente utilizados en la práctica, algunas curvas que corresponden a los NCA 6,5 % y 10 % no se han dibujado en la presente norma intencional (por ejemplo, en el gráfico s-D). No obstante, el procedimiento que permite la construcción de la curva de aceptación se da en el anexo B.

#### Ejemplo

La temperatura mínima de funcionamiento de un cierto aparato se ha fijado en 60 °C y la temperatura máxima en 70 °C. Para los efectos de inspección, la producción se divide en lotes de 96 elementos cada uno. Debe emplearse el nivel de inspección II, la inspección normal con un NCA de 1,5 %. Según la tabla I-A, la letra código es la F; consultando la tabla I-B, se comprueba que es preciso un tamaño de muestra 10 y según la tabla IV, que el valor de  $f$  para la DTM es de 0,276. Supóngase que las medidas obtenidas hayan sido las siguientes: 63,5 °C; 62,0 °C; 65,2 °C; 61,7 °C; 69,0 °C; 67,1 °C; 60,0 °C; 66,4 °C; 62,8 °C; 68,0 °C. Se pide determinar si se satisface el criterio de aceptabilidad.

Información necesaria	Valor obtenido
Tamaño de la muestra: $n$	10
Media de la muestra $\bar{x}$ : $\sum x/n$	64,57
Desviación típica $s$ : $\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 / (n - 1)}$ (Véase el capítulo A.2 del anexo A)	3,01
Media normalizada: $(\bar{x} - L_i) / (L_s - L_i)$	0,457
Desviación típica normalizada: $s/(L_s - L_i)$	0,301
Valor de $f$ para la DTM (véase la tabla IV)	0,276
DTM = $f(L_s - L_i)$	2,76

La curva de aceptación apropiada figura en el diagrama  $s - F$ .

Si las escalas han sido graduadas en medidas reales, como en la figura 3, llevar el punto ( $s = 3,01$ ,  $\bar{x} = 64,57$ ). Este punto se sitúa fuera de la curva de aceptación, por lo que el lote se rechaza. Habría podido rechazarse sin más, desde el momento en que se apreció que  $s$  era superior a la DTM.

Si las escalas del gráfico de aceptación no se han ajustado a los valores particulares de  $s$  y de  $\bar{x}$ , son necesarios los cálculos suplementarios siguientes:

$$\text{Media normalizada: } (\bar{x} - L_i) / (L_s - L_i) = (64,57 - 60) / (70 - 60) = 0,457$$

$$\text{Desviación típica normalizada: } s / (L_s - L_i) = 3,01 / (70 - 60) = 0,301$$

El punto (0,301, 0,457) se lleva sobre la figura 3. Dado que se sitúa en el exterior de la curva de aceptación correspondiente al NCA = 1,5 %, el lote se rechaza.

NOTA

Este lote se rechaza aunque todos los elementos de la muestra inspeccionados se encuentren dentro de los límites de especificación.

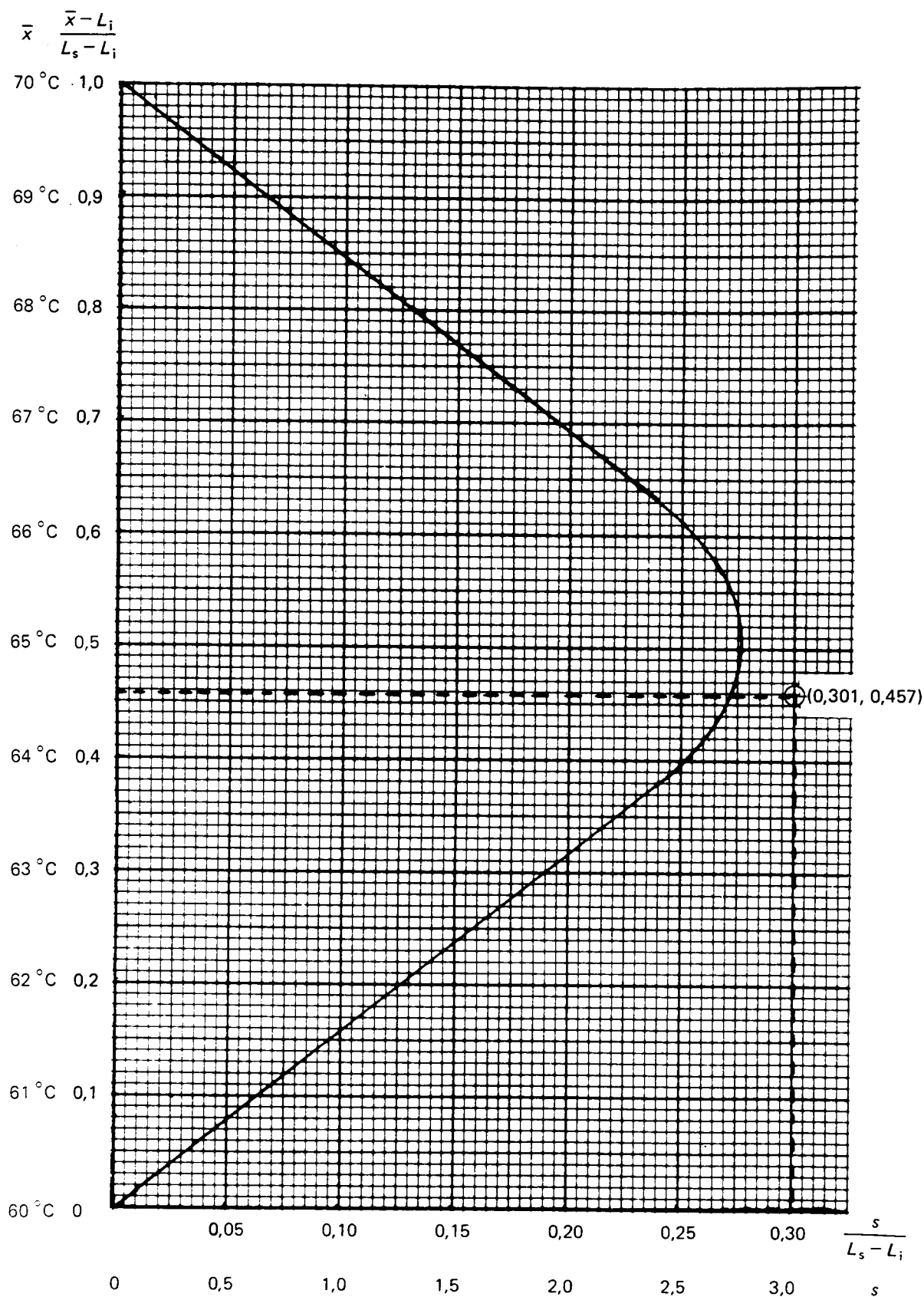


Fig. 3 – Curva de aceptación para la letra código F, NCA = 1,5 % , DTM = 2,76: método "s"

## 15 PROCEDIMIENTO NORMALIZADO PARA LA APLICACION DEL METODO "σ"

### 15.1 Elección de un plan

Este método sólo debe utilizarse cuando hay razones válidas para considerar que la desviación típica de la fabricación es estable y tiene un valor "σ".

Determinar la letra código, consultando la tabla I-A; a continuación, para una inspección normal, consultando la tabla III-A para esta letra código y el NCA especificado, determinar el tamaño de la muestra  $n$  y la constante de aceptabilidad  $k$ .

Tomar al azar una muestra de este tamaño, medir la característica sometida a inspección  $x$  para todos los elementos de la muestra y calcular la media  $\bar{x}$ .

### 15.2 Criterios de aceptabilidad para límites de especificación únicos o separados

Es posible determinar un criterio de aceptabilidad siguiendo el procedimiento indicado para el método "s"; se sustituye  $s$ , valor calculado a partir de cada una de las muestras, por  $\sigma$ , valor dado de la desviación típica de la fabricación, y se compara el valor calculado de  $Q$  con el valor de la constante de aceptabilidad  $k$  obtenida de la tabla III-A.

No obstante, si  $Q_s = (L_s - \bar{x}) / \sigma \geq k_s$ , el criterio de aceptabilidad para un límite superior de especificación, se expresa bajo la forma  $\bar{x} \leq L_s - k_s \sigma$ .

Dado que  $L_s$ ,  $k_s$  y  $\sigma$  son conocidos previamente, se recomienda calcular el valor de  $\bar{x}_s = L_s - k_s \sigma$  antes de comenzar la inspección; el criterio de aceptabilidad, para un límite de especificación superior, queda entonces como sigue:

aceptar (el lote) si  $\bar{x} \leq \bar{x}_s = L_s - k_s \sigma$

rechazar (el lote) si  $\bar{x} > \bar{x}_s = L_s - k_s \sigma$

De la misma manera, para un límite inferior de especificación, se tiene

aceptar (el lote) si  $\bar{x} \geq \bar{x}_i = L_i - k_i \sigma$

rechazar (el lote) si  $\bar{x} < \bar{x}_i = L_i - k_i \sigma$

Si se dan los dos límites

aceptar (el lote) si se cumple a la vez  $\bar{x} \leq \bar{x}_s$  y  $\bar{x} \geq \bar{x}_i$

rechazar (el lote) si  $\bar{x} > \bar{x}_s$  o bien  $\bar{x} < \bar{x}_i$

### Ejemplo

El valor mínimo especificado para el punto de fluencia de un cierto acero moldeado es de 400 N/mm<sup>2</sup>. Un lote de 500 elementos se somete a inspección. Se prescribe: el nivel de inspección II, la inspección normal con un NCA del 1,5 % .  $\sigma$  conocido, es igual a 21 N/mm<sup>2</sup>. Según la tabla I-A, la letra código es la I y, según la tabla III-A, para un NCA del 1,5 %, el tamaño de la muestra  $n$  es de 10 y la constante de aceptabilidad  $k$  es de 1,70.

Supóngase que los valores medidos del punto de fluencia sobre los elementos de la muestra, son los siguientes:

431; 417; 469; 407; 452;

427; 421; 476; 400; 445;

y que se quiere determinar si se satisface el criterio de aceptabilidad.

Información necesaria	Valor obtenido
Constante de aceptabilidad: $k$	1,70
$\sigma$ conocido	21
Producto: $k \sigma$	35,70
Límite de especificación: $L_i$	400
Suma: $L_i + k \sigma = \bar{x}_i$	435,70
Suma de las medidas: $\sum x$	4345
Tamaño de la muestra: $n$	10
Media de la muestra: $\bar{x}$	434,5
Criterio de aceptabilidad: ¿es $\bar{x} \geq \bar{x}_i$ ?	NO

El lote no satisface el criterio de aceptabilidad y no debe ser aceptado.

### 15.3 Criterio de aceptabilidad para un límite de especificación doble combinado

Se recomienda aplicar el procedimiento siguiente:

- A partir del tamaño del lote y del nivel de inspección dado, determinar la letra código consultando la tabla I-A; a continuación el tamaño de la muestra en la tabla I-B para la letra código y el NCA.
- Sobre el gráfico de la serie SIGMA ( $\sigma$ ) identificado mediante la letra código, elegir la curva de aceptación correspondiente al NCA dado para este plan.

#### NOTA

Con el fin de representar las curvas a una escala más adecuada a los valores corrientemente utilizados en la práctica, algunas de ellas correspondientes a los NCA 6,5 % y 10 % no han sido trazados en esta norma internacional (por ejemplo, en el gráfico  $\sigma - D$ ). No obstante, el procedimiento que permite la construcción de la curva de aceptación se da en el anexo B.

- Calcular el valor  $\sigma / (L_s - L_i)$  y trazar la línea vertical que pasa por este punto.
- Si esta línea corta a la curva de aceptación (véase la nota 1), medir los valores de  $(\bar{x} - L_i) / (L_s - L_i)$  en los puntos de intersección. Estos valores son los máximos y mínimos "normalizados" de aceptación de la media (véase la figura 4). Los valores máximos  $\bar{x}_s$  y mínimos  $\bar{x}_i$  se deducen como se indica en el ejemplo.

#### NOTAS

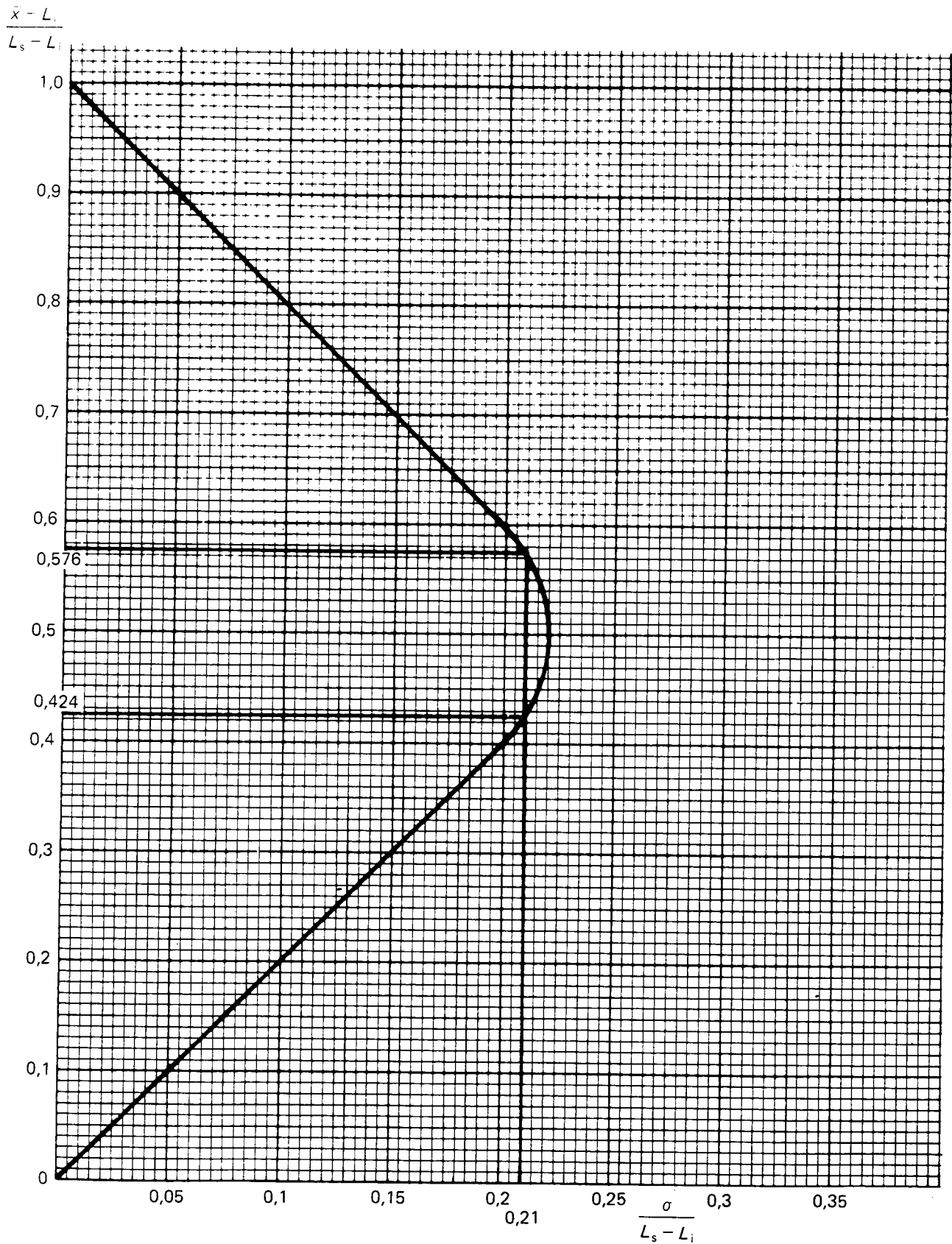
- 1 Si esta línea no corta a la curva de aceptación, la fabricación no puede aceptarse en ningún caso y la inspección por muestreo es inútil.
  - 2 Si esta línea corta las porciones rectilíneas de la curva de aceptación, equivale a tener dos límites separados de especificación, por lo que los criterios de aceptación son los dados en el apartado 15.2.
- e) De acuerdo con el apartado 15.3 a), tomar una muestra de tamaño apropiado y calcular la media de la característica sometida a inspección.
- f) El criterio de aceptabilidad es: aceptar (el lote) si la media se sitúa entre el mayor y el menor valor aceptable de la media (es decir si  $\bar{x}_i \leq \bar{x} \leq \bar{x}_s$ ); en caso contrario rechazarlo.

#### Ejemplo

Para un determinado componente eléctrico, se ha especificado una resistencia eléctrica de  $520 \pm 50 \Omega$ . El ritmo de producción es de 3 500 componentes por lote a inspeccionar. Se utilizará: el nivel de inspección II, la inspección normal con un NCA del 1 % para el conjunto de los dos límites de especificación (470 y 570)).  $\sigma$ , conocido, es igual a 21. Según la tabla I-A, la letra código es la L; consultando la tabla I-B, se comprueba que es necesario una muestra que tenga un tamaño 25. Supóngase que los valores de las resistencias obtenidos de la muestra son los siguientes:

515; 491; 479; 507; 543; 521; 536; 483; 509; 514; 507; 484; 526; 552; 499; 530;  
512; 492; 521; 467; 489; 513; 535; 501; 529.





**Fig. 4 – Curva de aceptación para la letra código L, NCA = 1,0 % ; método “σ”**

Información necesaria	Valor obtenido
Tamaño de la muestra: $n$	25
Límite superior de especificación: $L_s$	570
Límite inferior de especificación: $L_i$	470
$\sigma$ conocido	21,0
$\sigma$ "normalizado": $\frac{\sigma}{L_s - L_i} = \frac{21,0}{100}$	0,21

Valores límites "normalizados" según la curva de aceptación (véase la figura 4)

**Máximo**

**Mínimo**

$$\frac{\bar{x}_s - L_i}{L_s - L_i} = 0,576$$

$$\frac{\bar{x}_i - L_i}{L_s - L_i} = 0,424$$

$$\bar{x}_s = 57,6 + 470$$

$$\bar{x}_i = 42,4 + 470$$

Límites de  $\bar{x}$

$$\bar{x}_s = 527,6$$

$$\bar{x}_i = 512,4$$

Suma de las medidas

12 755

Media de las medidas

510,2

Dado que  $\bar{x} = 510,2$  se sitúa fuera de los límites de aceptación de  $\bar{x}$ , es decir de 527,6 y 512,4, este lote no puede aceptarse.

**NOTAS**

- 1 Todos los cálculos, exceptuando los de las dos últimas líneas, podrían estar hechos antes de comenzar la inspección.
- 2 Si el valor de  $\sigma$  hubiera sido 25, la línea vertical que pasa por su valor "normalizado" [es decir  $\sigma / (L_s - L_i) = 0,25$ ] no habría cortado a la curva de aceptación y la inspección por muestreo no habría tenido lugar.
- 3 Si el valor de  $\sigma$  hubiera sido 15, los límites de aceptación para  $\bar{x}$  se habrían podido obtener, bien por medio del gráfico, bien por cálculo, puesto que las intersecciones se habrían producido en las partes rectilíneas de la curva.

De la tabla III-A, se obtiene

$$k = 1,97$$

$$k\sigma = 29,6$$

$$\bar{x}_s = L_s - k\sigma = 540,4$$

$$\bar{x}_i = L_i + k\sigma = 499,6$$

y en este caso, el lote de media  $\bar{x} = 510,2$  habría sido aceptado.

## 16 PROCEDIMIENTO PARA UNA INSPECCION CONTINUA

Dado que un plan de inspección por muestreo sólo puede funcionar eficazmente si

- a) la característica a inspeccionar está distribuida normalmente;
- b) se conservan los registros;
- c) se aplican los criterios para el paso de un nivel de inspección a otro;

es preciso asegurarse de que se cumplen estas tres condiciones.

## 17 NORMALIDAD Y OBSERVACIONES ATIPICAS

### 17.1 Normalidad

Se recomienda la comprobación de la normalidad por la autoridad competente, antes de comenzar el muestreo. En caso de duda, debe consultarse con un experto en estadística con el fin de determinar si puede aplicarse un muestreo para la inspección por variables, de acuerdo con la distribución que se tiene, o bien, si conviene utilizar las pruebas gráficas de normalidad incluidas en la sección dos de la norma ISO 2854\*.

### 17.2 Observaciones atípicas

Una observación atípica es aquélla que aparece notablemente desviada de las restantes observaciones de la muestra a la que pertenece. Una observación atípica aislada, incluso aunque se sitúe dentro de los límites de especificación, puede producir un aumento de la variabilidad, modificar la media, y, por consiguiente, conducir a un rechazo del lote. Si se sospecha la atipicidad de una observación, debe hacerse una prueba previa independientemente de la decisión referente a la aceptabilidad del lote. (Véase, por ejemplo, la norma ISO 5725\*\*). Si se apreciase la existencia de observaciones atípicas, la decisión a tomar sobre el lote, será objeto de un acuerdo entre cliente y proveedor.

## 18 REGISTRO DE LOS RESULTADOS

### 18.1 Gráficos de control

Una de las ventajas de la inspección por variables consiste en que pueden evaluarse las tendencias en la evolución de la calidad del producto y, por consiguiente, pueden tomarse las medidas oportunas antes de llegar a una calidad no satisfactoria, pero esto sólo será posible si se conservan los registros adecuados.

Cualquiera que sea el método utilizado "s", "σ" (o, eventualmente "R"), se recomienda la conservación de los registros de los valores de  $\bar{x}$  y de s (o de R), con preferencia bajo la forma de gráfico de control.

Esta técnica debe observarse, particularmente en el caso del método "σ", con el fin de comprobar que los valores de s obtenidos a partir de las muestras se encuentran dentro de los límites correspondientes al valor prescrito para σ.

Si se establece un límite de especificación doble combinado, el valor de la DTM dado por la tabla IV (o del RMM, dado por la tabla RIV), deberá indicarse en el gráfico de control de s (o de R) como indicación de un valor no aceptable.

(\*) Equivalente a la norma UNE 66-059 (apartado 2.3)

(\*\*) Equivalente a la norma UNE 66-061 (en preparación)

## NOTA

Los gráficos de control se utilizan para detectar las tendencias. La decisión definitiva sobre la aceptabilidad de un lote se rige exclusivamente por el procedimiento dado en los capítulos 14 y 15.

**18.2 Lotes rechazados**

Debe observarse un especial cuidado en registrar todos los lotes rechazados y en comprobar si se han aplicado los criterios para los cambios del tipo de inspección. Un lote que no haya sido aceptado mediante el plan de muestreo, no debe ser presentado de nuevo a inspección, ni todo ni en parte, sin el permiso de la autoridad competente.

**19 APLICACION DE LOS CRITERIOS PARA LOS CAMBIOS DEL TIPO DE INSPECCION**

Los criterios normalizados para los cambios del tipo de inspección son los siguientes;

**19.1** La *inspección normal* se aplica al comienzo de la inspección (excepto en el caso de que haya instrucciones contrarias) y debe continuar su aplicación en el curso de la misma hasta que se advierta la necesidad de una inspección rigurosa o se permita una inspección reducida.

**19.2** Una *inspección rigurosa* debe implantarse cuando hayan sido rechazados dos lotes, de un conjunto de cinco (o menos de cinco) lotes sucesivos, sometidos a la inspección normal original.

En una inspección rigurosa, se incrementan los valores de la constante de aceptabilidad. Estos valores vienen dados por la tabla II-B para el método "s" (por la tabla RII-B para el método "R") y por la tabla III-B para el método "σ". En el método "s" (como también en el método "R") no se produce cambio en el tamaño de la muestra, a menos que éste sea tan pequeño que las tablas indiquen, mediante una flecha dirigida hacia abajo, que se precisa un incremento de dicho tamaño.

**19.3** La *inspección rigurosa* deberá abandonarse cuando cinco lotes sucesivos, presentados en la primera inspección, hayan sido aceptados en inspección rigurosa; entonces se vuelve a la inspección normal.

**19.4** Es posible la instauración de la *inspección reducida* cuando diez lotes sucesivos han sido aceptados bajo el régimen de inspección normal, con las condiciones de que

- a) estos lotes hubieran sido aceptados si el NCA se hubiera establecido en el valor correspondiente al escalón inmediatamente inferior;

## NOTA

Si no figurase en la tabla II-A (método "s") un valor de  $k$  para este NCA más bajo, puede extrapolarse una curva de aceptación suficientemente precisa mediante comparación con las restantes curvas del gráfico apropiado de la serie "s". El mismo procedimiento puede aplicarse en el caso del método "σ" (y para el método "R");

- b) la producción esté bajo control estadístico;
- c) la inspección reducida sea considerada conveniente por la autoridad competente.

En una inspección reducida, la muestra es mucho menor que en una inspección normal y el valor de la constante de aceptabilidad es también menor. Los valores de  $n$  y de  $k$  para una inspección reducida se dan en la tabla II-C para el método "s", en la tabla III-C para el método "σ" (y en la tabla RII-C, para el método "R").

**19.5** La *inspección reducida* cesará y se volverá a una inspección normal cuando, sobre los lotes presentados en primera inspección, se produzca una cualquiera de las condiciones siguientes:

dos en primera inspección, se produzca una cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) se rechace un lote;
- b) la producción se vuelva irregular o se retarde;
- c) otras condiciones que obliguen a reinstaurar una inspección normal.

## 20 SUSPENSION DE LA INSPECCION

Si se ha tenido que mantener una inspección rigurosa sin interrupción sobre diez lotes sucesivos, la inspección por muestreo debe interrumpirse en espera de que se tomen por el suministrador las medidas necesarias para mejorar la calidad del producto presentado.

## 21 CURVAS DE ACEPTACION EN EL CASO DE LA INSPECCION RIGUROSA Y DE LA INSPECCION REDUCIDA

- a) En esta norma internacional no se incluyen las curvas de aceptación para una inspección rigurosa o una inspección reducida. Cuando deban respetarse límites de especificación dobles combinados en inspección rigurosa o en inspección reducida, es necesario encontrar la curva, entre las dadas para una inspección normal, que corresponde a los valores requeridos para el tamaño de la muestra y la constante de aceptabilidad.
- b) Cuando se pasa a una inspección rigurosa, esta curva será siempre la inmediata interior a la de la inspección normal (es decir, la correspondiente al NCA normalizado inmediatamente inferior). Cuando se pasa a la inspección reducida, deben buscarse los valores del tamaño de la muestra y de la constante de aceptabilidad en la tabla II-C o en la tabla III-C, según se trate del método "s" o del método "σ" (o en la tabla RII-C, si se trata del método "R") y volver a continuación a las tablas II-A o III-A (o RII-A) para encontrar el plan de inspección normal que da estos valores (es decir, la letra código y el NCA).
- c) Esta letra código y este NCA determinan entonces la curva de aceptación que hay que utilizar.

### Ejemplo

Si, en una inspección normal, la letra código es I y el NCA 0,25, aplicando el método "s", la tabla II-A da  $n = 25$  y  $k = 2,26$ . Al pasar a una inspección reducida, según la tabla II-C, se encuentra  $n = 10$  y  $k = 1,98$ . Volviendo de nuevo a la tabla II-A, se encuentra que  $n = 10$  y  $k = 1,98$  corresponde a la letra código F y a un NCA de 0,40. En consecuencia, la curva de aceptación dada para estos valores sobre el gráfico s-F es la que debe utilizarse.

## 22 CAMBIO AL METODO "σ"

Si se encuentra que el valor de  $s$  (o de  $R$ ) está bajo control, puede considerarse que la media cuadrática de los valores de  $s$  (o de  $R/c$ ) es igual a  $\sigma$ , desviación típica "conocida" de la fabricación, y podrá aceptarse el método "σ". Con el fin de comprobar que la variabilidad sigue bajo control, debe continuarse calculándose el valor de  $s$  y registrarse en el gráfico de control.

### NOTA

No deberá iniciarse este cambio sin tener el permiso previo de la autoridad competente.

## SECCION CUATRO: TABLAS Y GRAFICOS

### Tablas

- I-A Letras de código y niveles de inspección
- I-B Letras código y tamaños de muestra en una inspección normal
- II-A Planes de muestreo simples para la inspección normal (tabla general): método "s"
- II-B Planes de muestreo simples para la inspección rigurosa (tabla general): método "s"
- II-C Planes de muestreo simples para la inspección reducida (tabla general): método "s"
- III-A Planes de muestreo simples para la inspección normal (tabla general): método " $\sigma$ "
- III-B Planes de muestreo simples para la inspección rigurosa (tabla general): método " $\sigma$ "

III-C Planes de muestreo simples para la inspección reducida (tabla general): método " $\sigma$ "

IV Valores de  $f$  para la desviación típica máxima (DTM): método "s"

V(V-B a V-P) Tablas y curvas características de los planes de muestreo (letras código B a P)







### Gráficos

A Tamaños de las muestras de los planes de muestreo normalizados tales que, para calidades especificadas, las probabilidades de aceptación sean del 95 % y del 10 % .

s-D a s-P Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados: método "s"

$\sigma$ -C a  $\sigma$ -P Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados: método " $\sigma$ ".

**Tabla I-A**  
**Letras código y niveles de inspección**

Tamaño del lote	Niveles de inspección especiales		Niveles de inspección generales				
	S-3	S-4	I	II	III		
2 a 8					C		
9 a 15				B	D		
16 a 25				C	E		
26 a 50					C	D	F
51 a 90				B	D	E	G
91 a 150				C	E	F	H
151 a 280	B	D	F	G	I		
281 a 500	C	E	G	H/I*	J		
501 a 1 200	D	F	H	J	K		
1 201 a 3 200	E	G	I	K	L		
3 201 a 10 000	F	H	J	L	M		
10 001 a 35 000	G	I	K	M	N		
35 001 a 150 000	H	J	L	N	P		
150 001 a 500 000	I	K	M	P			
500 001 en adelante	J	L	N				

\* Tómese H para un tamaño de lote de 281 a 400 e I para un tamaño de lote de 401 a 500.

#### NOTAS

1 Las letras código y los niveles de inspección utilizados en esta norma internacional corresponden a los que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticos a los utilizados en el documento MIL STD 414.

#### 2 Símbolo



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad  $k$ .

**Tabla I-B**  
**Letras código y tamaños de las muestras en una inspección normal**

Método		«s»	«σ»										Muestra equivalente para una inspección por atributos		
Nivel de calidad aceptable		Todos los NCA	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	Letra código	Tamaño de la muestra
Letra código	B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	B	3	
	C	4						2	2	2	2	3	3	C	5
	D	5	↓	↓	↓	↓	2	2	2	3	3	3	4	D	8
	E	7			2	3	3	4	4	5	5	E	13		
	F	10			3	3	3	4	4	4	5	5	6	7	F
	G	15	4	4	4	5	5	6	6	7	8	9	11	G	32
	H	20	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	14	H	50
	I	25	6	6	7	8	8	9	10	11	13	15	17	-	-
	J	35	8	9	9	10	11	12	14	15	18	20	24	J	80
	K	50	11	12	13	14	16	17	19	22	25	29	33	K	125
	L	75	16	17	19	21	23	25	28	32	36	42	49	L	200
	M	100	22	23	25	27	30	33	36	42	48	55	64	M	315
	N	150	31	34	37	40	44	49	54	61	70	82	95	N	500
	P	200	42	45	49	54	59	65	71	81	93	109	127	P	800

**NOTAS**

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad *k*.



Método "s"

Tabla II-A

Planes de muestreo simples para la inspección normal (Tabla general): método "s"

Letra código	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)										
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765	0,566
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	1,45	1,34	1,17	1,01	0,814	0,617
D	5	↓	↓	↓	↓	1,65	1,53	1,40	1,24	1,07	0,874	0,675
E	7	↓	↓	2,00	1,88	1,75	1,62	1,50	1,33	1,15	0,955	0,755
F	10	↓	2,24	2,11	1,98	1,84	1,72	1,58	1,41	1,23	1,03	0,828
G	15	2,42	2,32	2,20	2,06	1,91	1,79	1,65	1,47	1,30	1,09	0,886
H	20	2,47	2,36	2,24	2,11	1,96	1,82	1,69	1,51	1,33	1,12	0,917
I	25	2,50	2,40	2,26	2,14	1,98	1,85	1,72	1,53	1,35	1,14	0,936
J	35	2,54	2,45	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,57	1,39	1,18	0,969
K	50	2,60	2,50	2,35	2,22	2,08	1,93	1,80	1,61	1,42	1,21	1,00
L	75	2,66	2,55	2,41	2,27	2,12	1,98	1,84	1,65	1,46	1,24	1,03
M	100	2,69	2,58	2,43	2,29	2,14	2,00	1,86	1,67	1,48	1,26	1,05
N	150	2,73	2,61	2,47	2,33	2,18	2,03	1,89	1,70	1,51	1,29	1,07
P	200	2,73	2,62	2,47	2,33	2,18	2,04	1,89	1,70	1,51	1,29	1,07

NOTAS

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad k.



El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.



La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

Método "s"

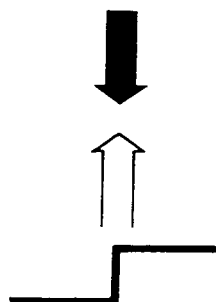
Tabla II-B

Planes de muestreo simples para la inspección rigurosa (Tabla general): método "s"

Letra código	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)										
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,12	0,958	0,765
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,45	1,34	1,17	1,01	0,814
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	1,65	1,53	1,40	1,24	1,07	0,874
E	7	↓	↓	↓	2,00	1,88	1,75	1,62	1,50	1,33	1,15	0,955
F	10	↓	↓	2,24	2,11	1,98	1,84	1,72	1,58	1,41	1,23	1,03
G	15	2,53	2,42	2,32	2,20	2,06	1,91	1,79	1,65	1,47	1,30	1,09
H	20	2,58	2,47	2,36	2,24	2,11	1,96	1,82	1,69	1,51	1,33	1,12
I	25	2,61	2,50	2,40	2,26	2,14	1,98	1,85	1,72	1,53	1,35	1,14
J	35	2,65	2,54	2,45	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,57	1,39	1,18
K	50	2,71	2,60	2,50	2,35	2,22	2,08	1,93	1,80	1,61	1,42	1,21
L	75	2,77	2,66	2,55	2,41	2,27	2,12	1,98	1,84	1,65	1,46	1,24
M	100	2,80	2,69	2,58	2,43	2,29	2,14	2,00	1,86	1,67	1,48	1,26
N	150	2,84	1,73	2,61	2,47	2,33	2,18	2,03	1,89	1,70	1,51	1,29
P	200	2,85	2,73	2,62	2,47	2,33	2,18	2,04	1,89	1,70	1,51	1,29

NOTAS

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad  $k$ .

El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.

La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

Método "s"

Tabla II-C

Planes de muestreo simples para la inspección reducida (Tabla general): método "s"

Letra código	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección reducida)																
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00						
		<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>						
B	3							1,12	0,958	0,765	0,566	0,341						
C	3							1,12	0,958	0,765	0,566	0,341						
D	3							1,12	0,958	0,765	0,566	0,341						
E	3							1,12	0,958	0,765	0,566	0,341						
F	4							1,45	1,34	1,17	1,01	0,814	0,617	0,393				
G	5							1,65	1,53	1,40	1,24	1,07	0,874	0,675	0,455			
H	7							2,00	1,88	1,75	1,62	1,50	1,33	1,15	0,955	0,755	0,536	
I	10							2,24	2,11	1,98	1,84	1,72	1,58	1,41	1,23	1,03	0,828	0,611
J	15							2,32	2,20	2,06	1,91	1,79	1,65	1,47	1,30	1,09	0,886	0,664
K	20							2,36	2,24	2,11	1,96	1,82	1,69	1,51	1,33	1,12	0,917	0,695
L	25	2,40	2,26	2,14	1,98	1,85	1,72	1,53	1,35	1,14	0,936	0,712						
M	35	2,45	2,31	2,18	2,03	1,89	1,76	1,57	1,39	1,18	0,969	0,745						
N	50	2,50	2,35	2,22	2,08	1,93	1,80	1,61	1,42	1,21	1,00	0,774						
P	75	2,55	2,41	2,27	2,12	1,98	1,84	1,65	1,46	1,24	1,03	0,804						

NOTAS

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad *k*.



El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.



La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

**Método "σ"**  
**Tabla III-A**  
**Planes de muestreo simples para la inspección normal (Tabla general): método "σ"**

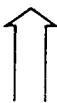
Letra código	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00	
	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	<i>n</i> <i>k</i>	
B	↓											
C	↓											
D	↓											
E	↓											
F	↓											
G	4 2,39	4 2,30	4 2,14	5 2,05	5 1,88	6 1,78	6 1,62	7 1,45	8 1,28	9 1,07	11 0,877	
H	5 2,46	5 2,34	6 2,23	6 2,08	7 1,95	7 1,80	8 1,68	9 1,49	10 1,31	12 1,11	14 0,906	
I	6 2,49	6 2,37	7 2,25	8 2,13	8 1,96	9 1,83	10 1,70	11 1,51	13 1,34	15 1,13	17 0,924	
J	8 2,54	9 2,45	9 2,29	10 2,16	11 2,01	12 1,88	14 1,75	15 1,56	18 1,38	20 1,17	24 0,964	
K	11 2,59	12 2,49	13 2,35	14 2,21	16 2,07	17 1,93	19 1,79	22 1,61	25 1,42	29 1,21	33 0,995	
L	16 2,65	17 2,54	19 2,41	21 2,27	23 2,12	25 1,97	28 1,84	32 1,65	36 1,46	42 1,24	49 1,03	
M	22 2,69	23 2,57	25 2,43	27 2,29	30 2,14	33 2,00	36 1,86	42 1,67	48 1,48	55 1,26	64 1,05	
N	31 2,72	34 2,62	37 2,47	40 2,33	44 2,17	49 2,03	54 1,89	61 1,69	70 1,51	82 1,29	95 1,07	
P	42 2,73	45 2,62	49 2,48	54 2,34	59 2,18	65 2,04	71 1,89	81 1,70	93 1,51	109 1,29	127 1,07	

**NOTAS**

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad *k*.



El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.



La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

**Método "σ"**  
**Tabla III-B**  
**Planes de muestreo simples para la inspección rigurosa (Tabla general): método "σ"**

Letra código	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)																					
	0,10		0,15		0,25		0,40		0,65		1,00		1,50		2,50		4,00		6,50		10,00	
	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k
B	↓																					
C	↓																					
D	↓																					
E	↓																					
F	↓																					
G	3	2,49	4	2,39	4	2,30	4	2,14	5	2,05	5	1,88	6	1,78	6	1,62	7	1,45	8	1,28	9	1,07
H	4	2,55	5	2,46	5	2,34	6	2,23	6	2,08	7	1,95	7	1,80	8	1,68	9	1,49	10	1,31	12	1,11
I	6	2,59	6	2,49	6	2,37	7	2,25	8	2,13	8	1,96	9	1,83	10	1,70	11	1,51	13	1,34	15	1,13
J	7	2,63	8	2,54	9	2,45	9	2,29	10	2,16	11	2,01	12	1,86	14	1,75	15	1,56	18	1,38	20	1,17
K	11	2,72	11	2,59	12	2,49	13	2,35	14	2,21	16	2,07	17	1,93	19	1,79	22	1,61	25	1,42	29	1,21
L	15	2,77	16	2,65	17	2,54	19	2,41	21	2,27	23	2,12	25	1,97	28	1,84	32	1,65	36	1,46	42	1,24
M	20	2,80	22	2,69	23	2,57	25	2,43	27	2,29	30	2,14	33	2,00	36	1,86	42	1,67	48	1,48	55	1,26
N	30	2,84	31	2,72	34	2,62	37	2,47	40	2,33	44	2,17	49	2,03	54	1,89	61	1,69	70	1,51	82	1,29
P	40	2,85	42	2,73	45	2,62	49	2,48	54	2,34	59	2,18	65	2,04	71	1,89	81	1,70	93	1,51	109	1,29

**NOTAS**

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad *k*.



El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.



La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

Método "σ"

Tabla III-C

Planes de muestreo simples para inspección reducida (Tabla general): método "σ"

Letra código	Nivel de calidad aceptable (inspección reducida)																					
	0,10		0,15		0,25		0,40		0,65		1,00		1,50		2,50		4,00		6,50		10,00	
	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k	n	k
B																						
C																						
D																						
E																						
F																						
G	2	1,58	2	1,42	2	1,33	3	1,17	3	1,01	3	0,825	4	0,641	4	0,429						
H	2	1,94	2	1,81	3	1,69	3	1,56	3	1,44	4	1,28	4	1,11	5	0,919	5	0,728	6	0,515		
I	3	2,19	3	2,07	3	1,91	4	1,80	4	1,69	4	1,53	5	1,39	5	1,20	6	0,991	7	0,797	8	0,584
J	4	2,30	4	2,14	5	2,05	5	1,88	6	1,78	6	1,62	7	1,45	8	1,28	9	1,07	11	0,877	12	0,649
K	5	2,34	6	2,23	6	2,08	7	1,95	7	1,80	8	1,68	9	1,49	10	1,31	12	1,11	14	0,906	16	0,685
L	6	2,37	7	2,25	8	2,13	8	1,96	9	1,83	10	1,70	11	1,51	13	1,34	15	1,13	17	0,924	20	0,706
M	9	2,45	9	2,29	10	2,16	11	2,01	12	1,88	14	1,75	15	1,56	18	1,38	20	1,17	24	0,964	27	0,737
N	12	2,49	13	2,35	14	2,21	16	2,07	17	1,93	19	1,79	22	1,61	25	1,42	29	1,21	33	0,995	38	0,770
P	17	2,54	19	2,41	21	2,27	23	2,12	25	1,97	28	1,84	32	1,65	36	1,46	42	1,24	49	1,03	56	0,803

NOTAS

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad k.



El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.



La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

**Tabla IV**  
**Valores de  $f$  para la desviación típica máxima (DTM): método "s"**

Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00		
3									0,436	0,453	0,475	0,502	0,538
4							0,339	0,353	0,374	0,399	0,432	0,472	0,528
5						0,294	0,308	0,323	0,346	0,372	0,408	0,452	0,511
7				0,242	0,253	0,266	0,280	0,295	0,318	0,345	0,381	0,425	0,485
10			0,214	0,224	0,235	0,248	0,261	0,276	0,298	0,324	0,359	0,403	0,460
15	0,188	0,195	0,202	0,211	0,222	0,235	0,248	0,262	0,284	0,309	0,344	0,386	0,442
20	0,183	0,190	0,197	0,206	0,216	0,229	0,242	0,255	0,277	0,302	0,336	0,377	0,432
25	0,180	0,187	0,193	0,203	0,212	0,225	0,238	0,251	0,273	0,297	0,331	0,372	0,426
35	0,176	0,183	0,189	0,198	0,208	0,220	0,232	0,245	0,266	0,291	0,323	0,364	0,416
50	0,172	0,178	0,184	0,194	0,203	0,214	0,227	0,241	0,261	0,284	0,317	0,356	0,408
75	0,168	0,174	0,181	0,189	0,199	0,211	0,223	0,235	0,255	0,279	0,310	0,348	0,399
100	0,166	0,172	0,179	0,187	0,197	0,208	0,220	0,233	0,253	0,276	0,307	0,345	0,395
150	0,163	0,170	0,175	0,185	0,193	0,206	0,216	0,230	0,249	0,271	0,302	0,341	0,388
200	0,163	0,168	0,175	0,183	0,193	0,203	0,215	0,228	0,248	0,269	0,302	0,338	0,386
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00		
	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00		
	Nivel de calidad aceptable (inspección reducida)												

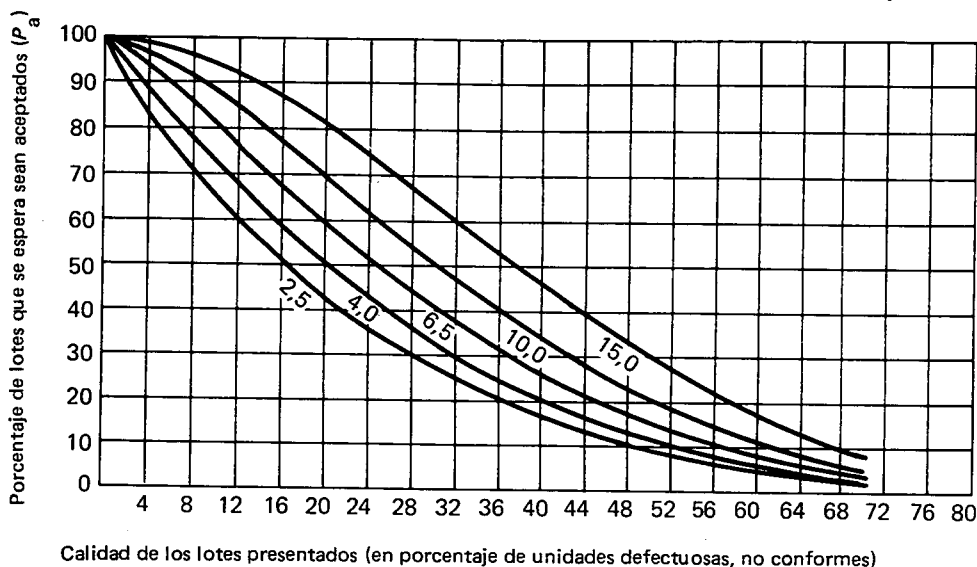
NOTA – La DTM se obtiene multiplicando el factor  $f$  por la diferencia entre el límite superior de especificación  $L_s$  y el límite inferior de especificación  $L_i$ . Su fórmula es:  $DTM = f(L_s - L_i)$ .

La DTM sirve de guía para la amplitud de la desviación típica del lote, cuando se emplean planes que corresponden al caso de un límite de especificación doble, y basados en la estimación de la desviación típica del lote, cuya variabilidad es desconocida. La estimación de la desviación típica del lote, si es inferior a la DTM, permite presumir, aunque no garantizar, la aceptabilidad del lote.

# B

**Tabla V-B**  
**Letra código B**

**Gráfico V-B – Curvas características de los planes de muestreo simples**



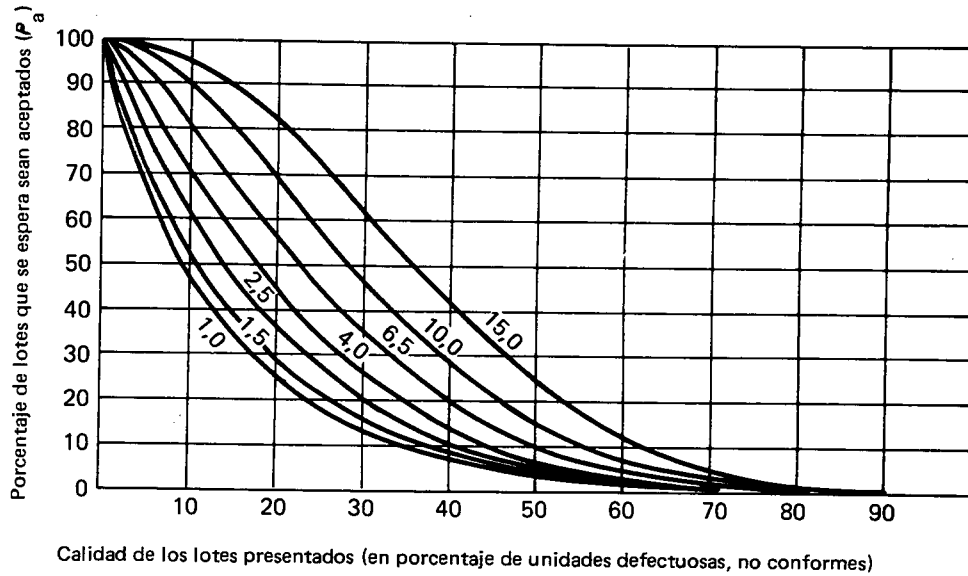
**Tabla V-B-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
99,0								0,18	0,44	1,07	2,28	99,0
95,0								1,04	1,89	3,52	6,02	95,0
90,0								2,26	3,65	6,03	9,39	90,0
75,0								6,66	9,18	12,95	17,71	75,0
50,0								16,68	20,30	25,22	30,97	50,0
25,0								32,40	36,35	41,45	47,14	25,0
10,0								49,34	52,83	57,24	62,08	10,0
5,0								59,45	62,44	66,20	70,30	5,0
1,0								75,99	77,93	80,34	82,98	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)											



**C**

**Tabla V-C**  
**Letra código C**  
**Gráfico V-C – Curvas características de los planes de muestreo simples**

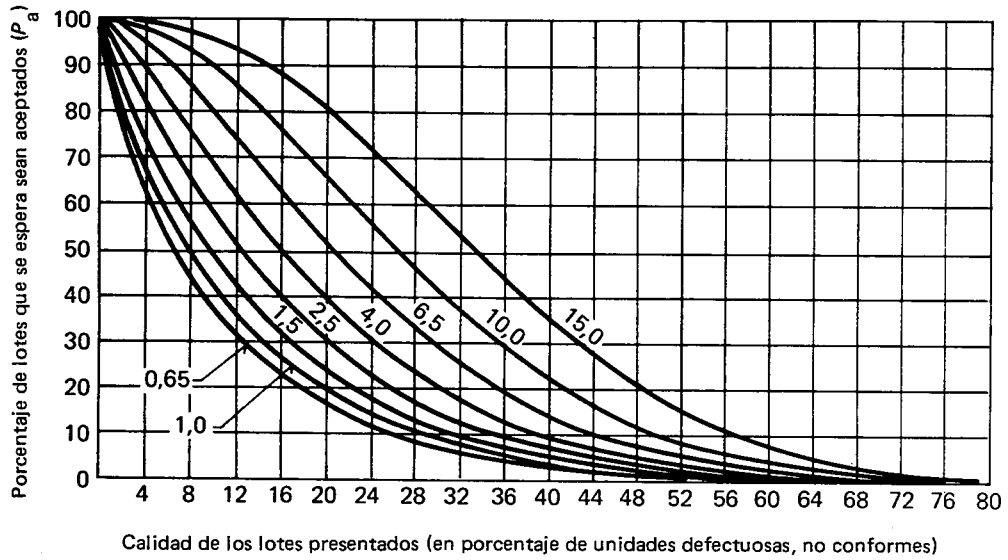


**Tabla V-C-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
99,0							0,13	0,32	0,69	1,55	3,05	99,0
95,0						0,44	0,69	1,32	2,29	4,13	6,85	95,0
90,0						1,02	1,48	2,53	3,98	6,51	10,00	90,0
75,0						3,36	4,37	6,37	8,81	12,61	17,35	75,0
50,0						9,52	11,28	14,44	17,93	22,89	28,61	50,0
25,0						20,81	23,11	27,00	31,02	36,43	42,37	25,0
10,0						34,88	37,26	41,15	45,05	50,13	55,55	10,0
5,0						44,29	46,53	50,14	53,72	58,33	68,20	5,0
1,0						61,76	63,48	66,23	68,95	72,37	75,98	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)												

# D

**Tabla V-D**  
**Letra código D**  
**Gráfico V-D – Curvas características de los planes de muestreo simples**

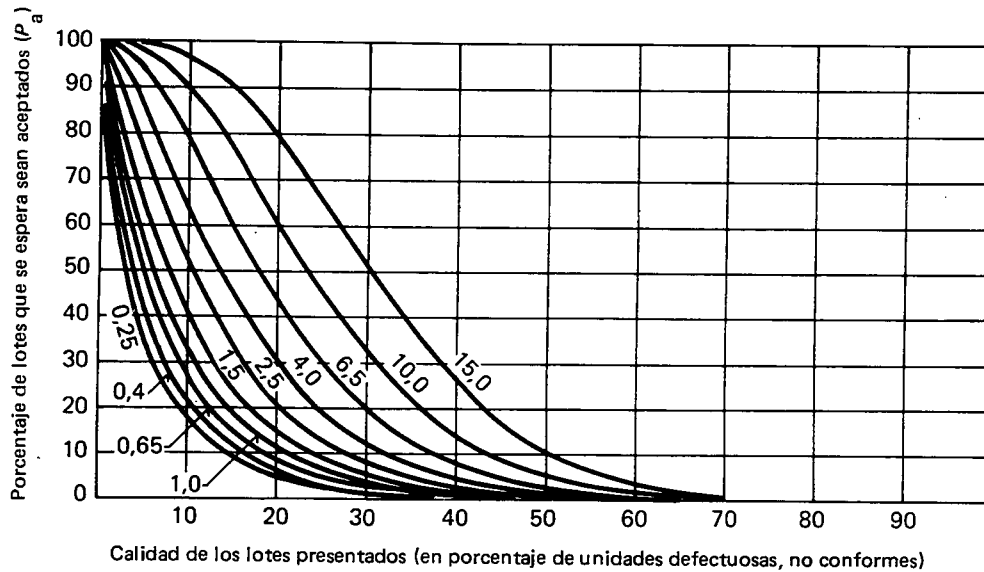


**Tabla V-D-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
99,0					0,04	0,09	0,18	0,40	0,84	1,79	3,44	99,0
95,0					0,28	0,46	0,77	1,38	2,43	4,30	7,11	95,0
90,0					0,64	0,98	1,51	2,48	3,99	6,49	10,00	90,0
75,0					2,15	2,93	4,02	5,78	8,23	11,89	16,55	75,0
50,0					6,34	7,82	9,71	12,47	15,97	20,75	26,40	50,0
25,0					14,64	16,79	19,36	22,88	27,06	32,43	38,46	25,0
10,0					25,94	28,40	31,24	34,98	39,25	44,55	50,32	10,0
5,0					34,06	36,52	39,33	42,97	47,06	52,06	57,42	5,0
1,0					50,47	52,63	55,04	58,11	61,51	65,57	69,89	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)											

**E**

**Tabla V-E**  
**Letra código E**  
**Gráfico V-E – Curvas características de los planes de muestreo simples**



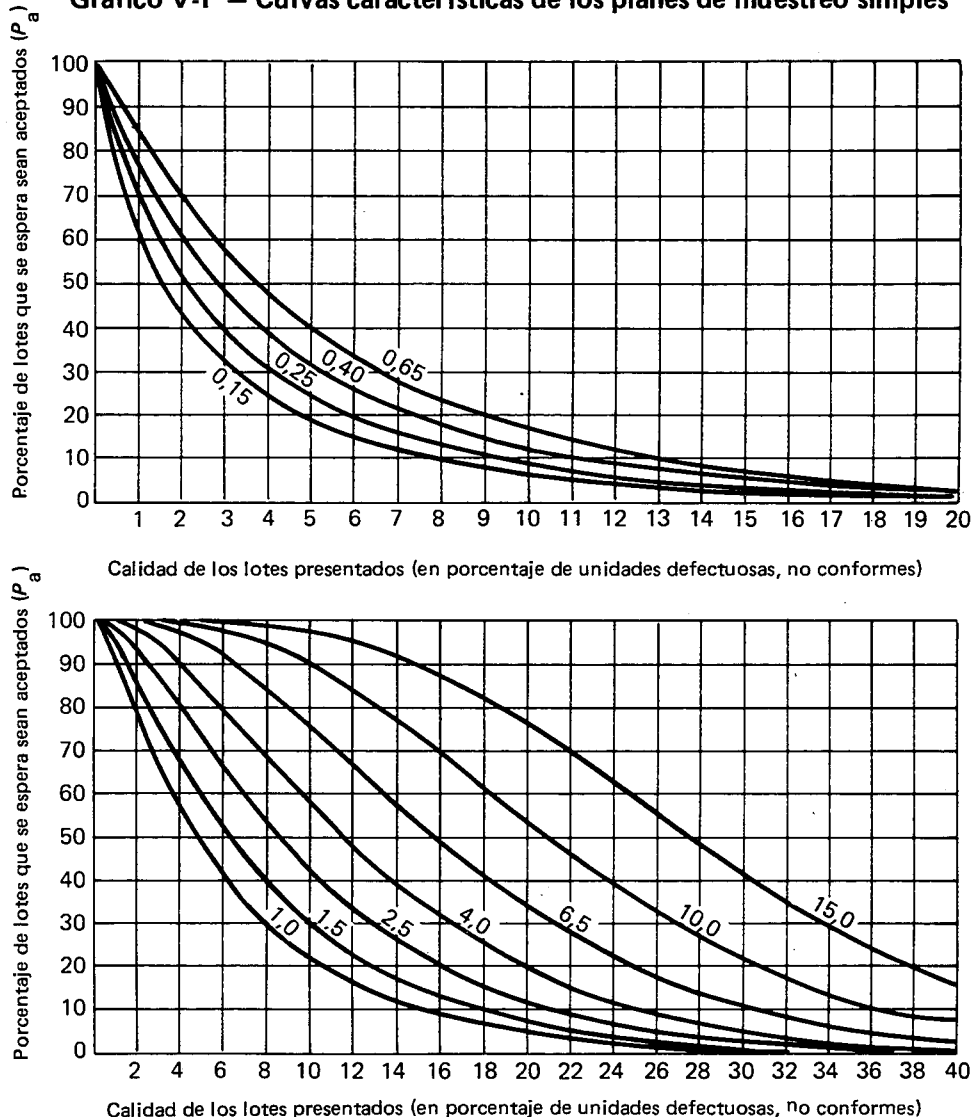
**Tabla V-E-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
99,0			0,02	0,03	0,7	0,14	0,25	0,53	1,09	2,19	4,04	99,0
95,0			0,11	0,18	0,32	0,53	0,83	1,50	2,65	4,57	7,46	95,0
90,0			0,25	0,40	0,64	1,01	1,48	2,47	4,04	6,50	9,99	90,0
75,0			0,90	1,27	1,83	2,58	3,47	5,15	7,56	11,00	15,49	75,0
50,0			2,89	3,72	4,83	6,18	7,69	10,28	13,66	18,11	23,53	50,0
25,0			7,38	8,80	10,57	12,60	14,71	18,11	22,27	27,41	33,35	25,0
10,0			14,42	16,33	18,60	21,09	23,58	27,43	31,93	37,28	43,25	10,0
5,0			20,09	22,20	24,65	27,29	29,88	33,82	38,33	43,60	49,38	5,0
1,0			33,10	35,32	37,83	40,45	42,95	46,72	50,89	55,64	60,73	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)											

**F**

**Tabla V-F  
Letra código F**

**Gráfico V-F – Curvas características de los planes de muestreo simples**



**Tabla V-F-1**

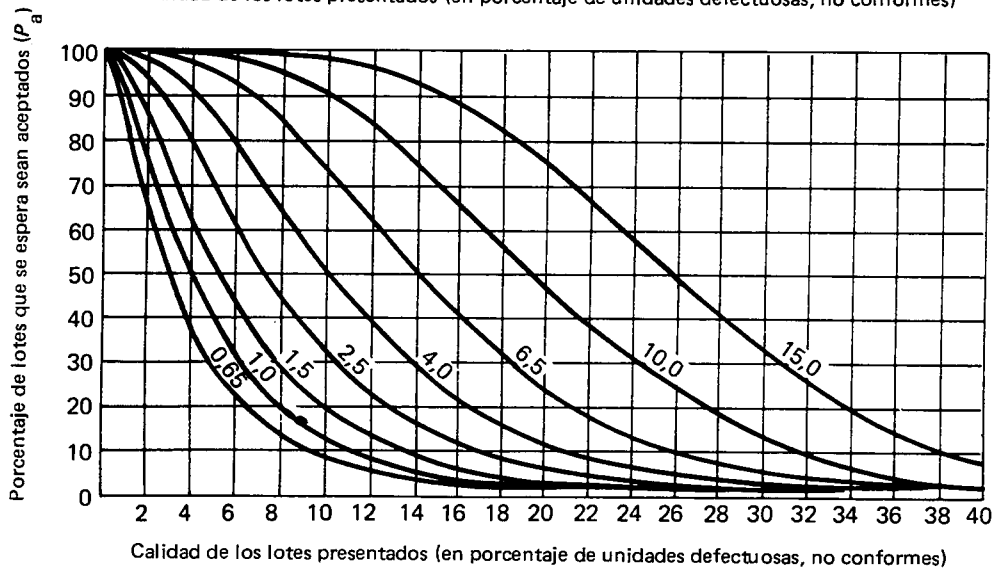
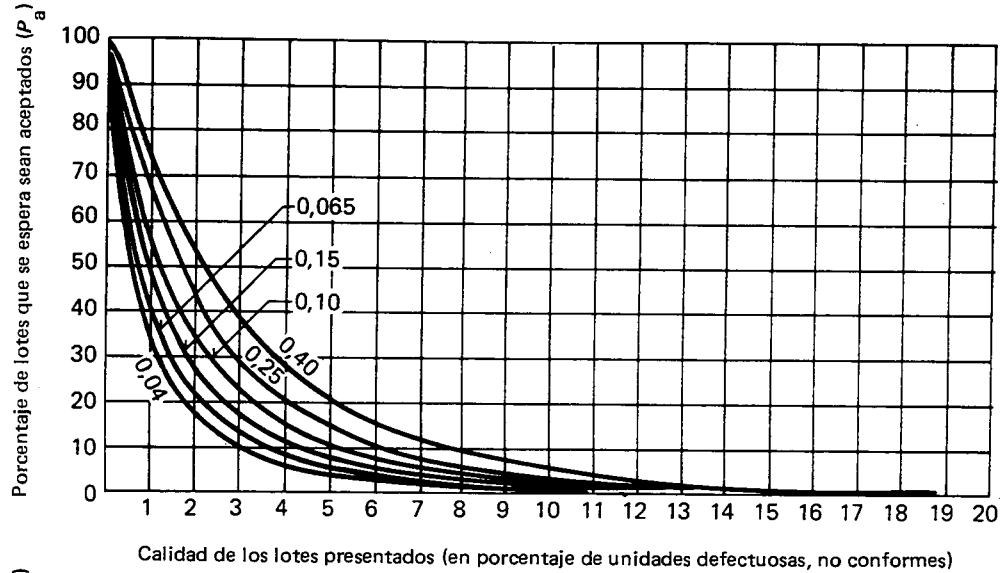
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)										$P_a$	
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5		10,0
99,0		0,01	0,03	0,05	0,11	0,19	0,35	0,69	1,35	2,62	4,69	99,0
95,0		0,07	0,12	0,21	0,36	0,57	0,94	1,65	2,83	4,84	7,81	95,0
90,0		0,15	0,25	0,40	0,66	0,98	1,52	2,50	4,04	6,52	10,01	90,0
75,0		0,49	0,74	1,08	1,61	2,21	3,15	4,70	6,93	10,25	14,60	75,0
50,0		1,53	2,08	2,79	3,77	4,82	6,33	8,62	11,69	15,91	21,09	50,0
25,0		3,93	4,95	6,16	7,72	9,29	11,41	14,45	18,25	23,20	28,96	25,0
10,0		7,95	9,44	11,15	13,23	15,23	17,84	21,40	25,66	30,99	36,98	10,0
5,0		11,40	13,17	15,13	17,47	19,68	22,49	26,27	30,68	36,09	42,06	5,0
1,0		20,10	22,24	24,53	27,19	29,58	32,59	36,50	40,92	46,18	51,82	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	

**Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)**



**Tabla V-G**  
**Letra código G**  
**Gráfico V-G – Curvas características de los planes de muestreo simples**

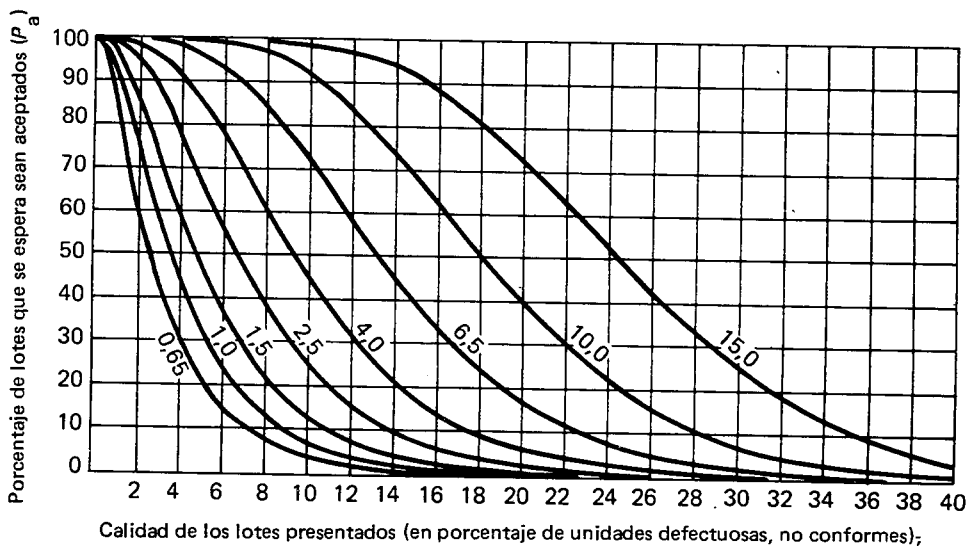
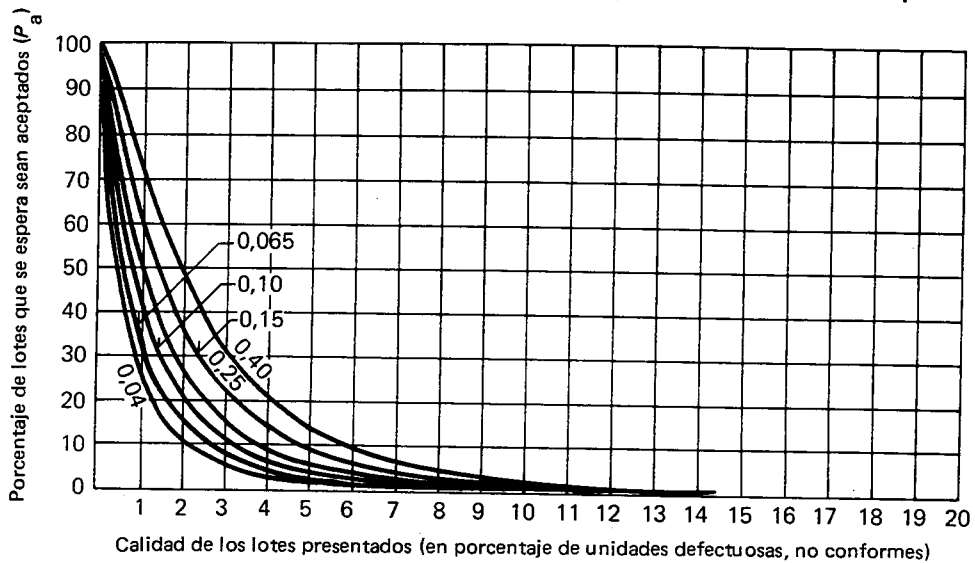


**Tabla V-G-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$	
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,17	0,28	0,49	0,96	1,71	3,23	5,58	99,0
95,0	0,03	0,06	0,09	0,15	0,25	0,45	0,68	1,09	1,91	3,09	5,30	8,41	95,0
90,0	0,07	0,11	0,17	0,26	0,43	0,72	1,06	1,61	2,67	4,14	6,76	10,30	90,0
75,0	0,22	0,32	0,45	0,65	0,98	1,50	2,07	2,94	4,49	6,50	9,83	14,09	75,0
50,0	0,67	0,90	1,17	1,57	2,20	3,09	3,99	5,32	7,51	10,15	14,27	19,25	50,0
25,0	1,73	2,18	2,67	3,38	4,41	5,77	7,09	8,92	11,77	15,02	19,84	25,38	25,0
10,0	3,58	4,31	5,07	6,13	7,58	9,41	11,12	13,38	16,77	20,48	25,76	31,63	10,0
5,0	5,27	6,19	7,13	8,40	10,11	12,22	14,13	16,63	20,28	24,20	29,67	35,63	5,0
1,0	9,91	11,18	12,45	14,11	16,24	18,76	21,00	23,83	27,82	31,97	37,57	43,50	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)												

# H

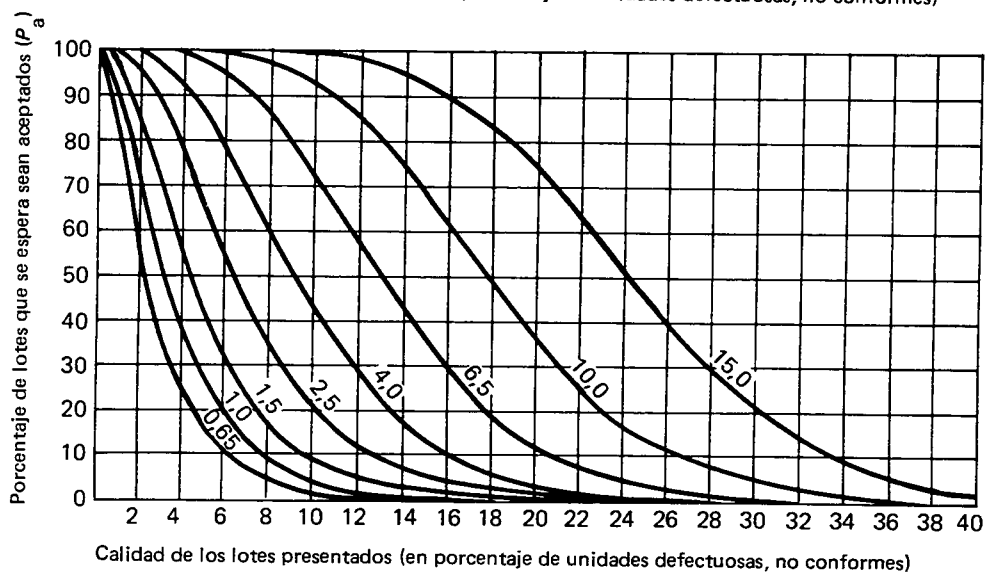
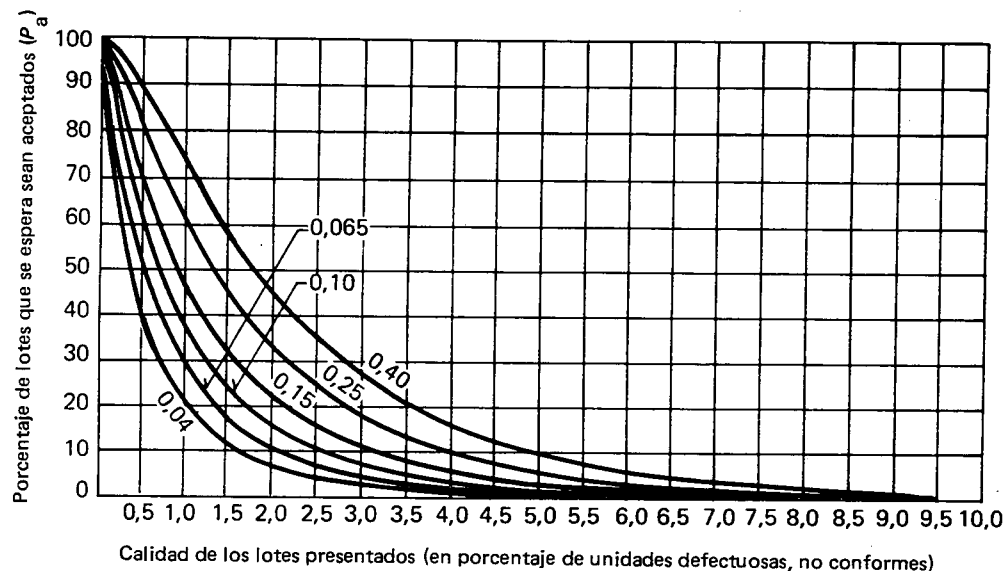
**Tabla V-H**  
**Letra código H**  
**Gráfico V-H – Curvas características de los planes de muestreo simples**



**Tabla V-H-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
99,0	0,02	0,04	0,06	0,11	0,21	0,37	0,61	1,15	2,04	3,73	6,25	99,0
95,0	0,04	0,07	0,11	0,17	0,29	0,49	0,79	1,21	2,07	3,39	5,69	95,0
90,0	0,08	0,12	0,19	0,29	0,45	0,75	1,15	1,69	2,77	4,35	7,01	90,0
75,0	0,21	0,31	0,44	0,63	0,93	1,42	2,06	2,85	4,35	6,43	9,71	75,0
50,0	0,56	0,76	1,01	1,38	1,90	2,69	3,66	4,81	6,85	9,51	13,49	50,0
25,0	1,31	1,68	2,13	2,74	3,56	4,75	6,12	7,67	10,29	13,52	18,13	25,0
10,0	2,58	3,16	3,85	4,73	5,88	7,46	9,23	11,14	14,25	17,94	23,01	10,0
5,0	3,71	4,44	5,29	6,36	7,71	9,54	11,53	13,65	17,03	20,95	26,24	5,0
1,0	6,81	7,85	9,22	10,44	12,71	15,42	18,79	22,84	28,02	34,29	42,79	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	
	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)											

**Tabla V-I**  
**Letra código I**  
**Gráfico V-I – Curvas características de los planes de muestreo simples**



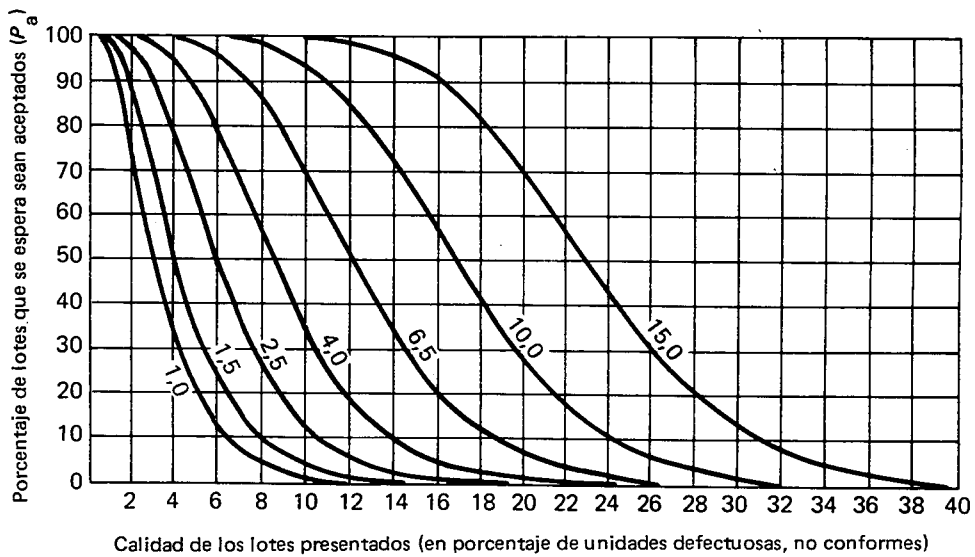
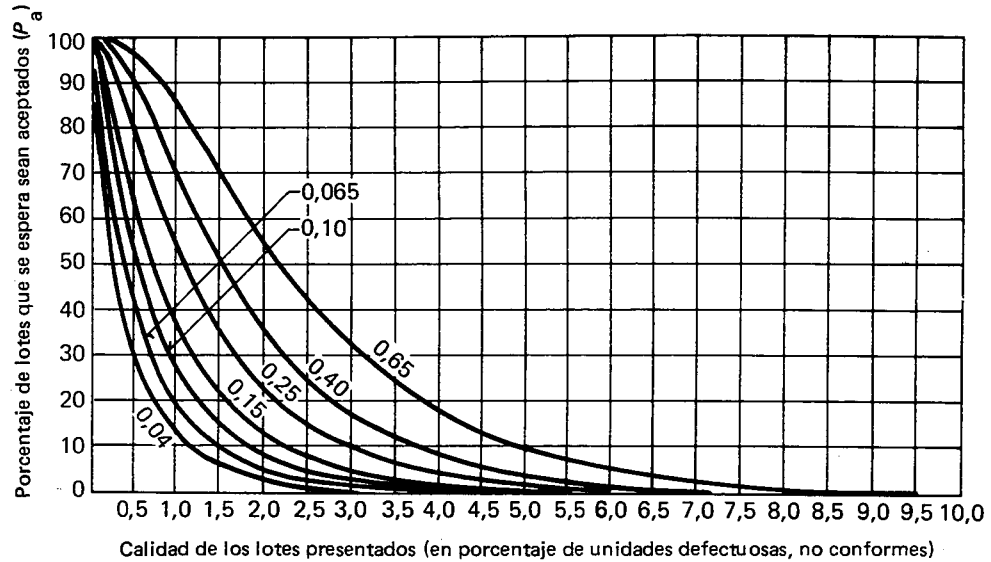
**Tabla V-I-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$	
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,02	0,03	0,04	0,08	0,14	0,26	0,44	0,70	1,33	2,31	4,12	6,79	99,0
95,0	0,05	0,08	0,12	0,20	0,32	0,56	0,85	1,28	2,23	3,61	5,98	9,27	95,0
90,0	0,09	0,13	0,19	0,32	0,48	0,80	1,19	1,73	2,89	4,51	7,21	10,83	90,0
75,0	0,21	0,30	0,41	0,64	0,91	1,42	2,00	2,78	4,34	6,39	9,65	13,82	75,0
50,0	0,50	0,68	0,89	1,28	1,73	2,53	3,39	4,47	6,54	9,12	13,00	17,74	50,0
25,0	1,09	1,42	1,77	2,41	3,09	4,25	5,43	6,87	9,47	12,57	17,03	22,27	25,0
10,0	2,05	2,55	3,08	3,99	4,93	6,46	7,97	9,73	12,81	16,34	21,24	26,82	10,0
5,0	2,89	3,52	4,17	5,26	6,37	8,14	9,83	11,78	15,14	18,89	24,01	29,75	5,0
1,0	5,17	6,06	6,97	8,43	9,85	12,04	14,08	16,36	20,14	24,24	29,66	35,56	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		

**Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)**

**J**

**Tabla V-J**  
**Letra código J**  
**Gráfico V-J – Curvas características de los planes de muestreo simples**



**Tabla V-J-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

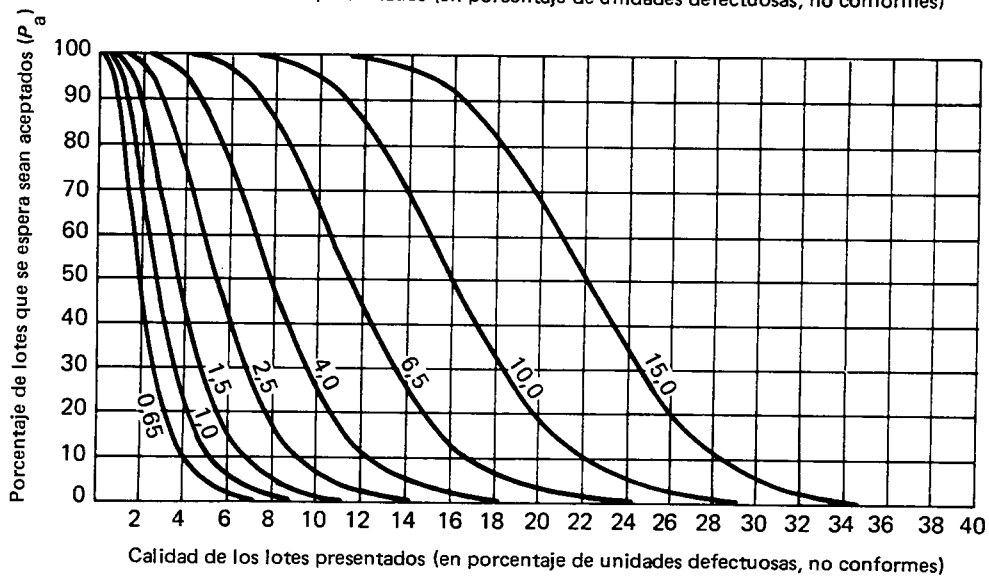
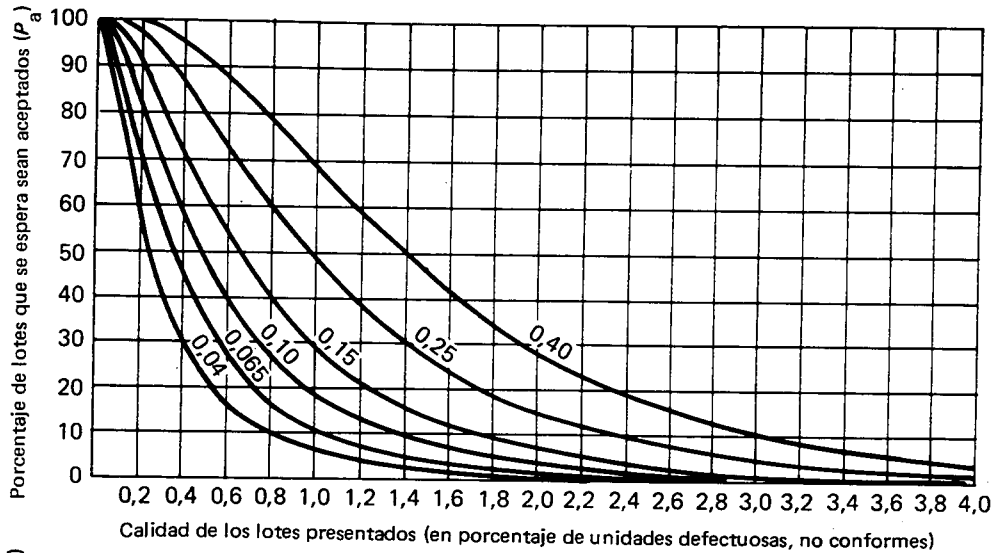
$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$	
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,02	0,04	0,06	0,11	0,18	0,32	0,54	0,84	1,54	2,61	4,54	7,44	99,0
95,0	0,06	0,09	0,13	0,23	0,36	0,60	0,94	1,40	2,38	3,80	6,21	9,65	95,0
90,0	0,10	0,15	0,20	0,33	0,51	0,82	1,25	1,80	2,97	4,59	7,28	11,01	90,0
75,0	0,20	0,29	0,39	0,60	0,88	1,34	1,94	2,69	4,19	6,18	9,34	13,56	75,0
50,0	0,43	0,59	0,76	1,10	1,54	2,21	3,05	4,05	5,98	8,41	12,10	16,82	50,0
25,0	0,86	1,12	1,39	1,92	2,55	3,50	4,62	5,91	8,29	11,16	15,35	20,53	25,0
10,0	1,50	1,90	2,29	3,02	3,87	5,10	6,50	8,07	10,85	14,11	18,71	24,23	10,0
5,0	2,05	2,54	3,01	3,89	4,89	6,29	7,87	9,60	12,62	16,09	20,90	26,60	5,0
1,0	3,50	4,12	4,84	6,02	7,30	9,04	10,95	12,98	16,42	20,24	25,39	31,32	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		

Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)





**Tabla V-K**  
**Letra código K**  
**Gráfico V-K – Curvas características de los planes de muestreo simples**



**Tabla V-K-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

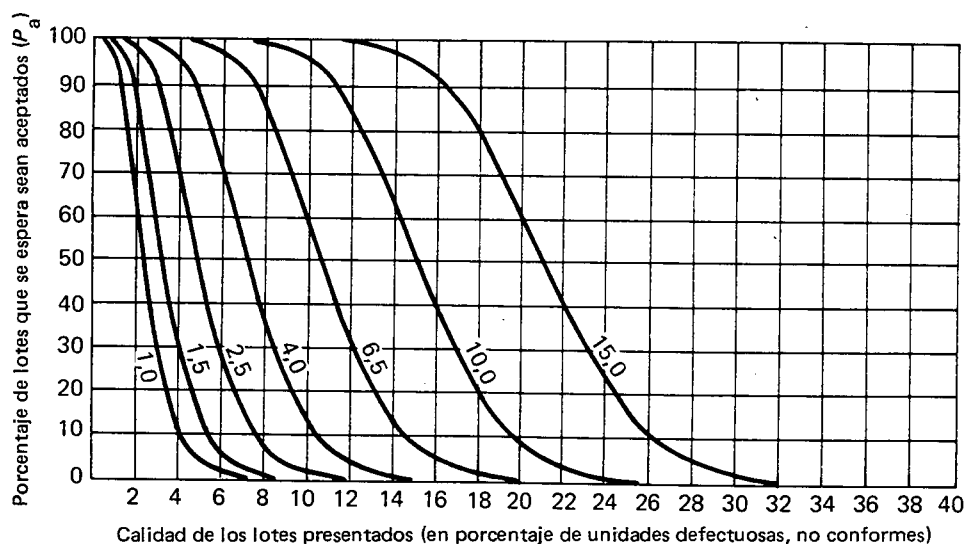
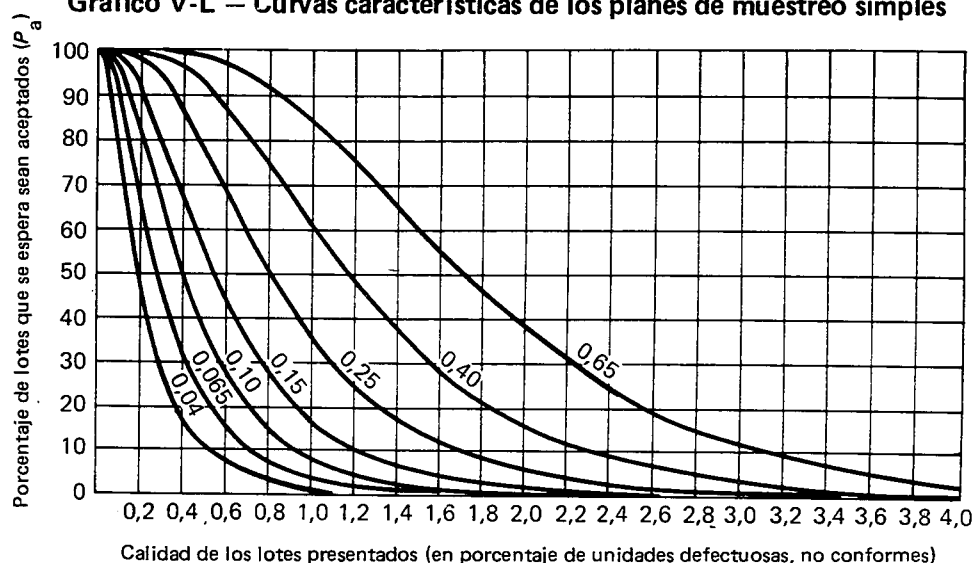
$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)												$P_a$
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,03	0,05	0,08	0,14	0,23	0,38	0,64	0,98	1,74	2,96	5,03	8,05	99,0
95,0	0,07	0,10	0,15	0,26	0,40	0,64	1,02	1,49	2,51	4,04	6,52	10,00	95,0
90,0	0,10	0,15	0,21	0,35	0,54	0,83	1,29	1,84	3,01	4,73	7,44	11,16	90,0
75,0	0,19	0,27	0,37	0,58	0,85	1,26	1,87	2,59	4,04	6,08	9,19	13,31	75,0
50,0	0,35	0,49	0,65	0,98	1,37	1,94	2,76	3,68	5,48	7,90	11,45	16,00	50,0
25,0	0,64	0,86	1,10	1,58	2,12	2,89	3,95	5,11	7,27	10,09	14,06	19,01	25,0
10,0	1,06	1,36	1,70	2,35	3,07	4,03	5,33	6,72	9,23	12,39	16,72	21,98	10,0
5,0	1,40	1,77	2,18	2,74	3,77	4,87	6,32	7,84	10,55	13,92	18,45	23,88	5,0
1,0	2,29	2,81	3,36	4,36	5,42	6,78	8,52	10,30	13,39	17,10	21,97	27,65	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		

Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)

**L**

**Tabla V-L  
Letra código L**

**Gráfico V-L – Curvas características de los planes de muestreo simples**



**Tabla V-L-1**

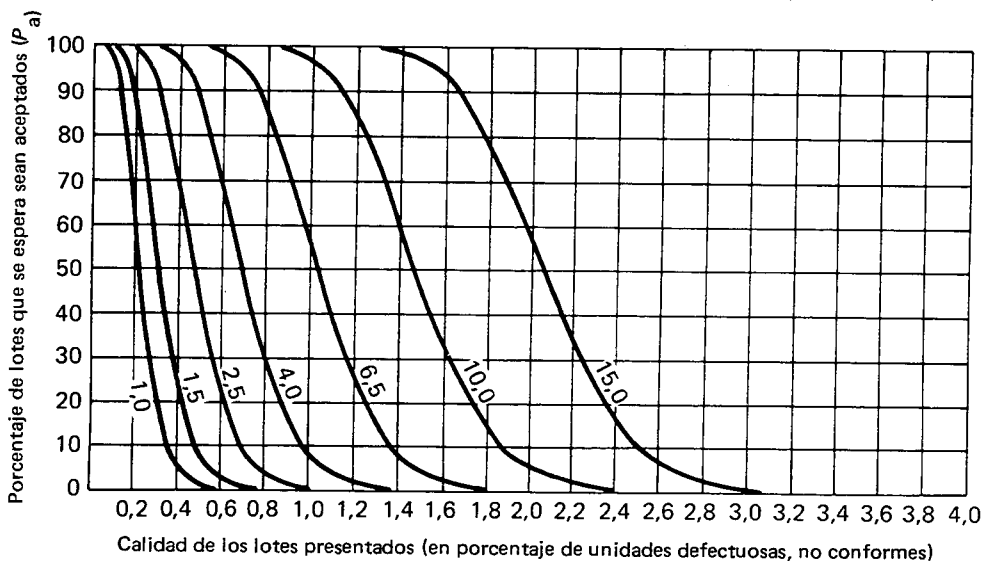
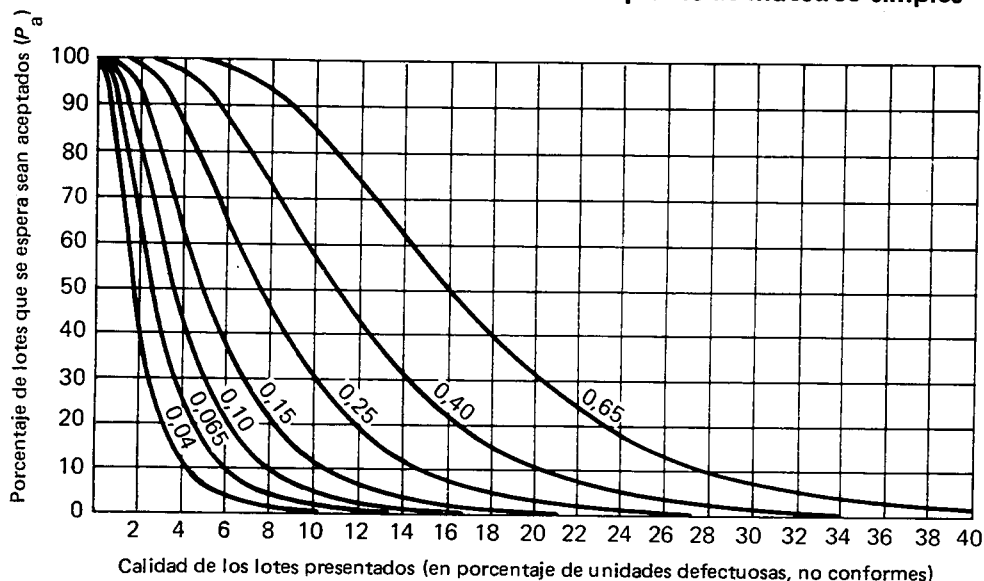
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)												$P_a$
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,04	0,06	0,09	0,16	0,27	0,46	0,73	1,12	1,95	3,24	5,52	8,67	99,0
95,0	0,07	0,11	0,17	0,27	0,43	0,70	1,06	1,58	2,62	4,18	6,81	10,34	95,0
90,0	0,10	0,15	0,22	0,35	0,55	0,86	1,29	1,88	3,05	4,76	7,59	11,31	90,0
75,0	0,17	0,24	0,35	0,53	0,80	1,21	1,76	2,49	3,89	5,86	9,02	13,08	75,0
50,0	0,29	0,40	0,56	0,82	1,19	1,74	2,43	3,34	5,02	7,29	10,84	15,24	50,0
25,0	0,48	0,65	0,87	1,23	1,73	2,44	3,30	4,41	6,38	8,97	12,89	17,62	25,0
10,0	0,74	0,97	1,27	1,74	2,37	3,24	4,28	5,58	7,82	10,70	14,94	19,95	10,0
5,0	0,95	1,23	1,57	2,12	2,84	3,82	4,97	6,38	8,79	11,84	16,26	21,42	5,0
1,0	1,47	1,84	2,30	3,01	3,91	5,10	6,47	8,11	10,84	14,19	18,93	24,34	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		

**Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)**



**Tabla V-M**  
**Letra código M**  
**Gráfico V-M – Curvas características de los planes de muestreo simples**



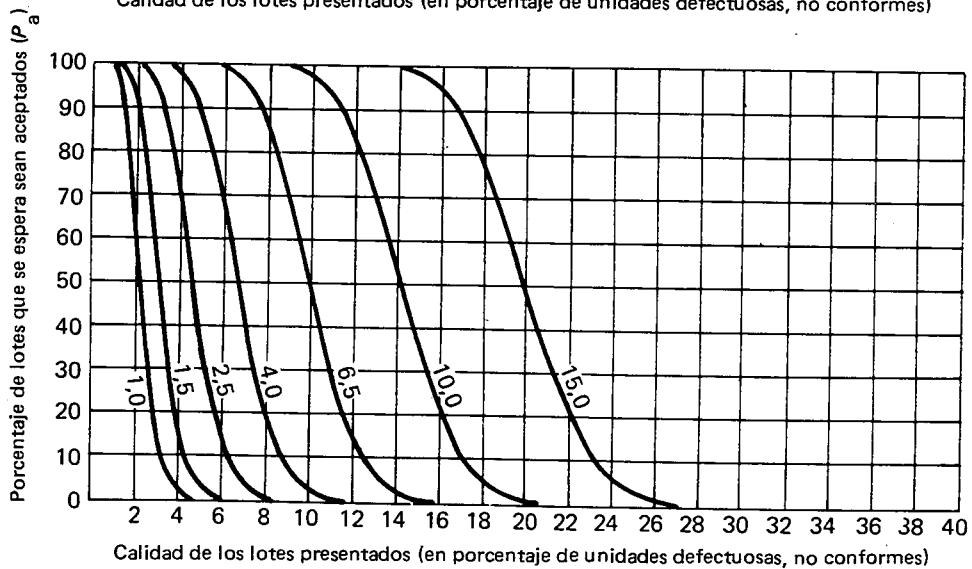
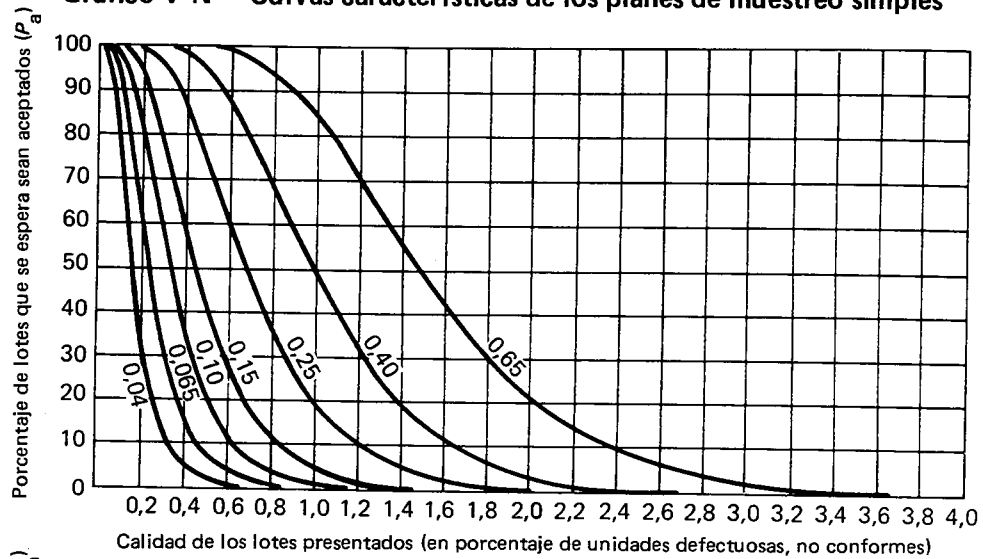
**Tabla V-M-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$												
	0,05	0,07	0,11	0,15	0,19	0,25	0,31	0,40	0,52	0,65	0,81		1,0	1,24	1,5	1,66	2,12	2,73	3,46	4,31	5,81	6,97	9,03	
99,0	0,05	0,07	0,11	0,15	0,19	0,25	0,31	0,40	0,52	0,65	0,81	1,0	1,24	1,5	1,66	2,12	2,73	3,46	4,31	5,81	6,97	9,03	99,0	
95,0	0,08	0,12	0,18	0,22	0,29	0,37	0,47	0,57	0,74	0,89	1,12	1,33	1,66	2,00	2,46	3,11	3,84	4,82	5,78	7,65	8,90	10,51	11,36	95,0
90,0	0,10	0,15	0,22	0,33	0,41	0,53	0,67	0,81	1,00	1,20	1,43	1,74	2,12	2,50	3,11	3,84	4,82	5,78	7,65	8,90	10,51	11,36	12,90	90,0
75,0	0,16	0,23	0,33	0,51	0,61	0,79	1,00	1,20	1,56	1,88	2,31	2,81	3,46	4,20	5,00	5,78	7,00	8,41	10,00	11,75	13,60	15,75	18,00	75,0
50,0	0,26	0,37	0,51	0,77	1,00	1,20	1,56	2,00	2,50	3,11	3,84	4,82	5,78	7,00	8,41	10,00	11,75	13,60	15,75	18,00	20,25	22,50	25,00	50,0
25,0	0,41	0,56	0,75	1,11	1,50	2,00	2,50	3,11	3,81	4,75	5,75	7,00	8,41	10,00	11,75	13,60	15,75	18,00	20,25	22,50	25,00	27,50	30,00	25,0
10,0	0,61	0,80	1,05	1,50	2,00	2,50	3,11	3,81	4,75	5,75	7,00	8,41	10,00	11,75	13,60	15,75	18,00	20,25	22,50	25,00	27,50	30,00	32,50	10,0
5,0	0,75	0,99	1,28	1,79	2,43	3,11	3,81	4,75	5,75	7,00	8,41	10,00	11,75	13,60	15,75	18,00	20,25	22,50	25,00	27,50	30,00	32,50	35,00	5,0
1,0	1,12	1,43	1,81	2,46	3,24	4,30	5,52	7,02	8,93	11,36	14,33	17,89	22,11	28,00	35,75	45,00	56,00	69,00	85,00	105,00	130,00	160,00	195,00	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0	15,0	22,0	32,0	45,0	65,0	90,0	120,0	160,0	210,0	280,0	370,0	480,0	
	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)																							

**N**

**Tabla V-N**  
**Letra código N**

**Gráfico V-N – Curvas características de los planes de muestreo simples**

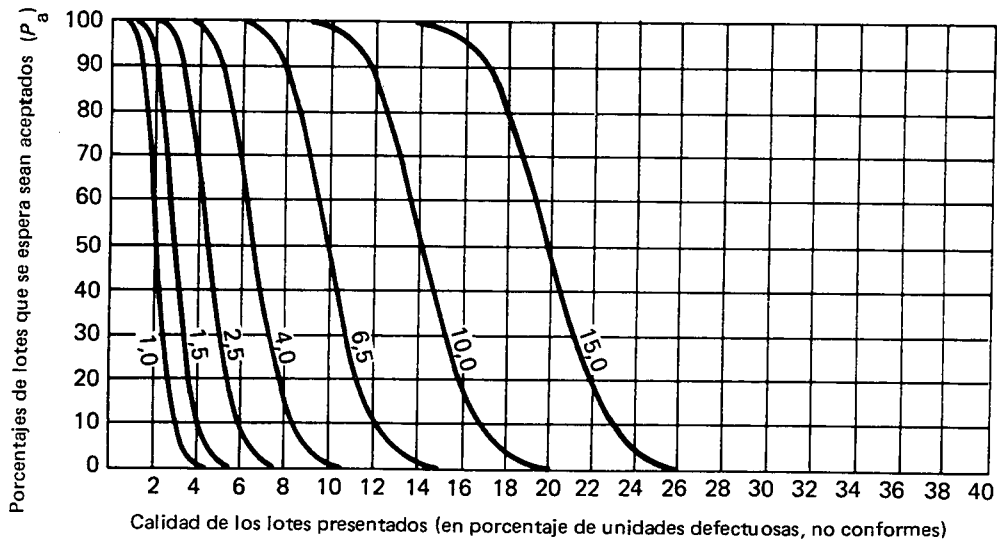
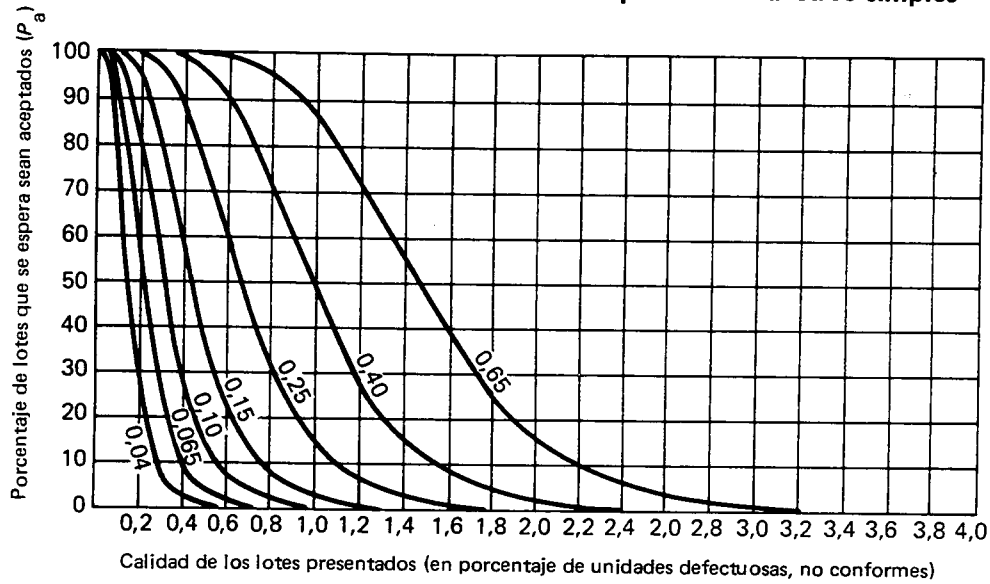


**Tabla V-N-1**

**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$	
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,05	0,08	0,13	0,22	0,35	0,57	0,91	1,36	2,29	3,69	6,10	9,55	99,0
95,0	0,08	0,13	0,19	0,31	0,48	0,77	1,18	1,73	2,82	4,41	7,07	10,80	95,0
90,0	0,11	0,15	0,24	0,37	0,57	0,89	1,35	1,96	3,13	4,84	7,64	11,51	90,0
75,0	0,15	0,22	0,33	0,50	0,75	1,14	1,69	2,39	3,73	5,62	8,66	12,77	75,0
50,0	0,23	0,32	0,46	0,69	1,00	1,48	2,14	2,96	4,49	6,59	9,90	14,28	50,0
25,0	0,34	0,46	0,64	0,93	1,32	1,90	2,68	3,64	5,36	7,69	11,26	15,89	25,0
10,0	0,46	0,62	0,85	1,21	1,68	2,36	3,26	4,34	6,26	8,78	12,58	17,44	10,0
5,0	0,56	0,74	1,00	1,40	1,93	2,68	3,65	4,81	6,84	9,48	13,43	18,40	5,0
1,0	0,79	1,03	1,35	1,84	2,48	3,36	4,48	5,79	8,04	10,91	15,11	20,31	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)													

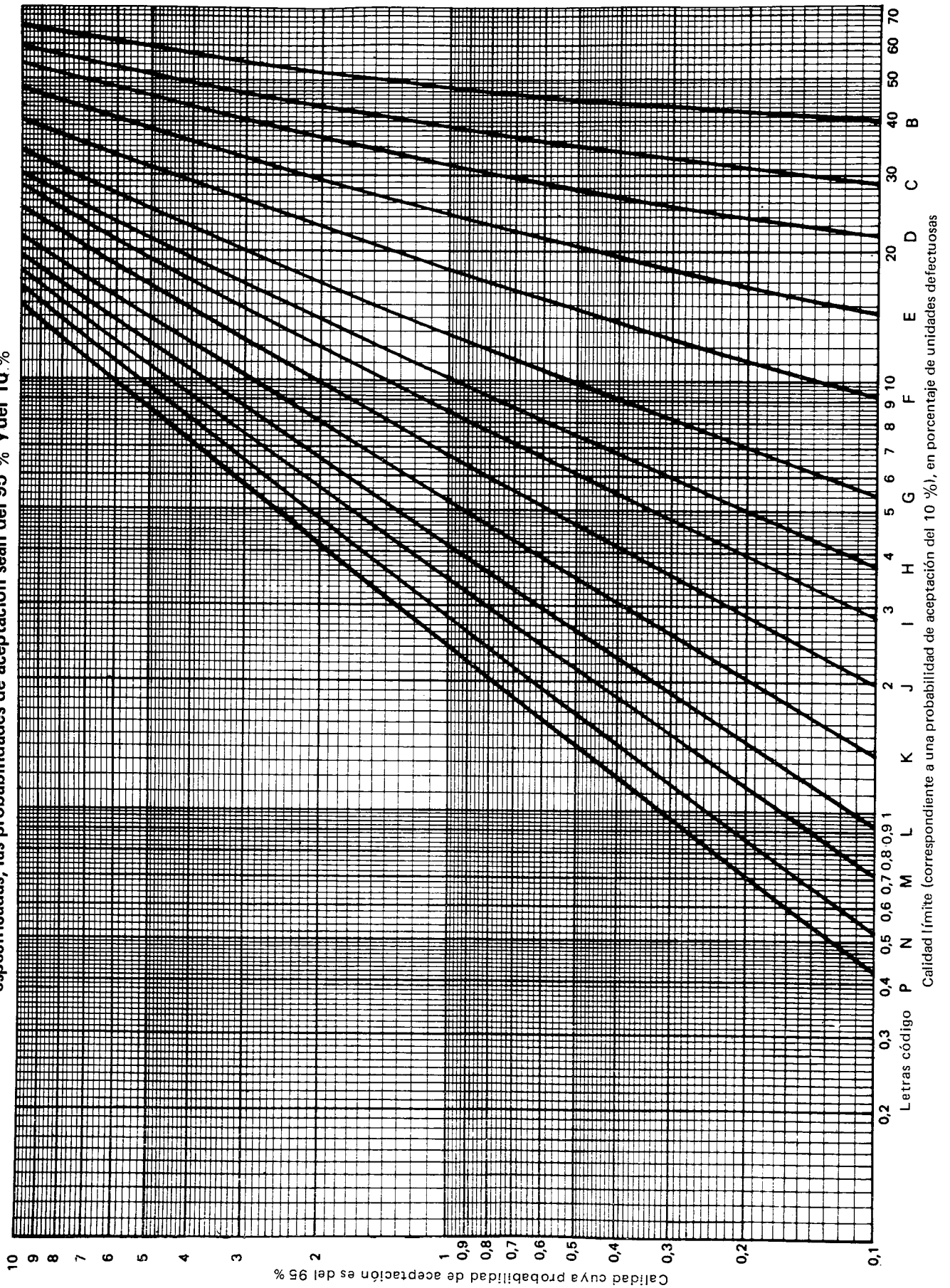
**Tabla V-P**  
**Letra código P**  
**Gráfico V-P – Curvas características de los planes de muestreo simples**



**Tabla V-P-1**  
**Valores calculados de las curvas características para planes de muestreo simples**

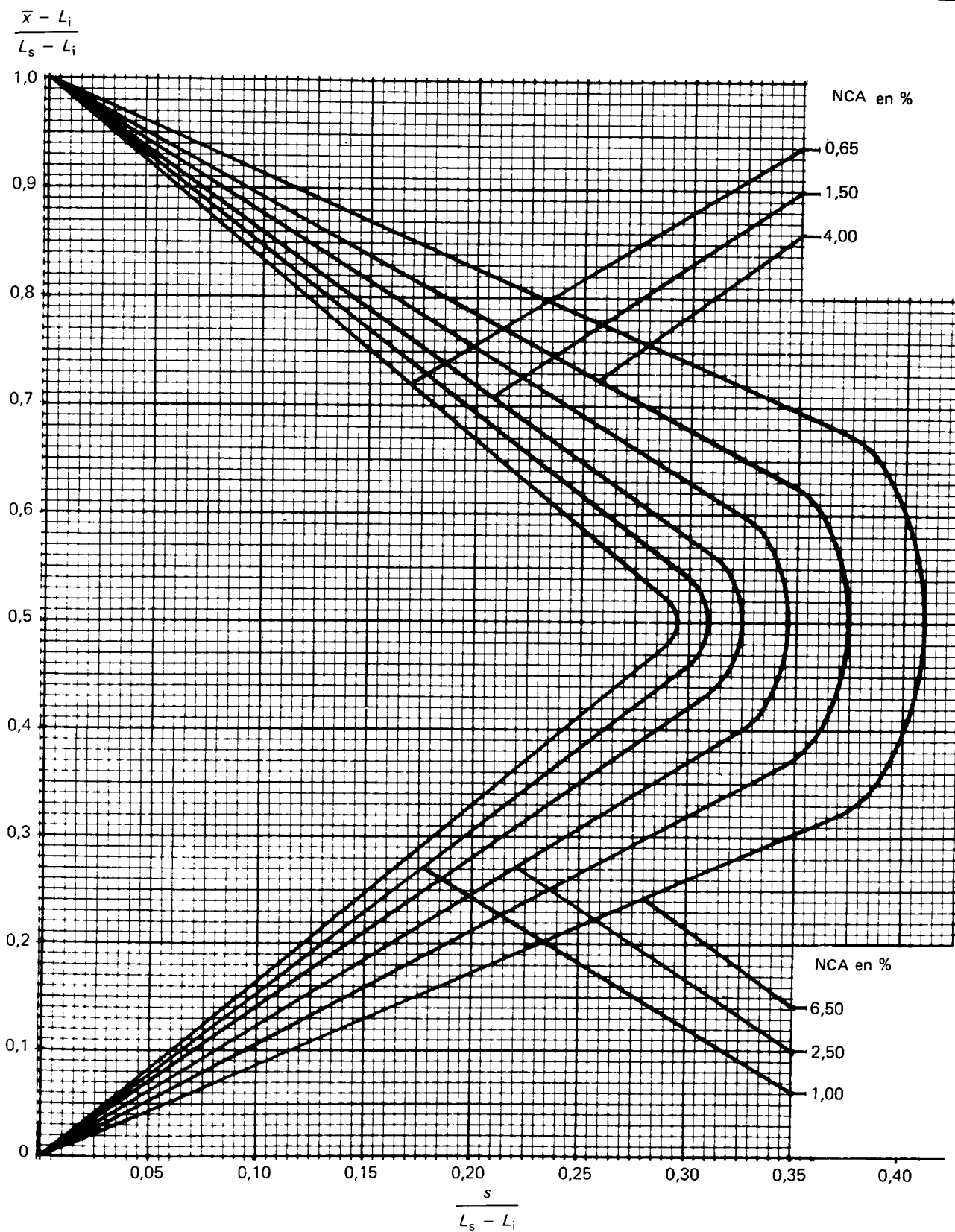
$P_a$	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											$P_a$	
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
99,0	0,064	0,101	0,150	0,254	0,405	0,65	0,99	1,52	2,52	4,00	6,52	10,10	99,0
95,0	0,094	0,143	0,210	0,344	0,534	0,84	1,25	1,86	3,00	4,66	7,40	11,22	95,0
90,0	0,114	0,173	0,249	0,402	0,617	0,95	1,40	2,07	3,29	5,04	7,91	11,85	90,0
75,0	0,157	0,233	0,330	0,519	0,779	1,18	1,70	2,46	3,82	5,73	8,80	12,96	75,0
50,0	0,222	0,321	0,445	0,683	1,000	1,48	2,08	2,96	4,48	6,58	9,88	14,27	50,0
25,0	0,309	0,437	0,594	0,889	1,272	1,83	2,54	3,53	5,23	7,52	11,05	15,66	25,0
10,0	0,411	0,571	0,763	1,116	1,567	2,22	3,02	4,12	5,98	8,45	12,19	16,98	10,0
5,0	0,485	0,666	0,882	1,275	1,770	2,47	3,33	4,51	5,47	9,04	12,90	17,80	5,0
1,0	0,657	0,884	1,150	1,621	2,206	3,02	4,00	5,32	7,46	10,23	14,31	19,41	1,0
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10,0		
Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)													

Grafico A — Tamaño de las muestras de muestreo normalizados tales que, para calidades especificadas, las probabilidades de aceptación sean del 95 % y del 10 %



**Gráfico s- D – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "s" - Letra código D  
 (tamaño de muestra: 5)**

**D**



**E**

Gráfico s-E – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "s" - Letra código E  
(tamaño de muestra: 7)

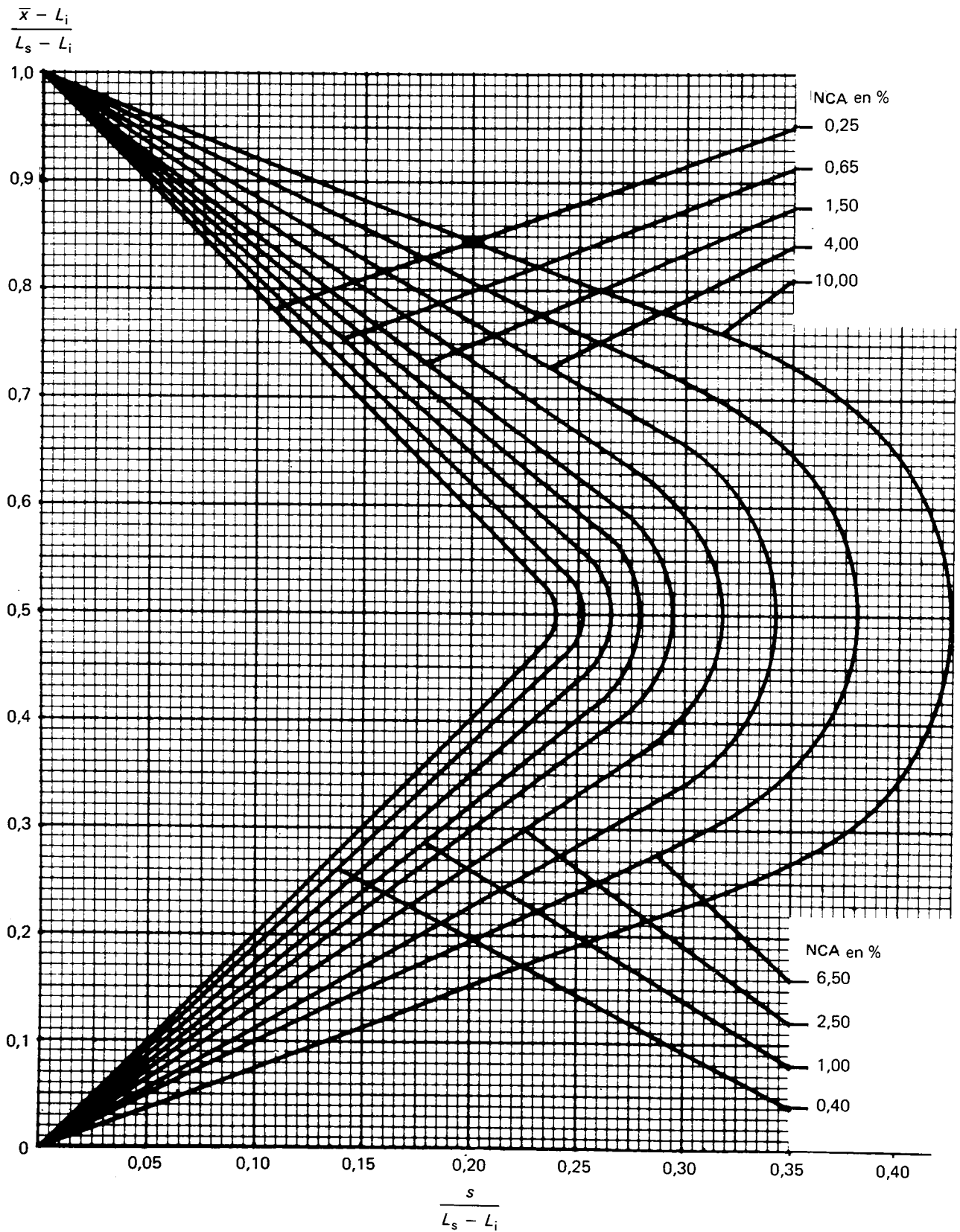
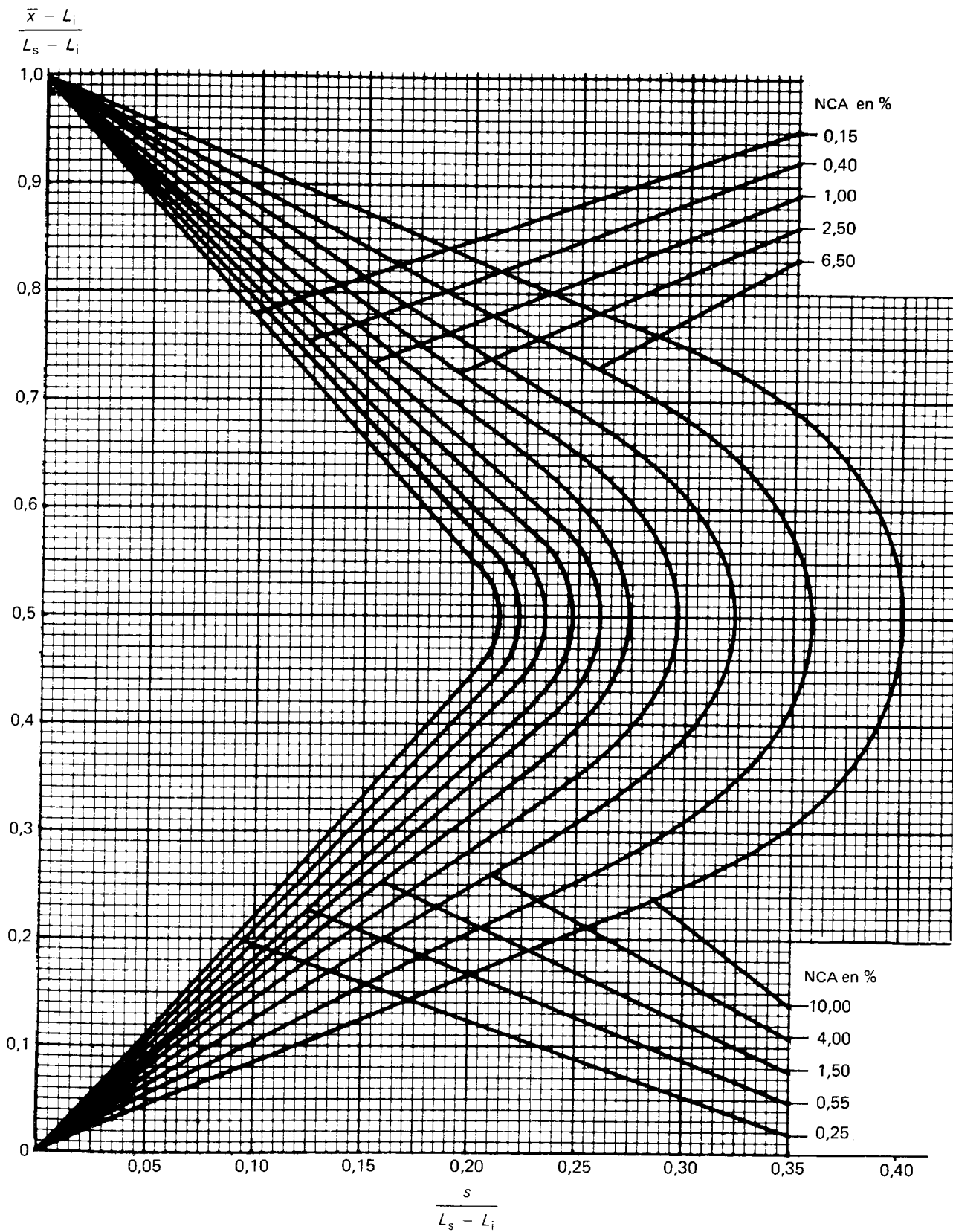




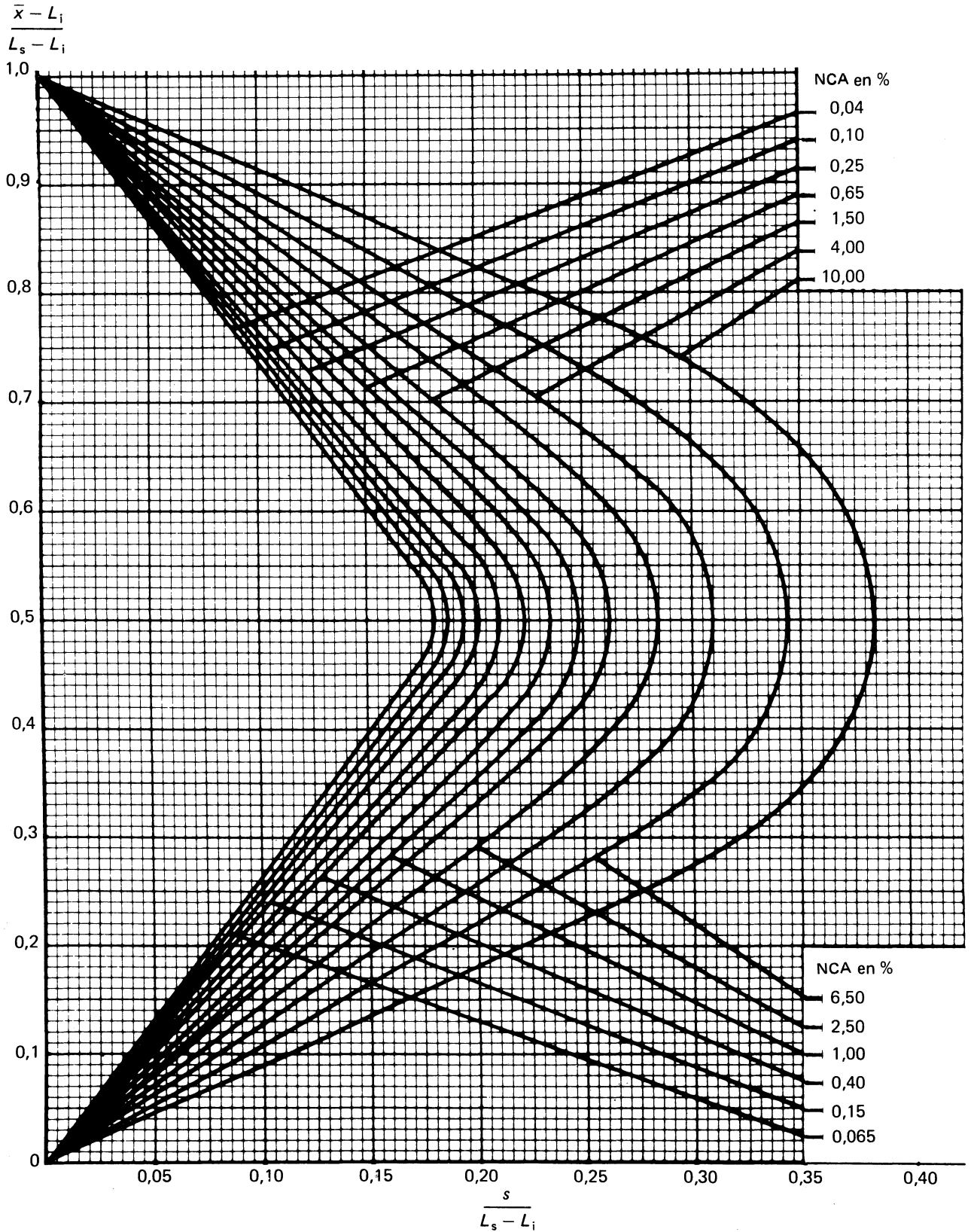
Gráfico s-F – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "s" - Letra código F  
 (tamaño de muestra: 10)

**F**



**G**

Gráfico s-G – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "s" - Letra código G  
(tamaño de muestra: 15)



**Gráfico s-H – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "s" - Letra código H  
 (tamaño de muestra: 20)**

**H**

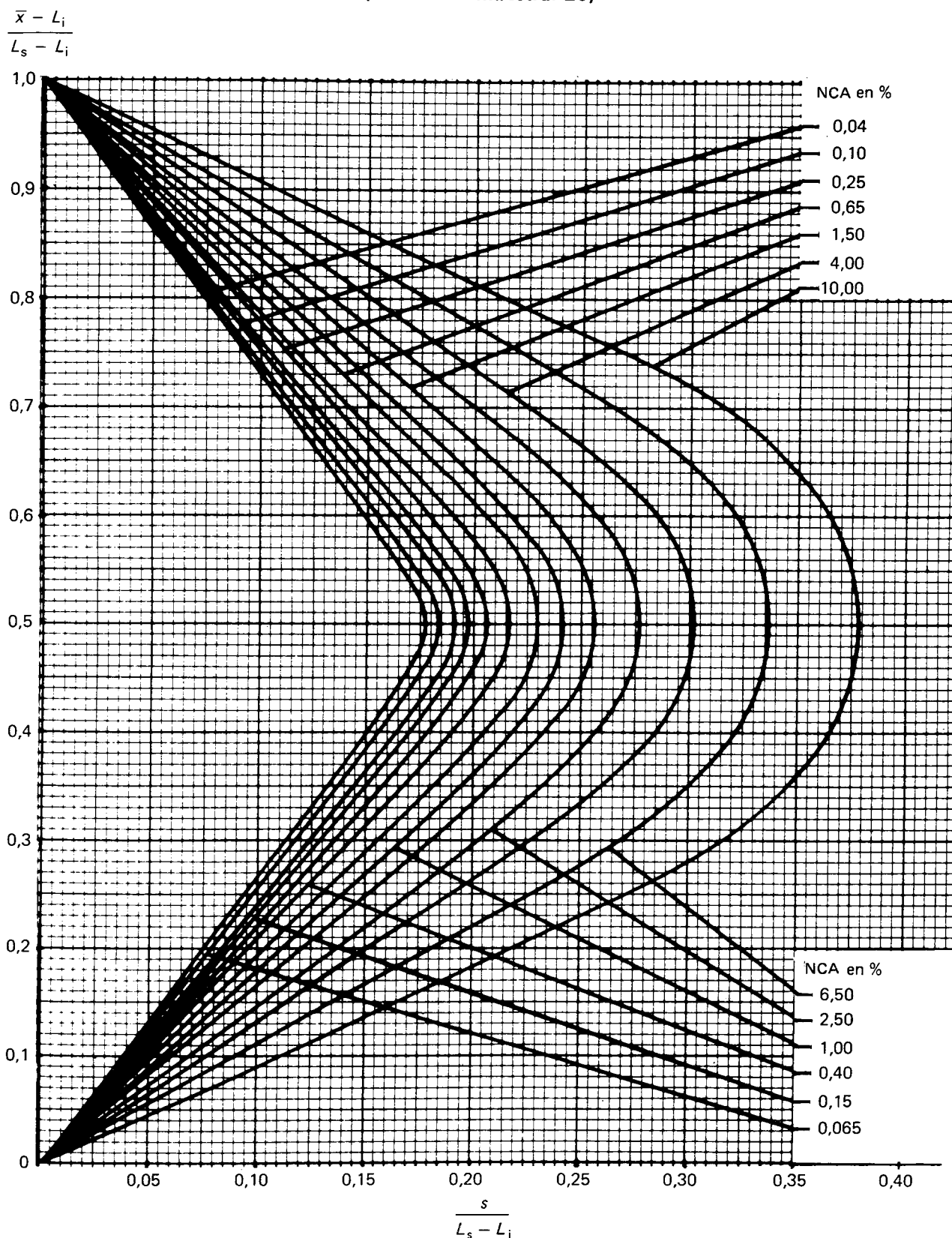
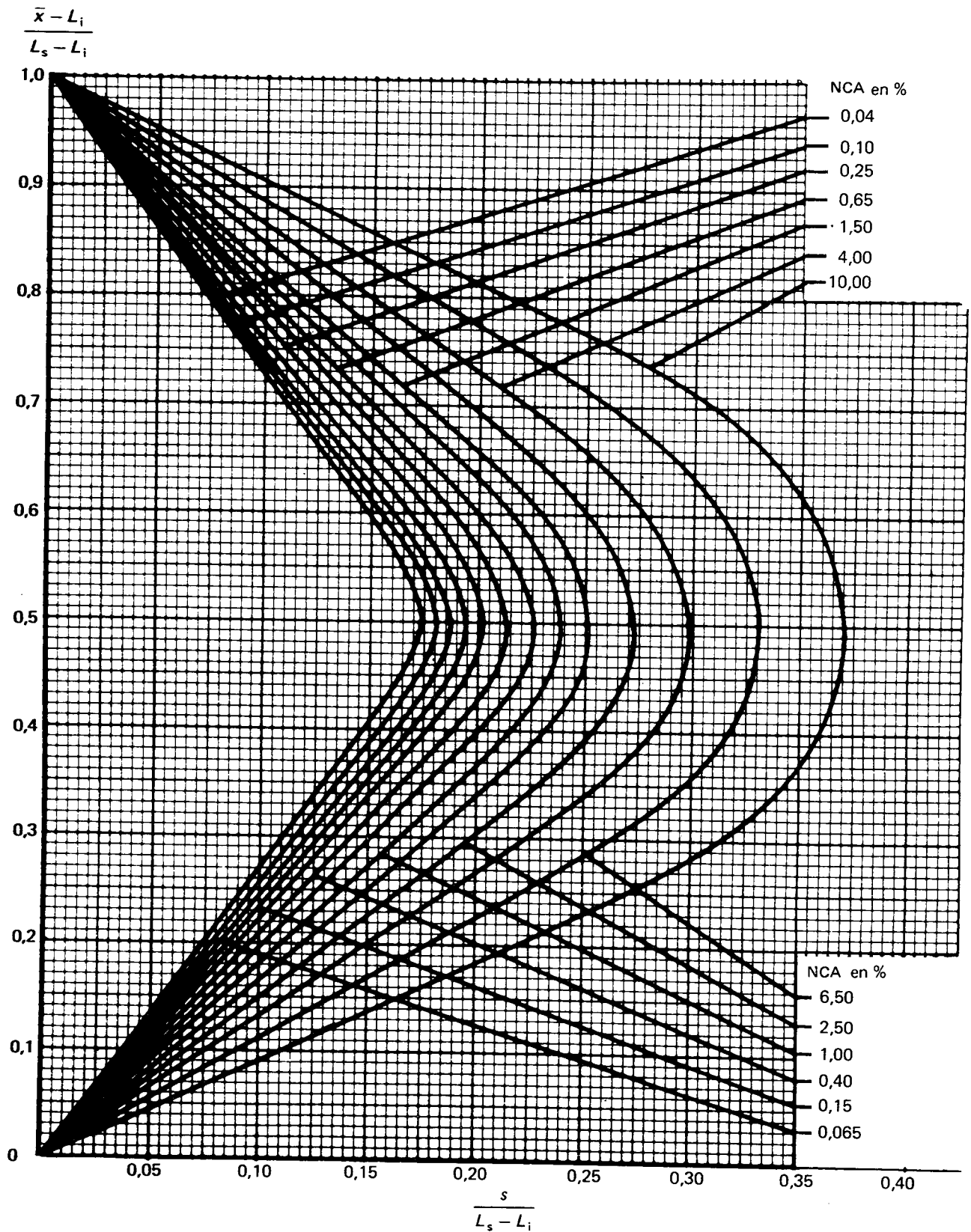
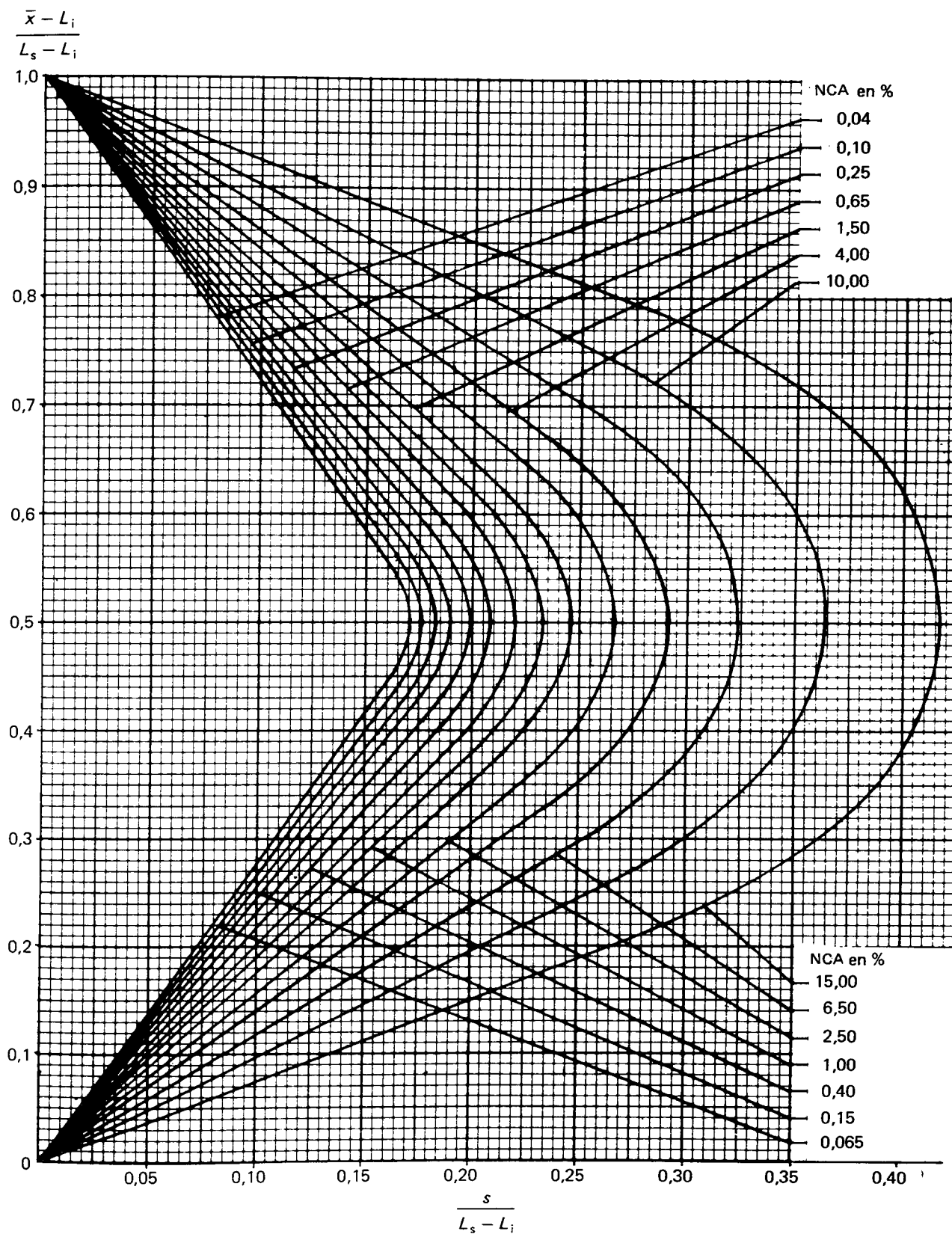


Gráfico s-l — Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "s" - Letra código I  
(tamaño de muestra: 25)



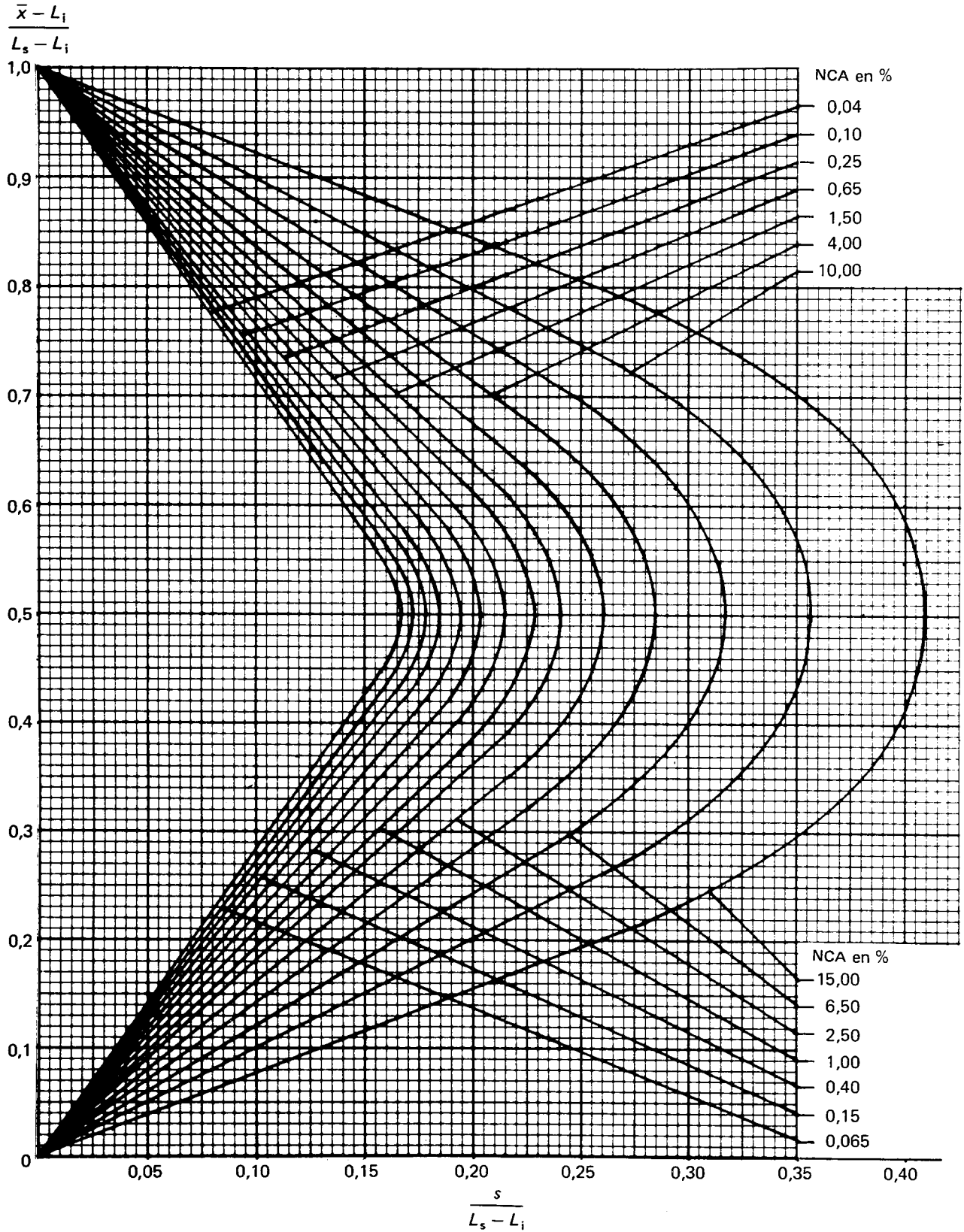
**Gráfico s-J – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "s" - Letra código J  
 (tamaño de muestra: 35)**

**J**

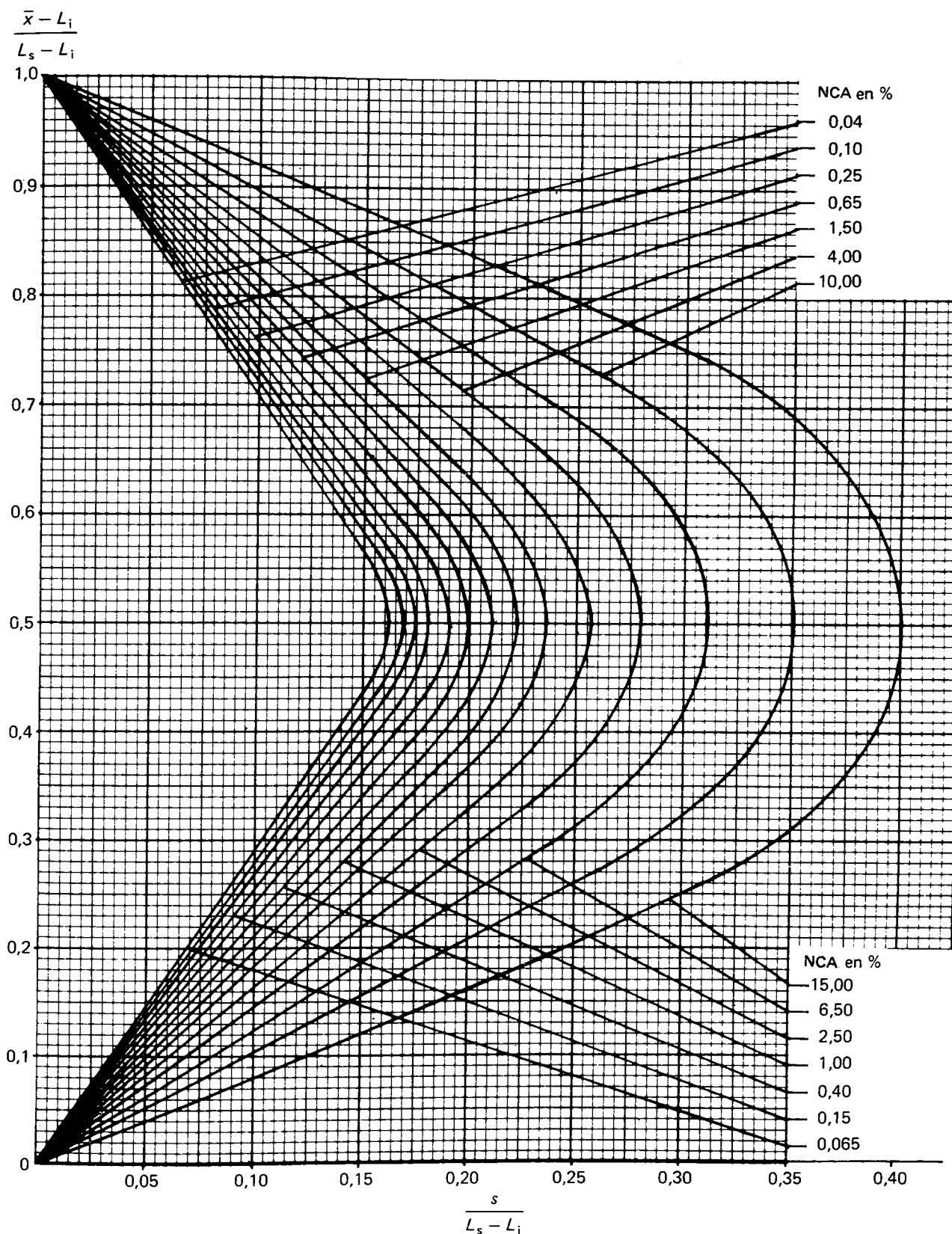


**K**

**Gráfico s-K – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "s" - Letra código K  
(tamaño de muestra: 50)**



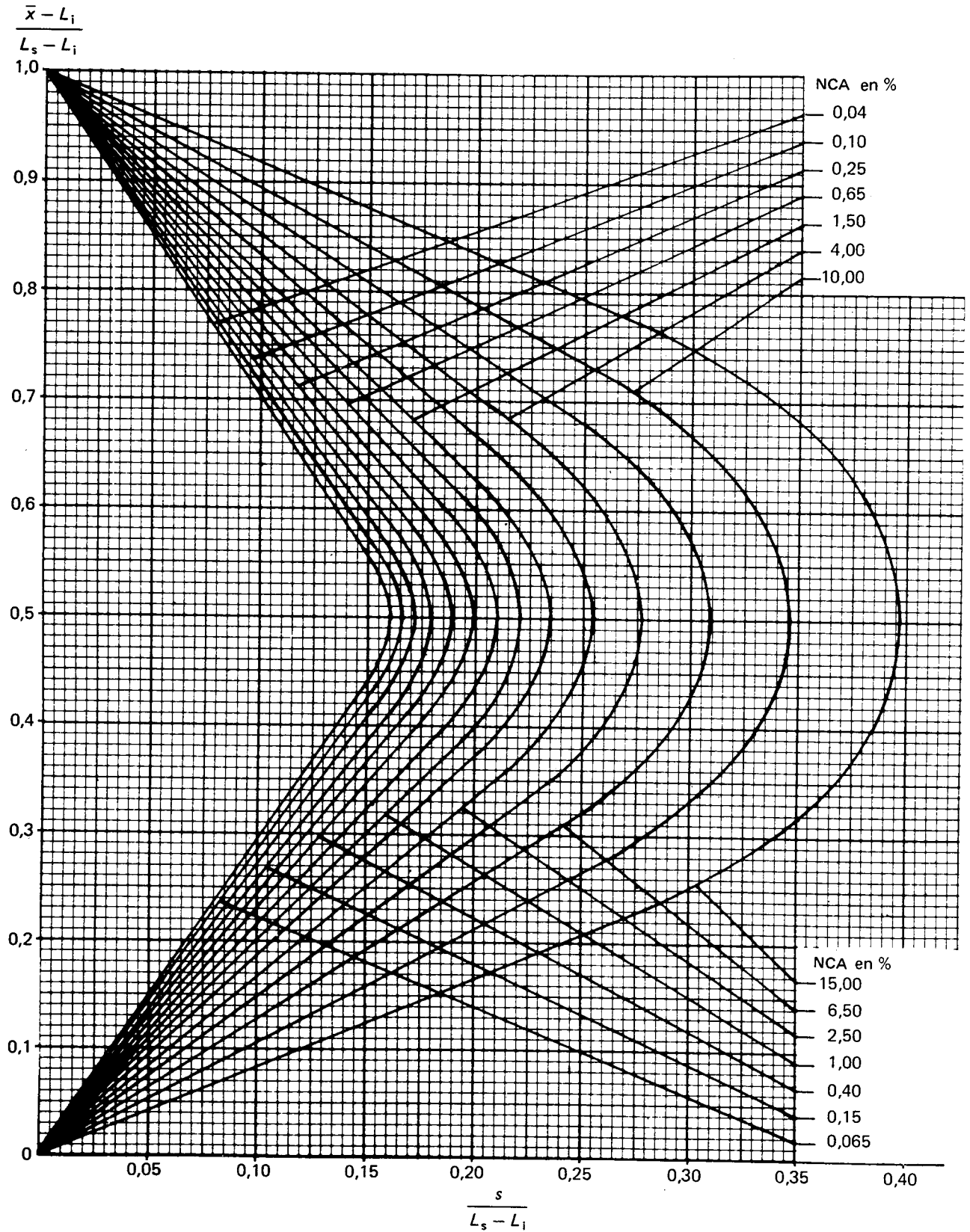
**Gráfico s-L – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "s" - Letra código L  
 (tamaño de muestra: 75)**





**M**

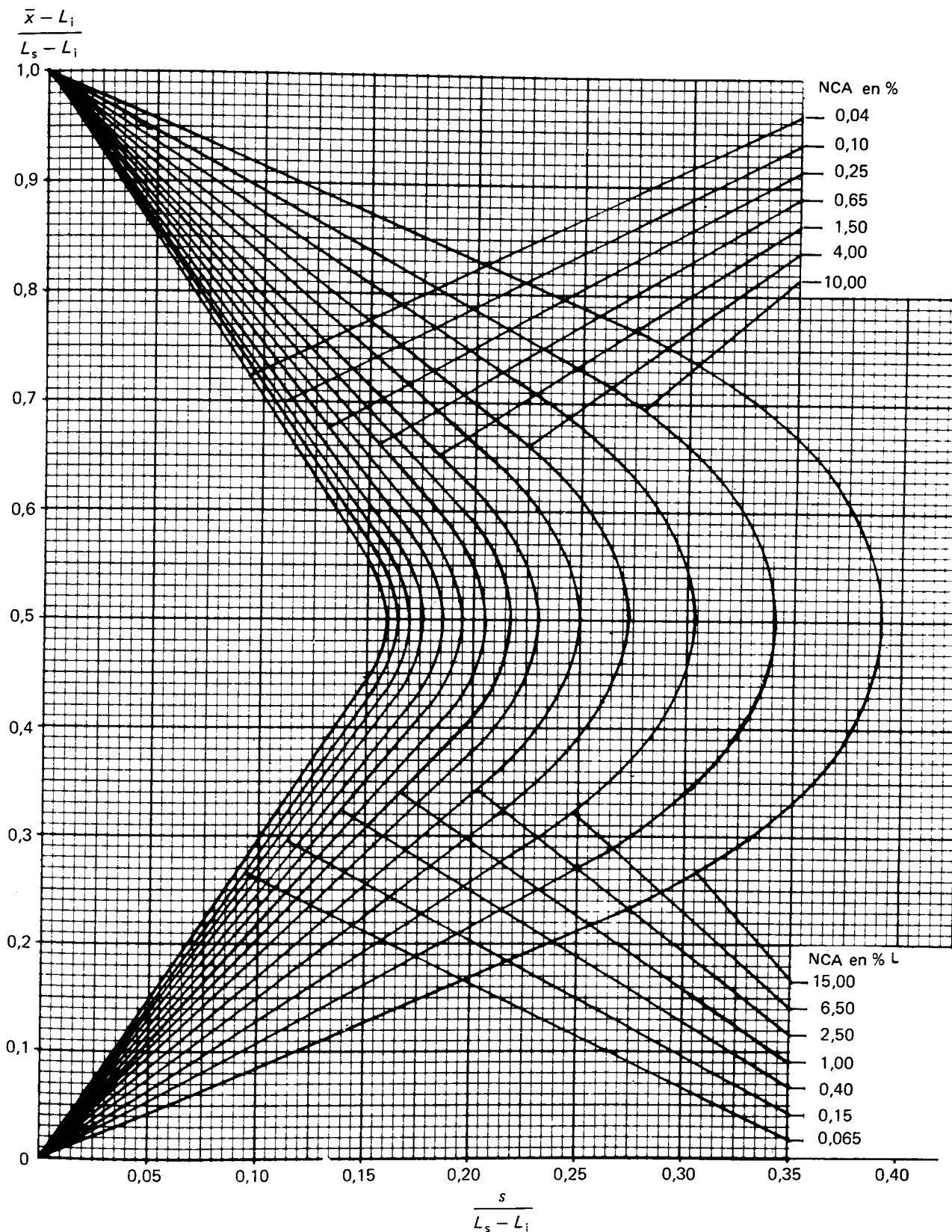
Gráfico s-M – Curvas de aceptación para límites de especificación doubles combinados:  
método "s" - Letra código M  
(tamaño de muestra: 100)





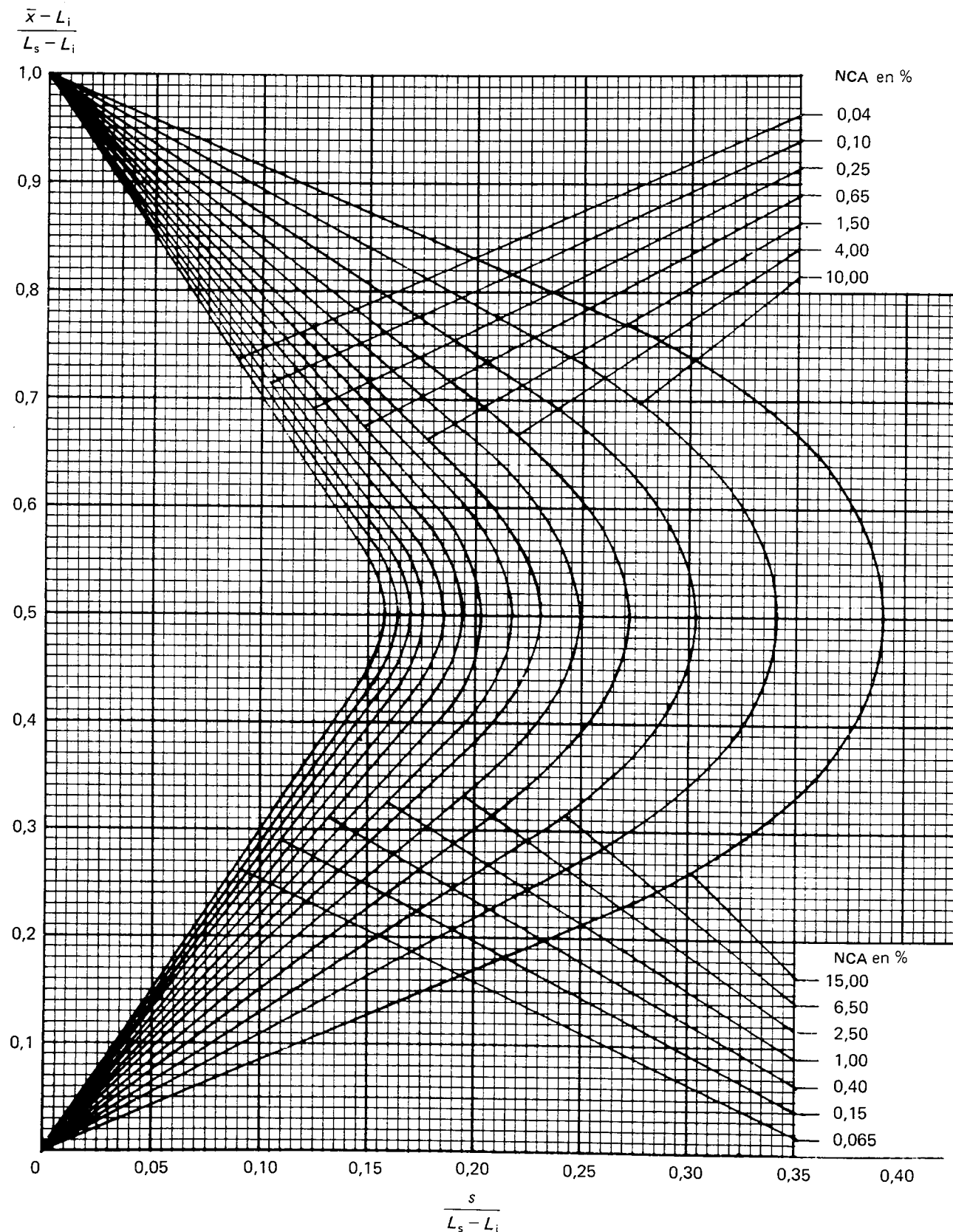
**Gráfico s-N – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "s" - Letra código N  
 (tamaño de muestra: 150)**

**N**



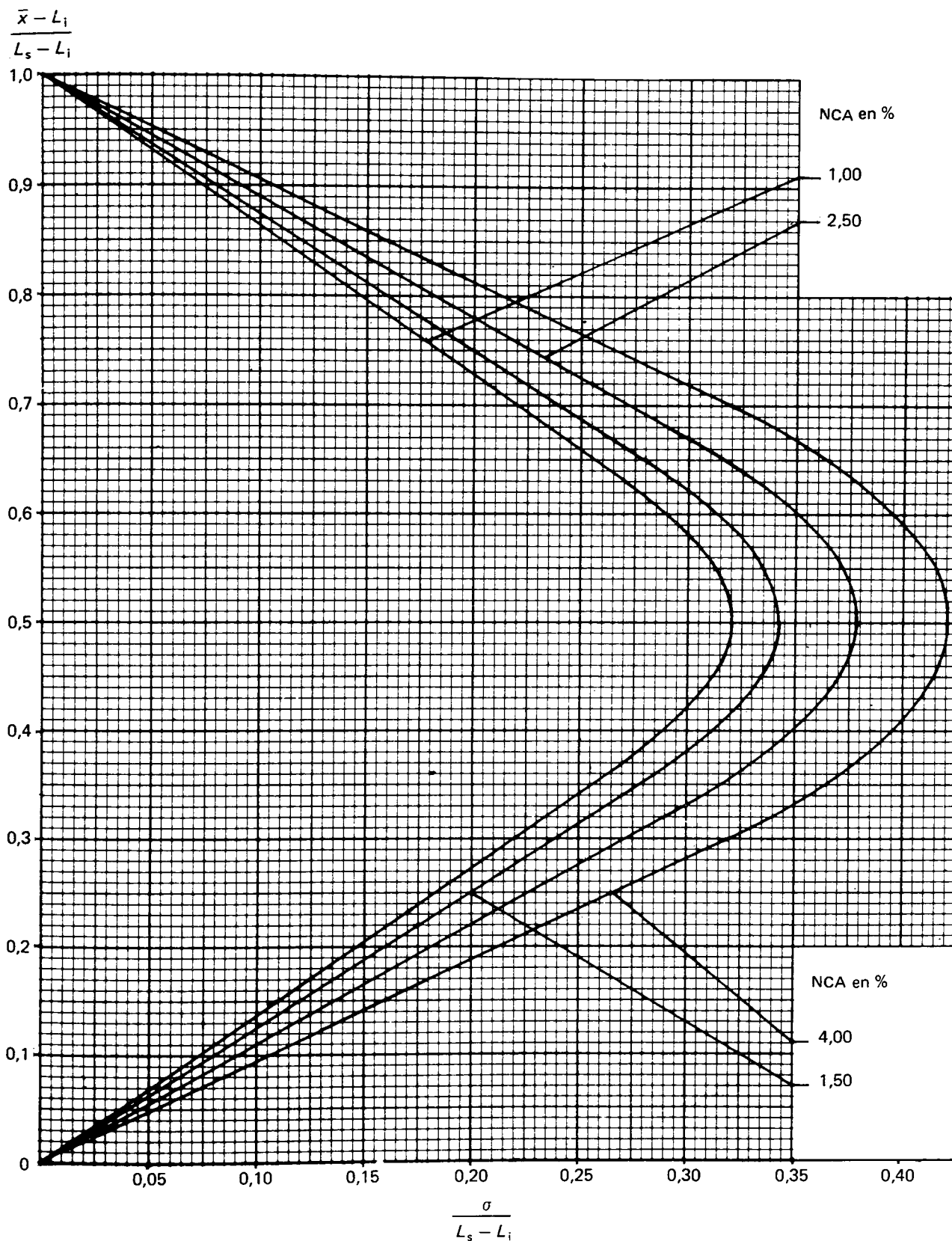
**P**

**Gráfico s-P – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "s" - Letra código P  
(tamaño de muestra: 200)**



**Gráfico  $\sigma$ -C – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "σ" - Letra código C**

**C**



# D

Gráfico  $\sigma$ -D — Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados: método " $\sigma$ " - Letra código D

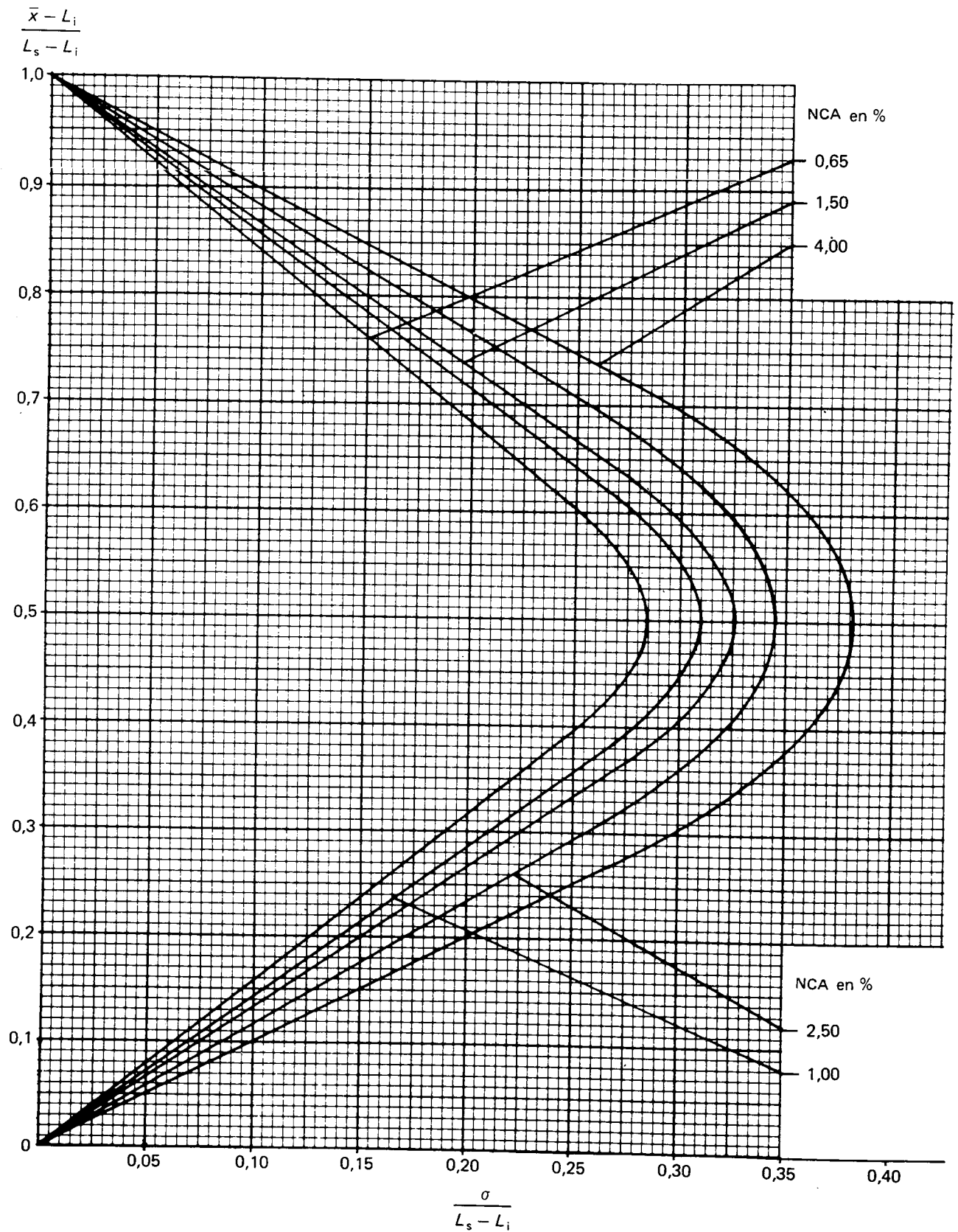
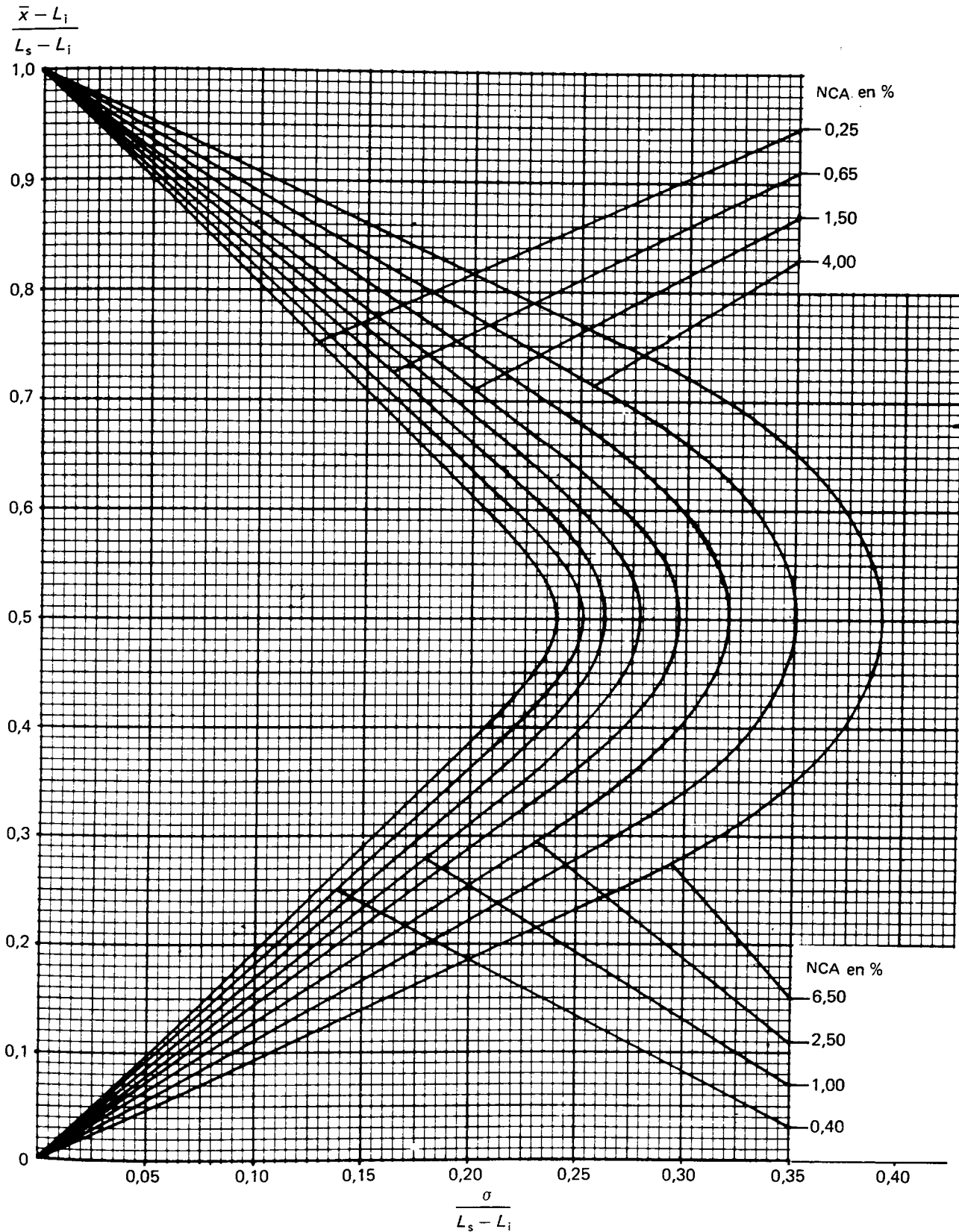


Gráfico  $\sigma$ -E – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "σ" - Letra código E

**E**



**F**

**Gráfico  $\sigma$ -F – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "σ" - Letra código F**

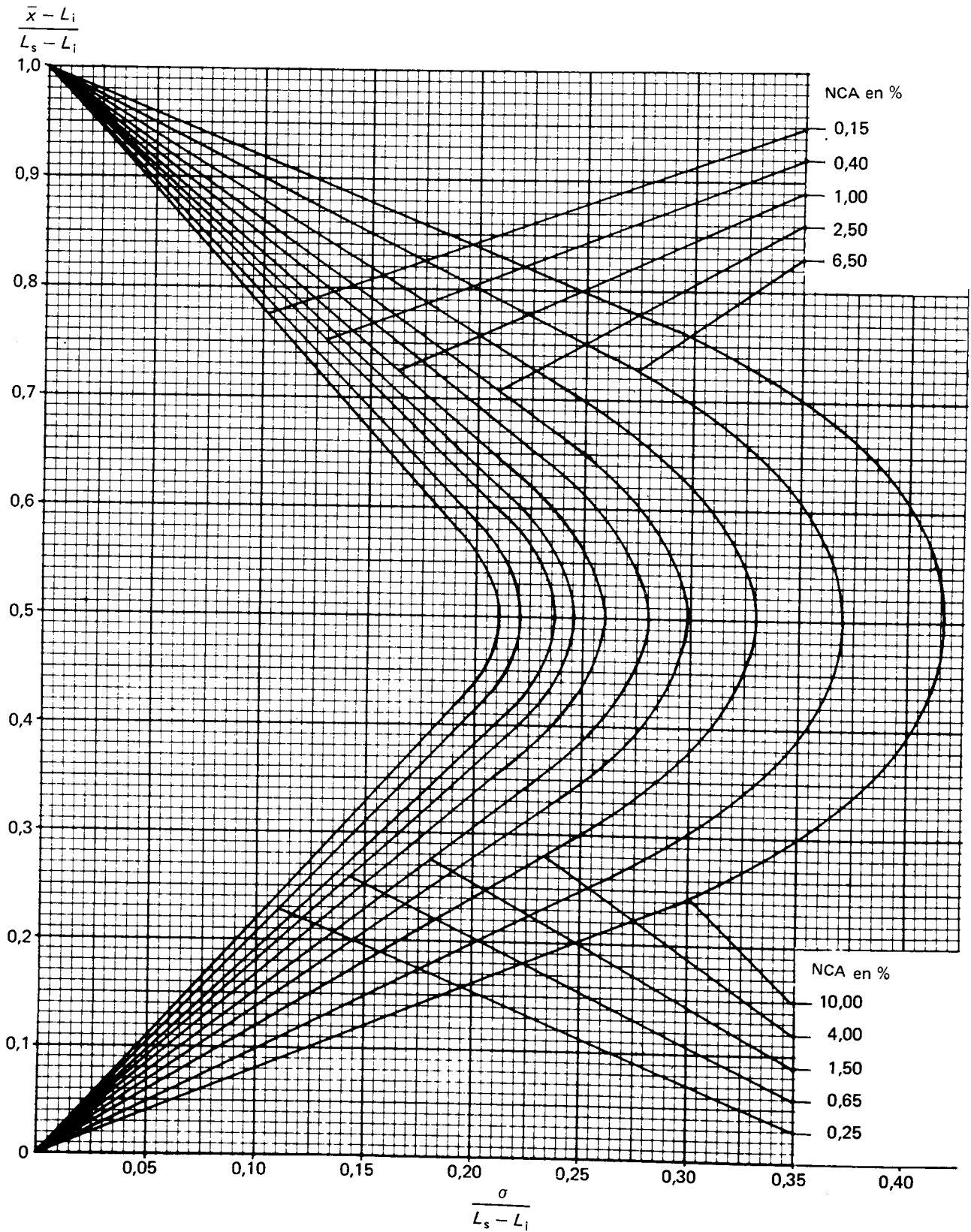
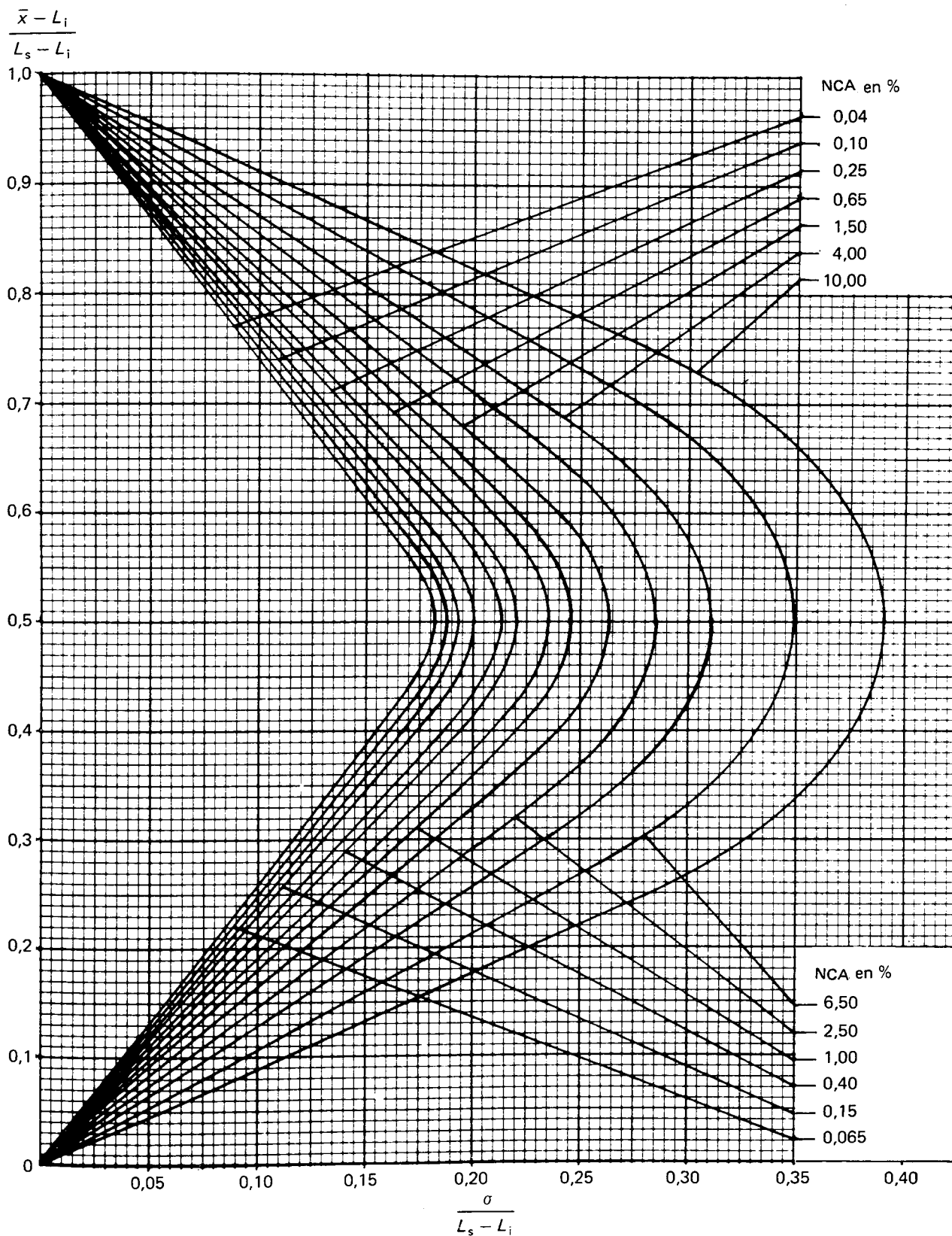


Gráfico  $\sigma$ -G – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "σ" - Letra código G

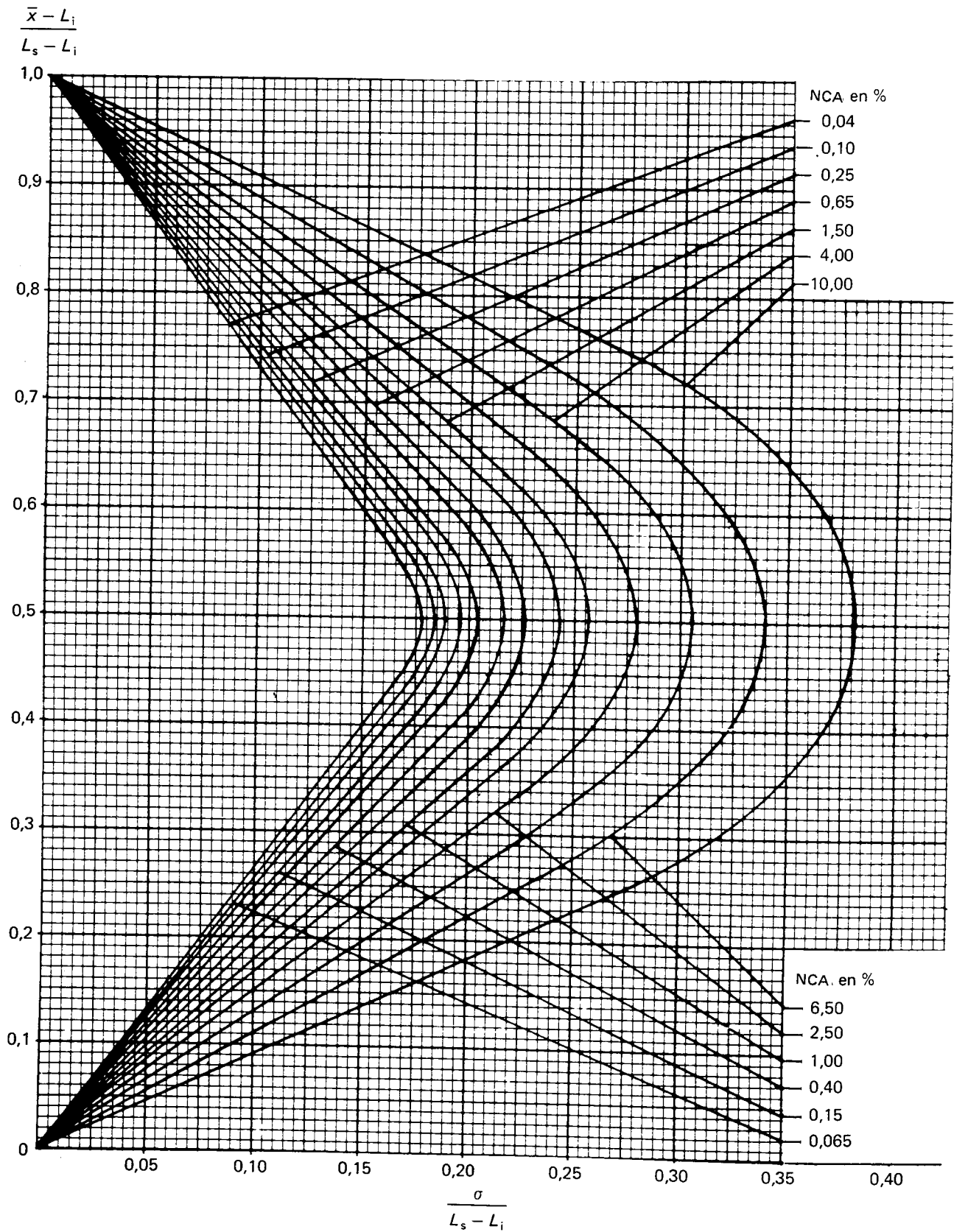
**G**





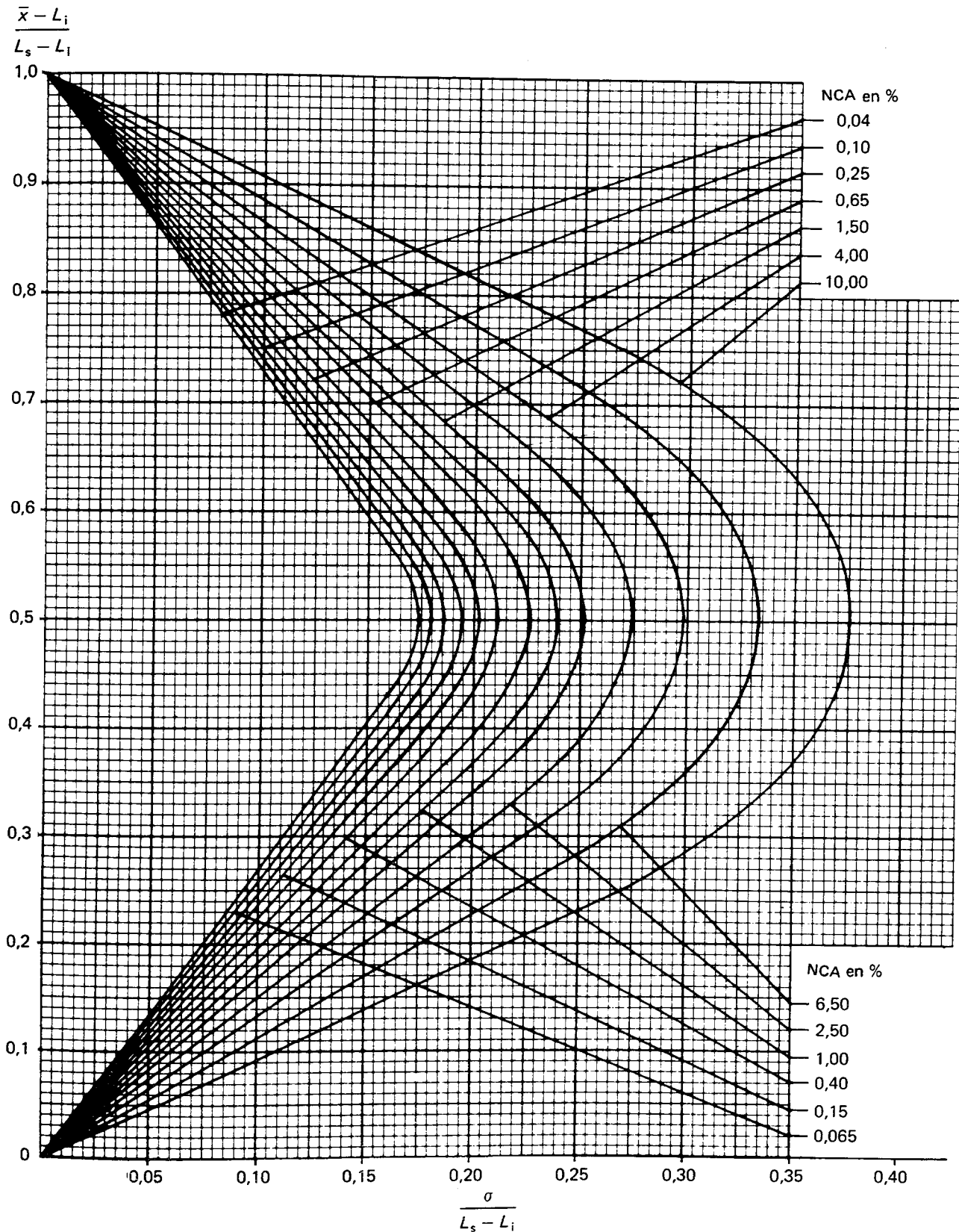
**H**

Gráfico  $\sigma$ -H – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "σ" - Letra código H





**Gráfico  $\sigma$ -I – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "σ" - Letra código I**



**J**

**Gráfico  $\sigma$ -J – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "σ" - Letra código J**

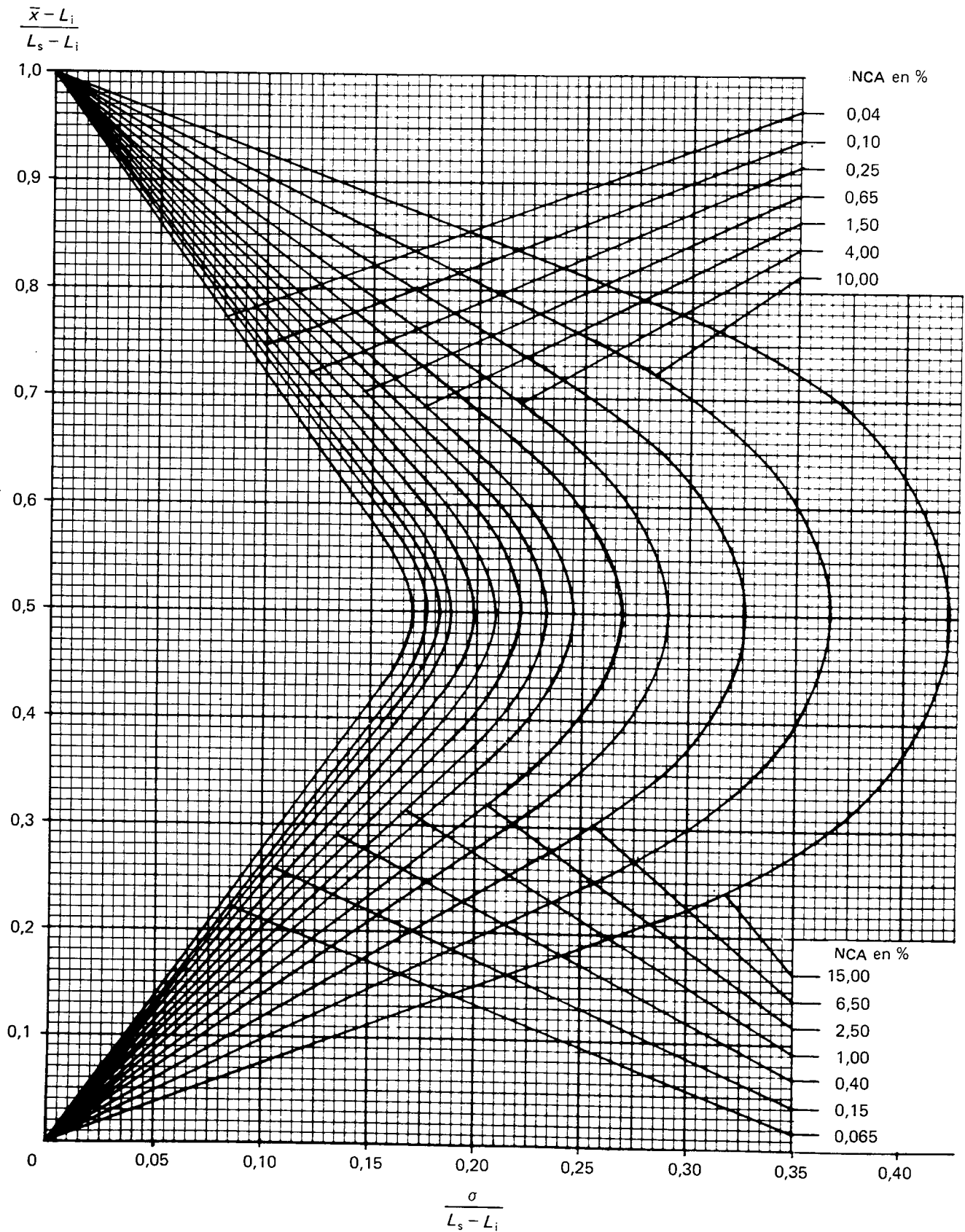
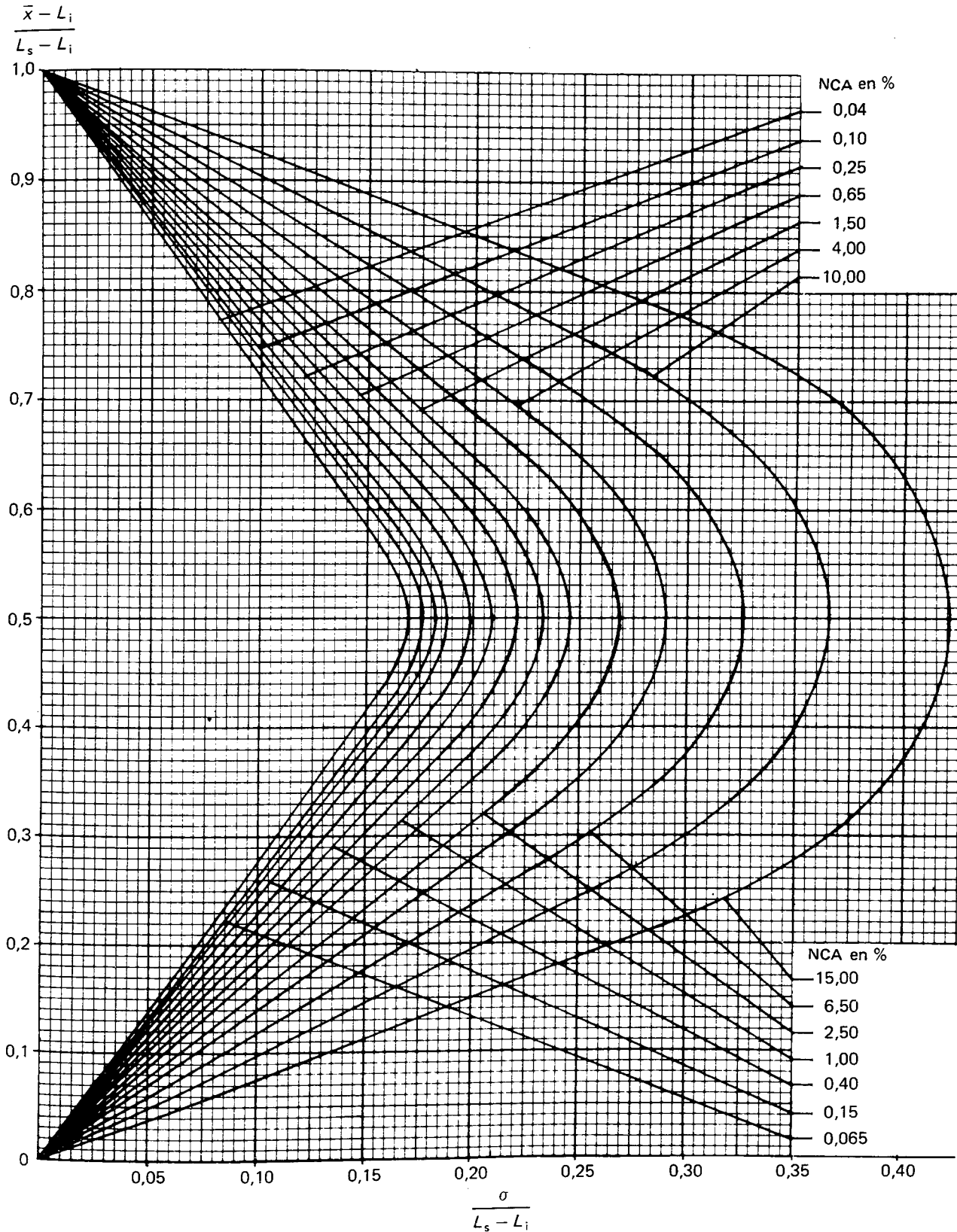


Gráfico  $\sigma$ -K – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "σ" - Letra código K

**K**





**Gráfico  $\sigma$ -L – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "σ" - Letra código L**

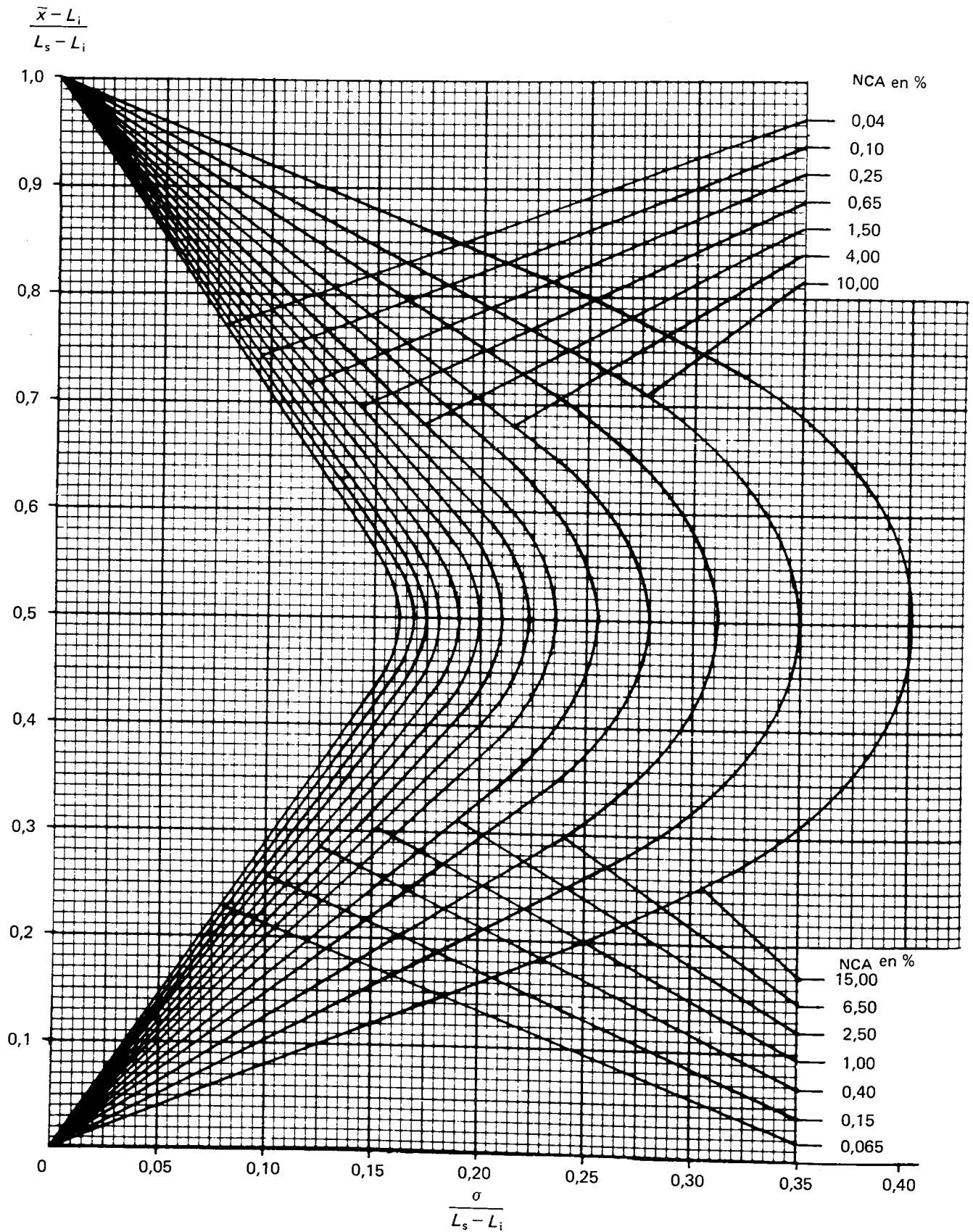
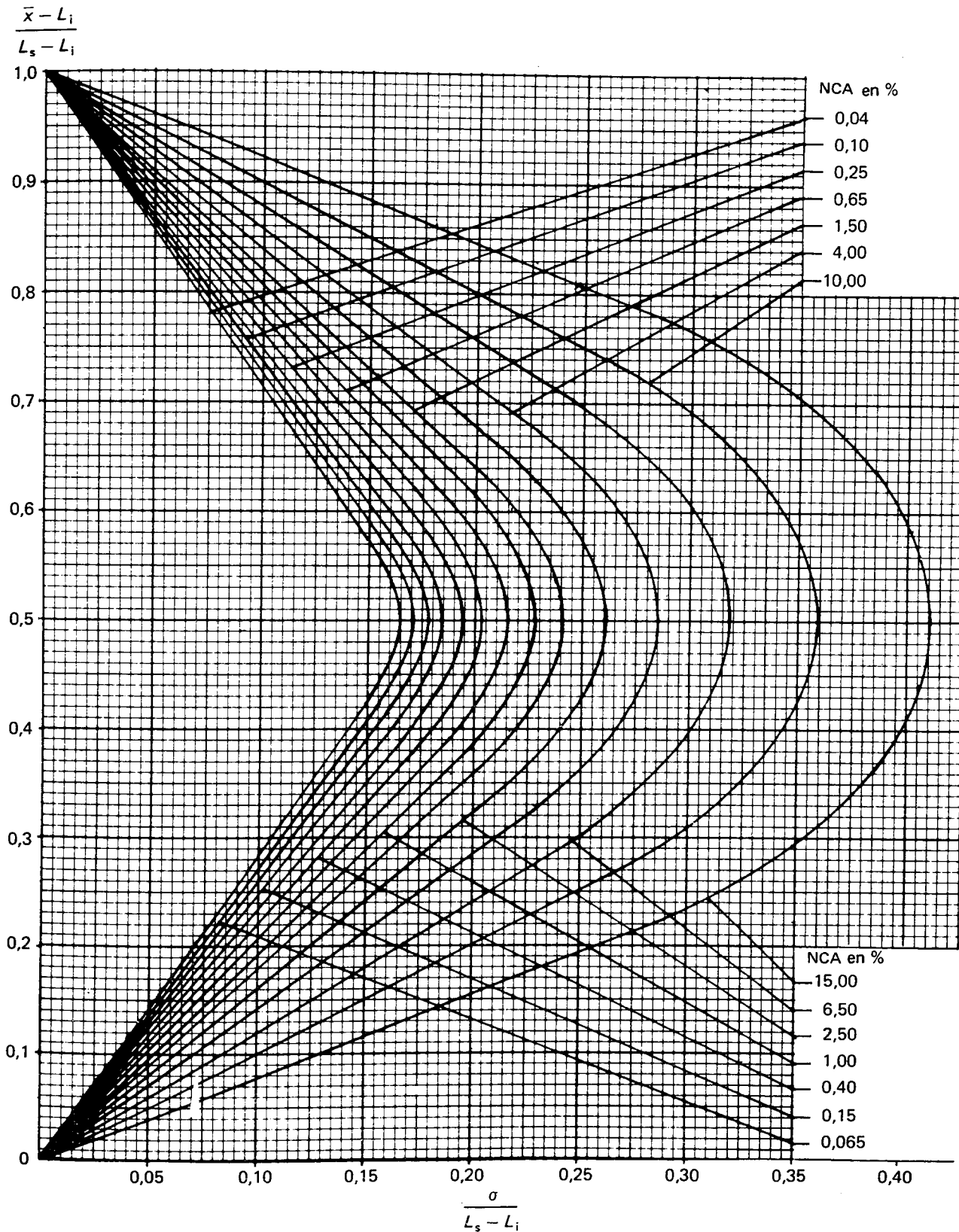


Gráfico  $\sigma$ -M – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "σ" - Letra código M

**M**



**N**

Gráfico  $\sigma$ -N – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "σ" - Letra código N

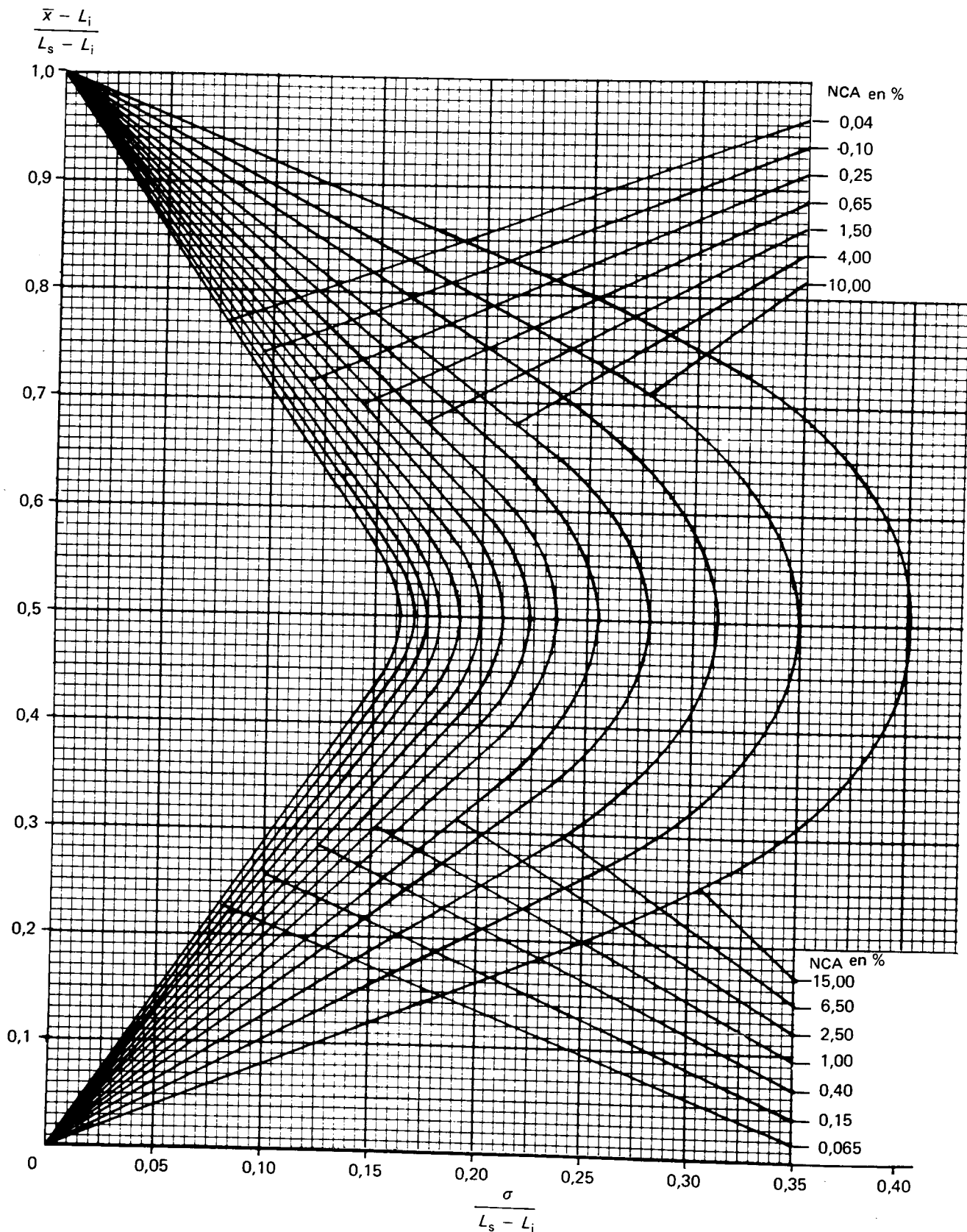
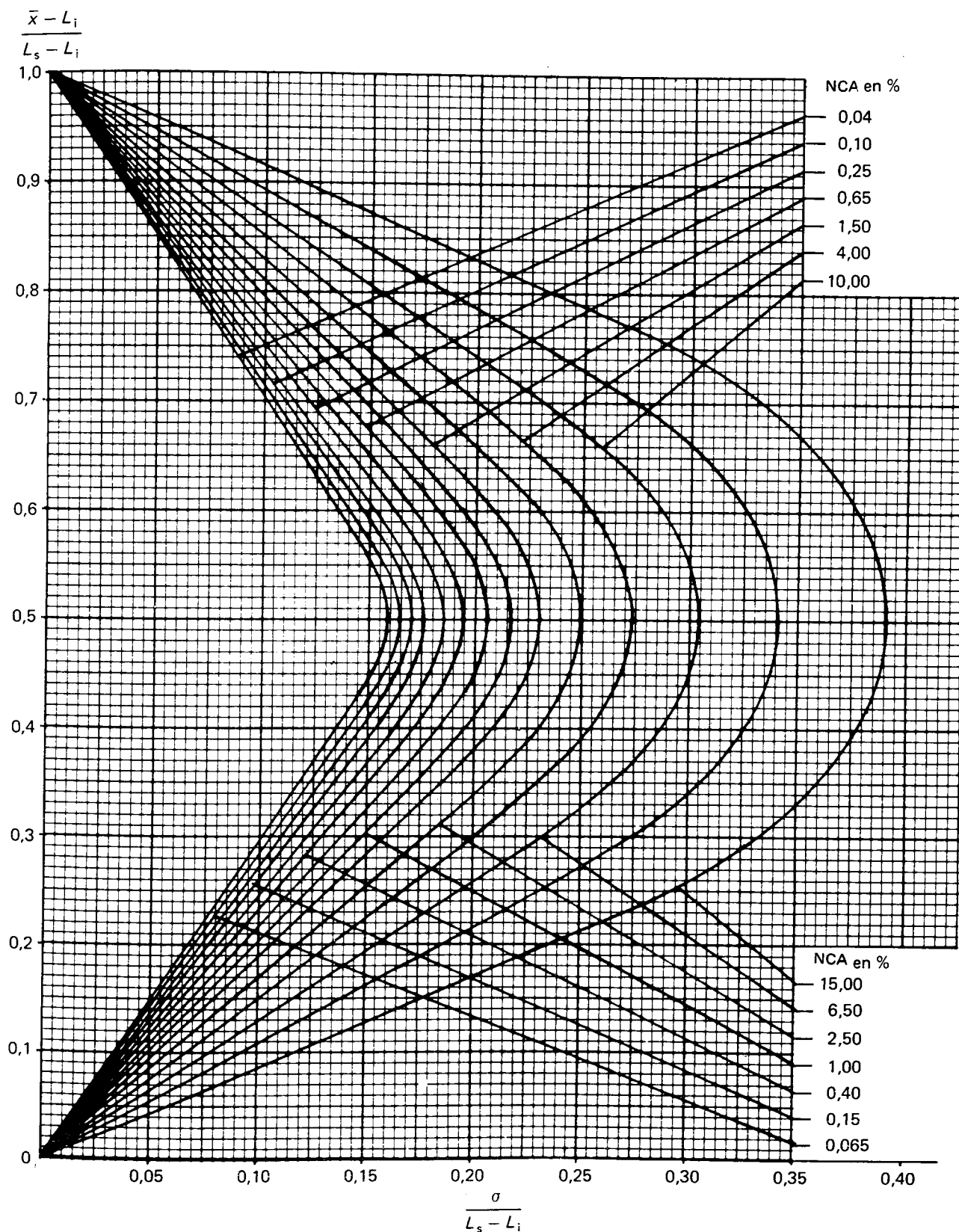


Gráfico  $\sigma$ -P – Curvas de aceptación para límites de especificación doubles combinados:  
 método "σ" - Letra código P

**P**





**ANEXO A**  
**CALCULO DE  $s$**

**A.1** La estimación, a partir de una muestra, de la desviación típica de un lote se designa por el símbolo  $s$  y su valor puede calcularse aplicando la fórmula matemática siguiente:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

donde  $x_i$  es el valor medido de la característica en el  $i$ -ésimo elemento de una muestra de  $n$  elementos y  $\bar{x}$  es el valor medio de la  $x_i$ , o sea:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

**A.2** No se recomienda la fórmula anterior para el cálculo de  $s$ , ya que éste puede simplificarse mediante la sustracción de un número entero arbitrario  $a$  de cada  $x_i$  y aplicando la fórmula equivalente alternativa:

$$s^2 = \left\{ \sum_{i=1}^n (x_i - a)^2 - n(a - \bar{x})^2 \right\} / (n - 1)$$

Por ejemplo, considérense las medidas dadas en el ejemplo del apartado 14.4. Tómese  $a = 65$  y dispónganse los cálculos en forma de tabla, como sigue:

$x_i$	$a$	$(x_i - a)$	$(x_i - a)^2$
63,5	65	- 1,5	2,25
62	65	- 3,0	9,00
65,2	65	0,2	0,04
61,7	65	- 3,3	10,89
69	65	4,0	16,00
67,1	65	2,1	4,41
60	65	- 5,0	25,00
66,4	65	1,4	1,96
62,8	65	- 2,2	4,84
68	65	3,0	9,00
$\Sigma x_i = 645,7$		$\Sigma (x_i - a)^2 = 83,39$	
$n = 10$		$n(a - \bar{x})^2 = 1,85$	
$\bar{x} = 64,57$		Diferencia = 81,54 = $(n - 1)s^2$	
$a = 65$		$(n - 1) = 9$	
$(a - \bar{x}) = 0,43$		$s^2 = 9,06$	
$(a - \bar{x})^2 = 0,185$		$s = 3,01$	
$n(a - \bar{x})^2 = 1,85$			



A.3 Cuando se dispone de una máquina de calcular de oficina, el valor de  $a$  del capítulo A.2 puede tomarse como origen, con lo que la fórmula se convierte en

$$s^2 = \left\{ \sum_{i=1}^n (x_i)^2 - n(\bar{x})^2 \right\} / (n - 1)$$

Con una máquina moderna, es posible obtener el total acumulado de las  $x_i$  y de las  $(x_i)^2$  simultáneamente, no siendo necesario escribir separadamente cada uno de los valores de  $x_i$  y de  $(x_i)^2$ . No obstante, para ilustrar esta forma de proceder, se dan estos valores en el ejemplo siguiente. Obsérvese que el número de cifras de la cuarta columna puede ser elevado, por lo que al utilizar una calculadora electrónica, deberá evitarse que estas cifras queden truncadas. Los datos se han tomado del ejemplo dado en el párrafo C.9.2.5 del anexo C, aunque en este caso, se ha calculado también  $s$ .

$x_i$	Total acumulado de las $x_i$	$x_i^2$	Total acumulado de las $x_i^2$
515	515	265 225	265 225
491	1 006	241 081	506 306
479	1 485	229 441	735 747
507	1 992	257 049	992 796
543	2 535	294 849	1 287 645
521	3 056	271 441	1 559 086
536	3 592	287 296	1 846 382
483	4 075	233 289	2 079 671
509	4 584	259 081	2 338 752
514	5 098	264 196	2 602 948
507	5 605	257 049	2 859 997
484	6 089	234 256	3 094 253
526	6 615	276 676	3 370 929
552	7 167	304 704	3 675 633
499	7 666	249 001	3 924 634
530	8 196	280 900	4 205 534
512	8 708	262 144	4 467 678
492	9 200	242 064	4 709 742
521	9 721	271 441	4 981 183
467	10 188	218 089	5 199 272
489	10 677	239 121	5 438 393
513	11 190	263 169	5 701 562
535	11 725	286 225	5 987 787
501	12 226	251 001	6 238 788
529	12 755	279 841	6 518 629

donde:  $\sum_{i=1}^n x_i = 12\ 755$        $\sum_{i=1}^n x_i^2 = 6\ 518\ 629$   
 $n = 25$

$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n = 510,2$        $n(\bar{x})^2 = 6\ 507\ 601$   
 $(\bar{x})^2 = 260\ 304,04$        $\sum_{i=1}^n x_i^2 - n(\bar{x})^2 = 11\ 028 = (n - 1)s^2$   
 $n(\bar{x})^2 = 6\ 507\ 601$        $n - 1 = 24$   
 $s^2 = 459,5$   
 $s = 21,43$

Por tanto, la media  $\bar{x} = 510,2$  y la estimación de la desviación típica del lote  $s = 21,4$ .

**A.4** Si las desviaciones entre los datos son pequeñas, los cálculos aritméticos pueden simplificarse considerando solamente la parte de la medida que cambia de un elemento a otro; por ejemplo, si los valores de  $x_i$  hubieran sido 27,515; 27,491; 27,479; et., se podría haber considerado  $y_i = 1\,000(x_i - 27)$ , es decir  $y_i$ : 515; 491; 479; etc. Se obtienen así las cifras del ejemplo anterior; por tanto  $y = 27,510$  y  $s_y = 0,021$ .

**A.5** La fórmula que da  $s$  puede escribirse bajo otras varias formas. Según la mecánica de la máquina de calcular utilizada, puede aplicarse una u otra de las fórmulas siguientes:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2/n}{n-1}}$$

ó

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n(n-1)}}$$

## ANEXO B

## TEORIA ESTADISTICA

## B.1 Ley de Laplace-Gauss (o de distribución)

**B.1.1** La teoría en que se funda el cálculo de los riesgos en la inspección por variables, depende de las propiedades de la distribución normal (ley de Laplace-Gauss) y, en consecuencia, esta norma internacional sólo es aplicable con precisión cuando hay razón suficiente para creer que la distribución de frecuencias de la característica medida es normal o aproximadamente normal.

**B.1.2** Una distribución normal queda completamente definida por la media  $\mu$  y la desviación típica  $\sigma$  del colectivo; cuando se conocen estos dos parámetros, puede calcularse, para cualquier valor medido  $x$ , la probabilidad que tiene de situarse entre dos números dados  $y$ , en particular, la probabilidad de que uno de los valores medidos se sitúe fuera de los límites superior e inferior fijados (véase la figura 5).

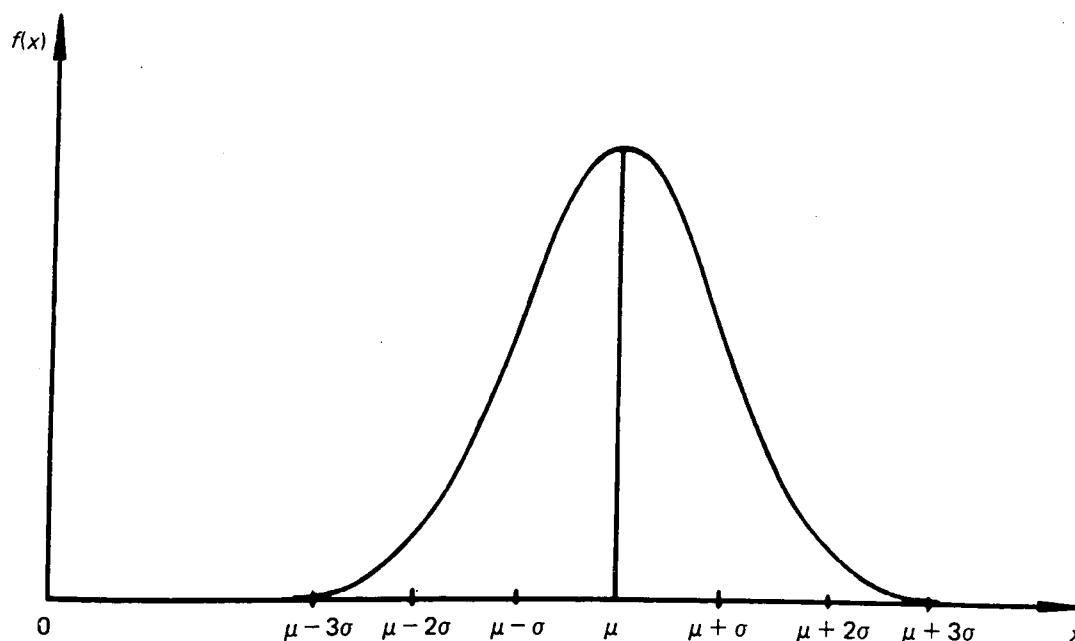


Fig. 5 – Distribución normal

**B.1.3** Con el fin de facilitar la tabulación de estas probabilidades, el valor medido  $x$  se transforma en una variable normal  $z$  tipificada del siguiente modo

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Este artificio permite representar todas las curvas de distribución normales a la misma escala y en la misma forma (véase la figura 6); se simplifica así la ecuación de la curva y, puesto que el área total situada bajo esta curva es igual a 1, permite el cálculo de una tabla única que, para cada valor dado de  $z$ , proporciona el valor de  $P$ , que es la probabilidad acumulada (zona no rayada bajo la curva).

## B.2 Fracción de unidades defectuosas

**B.2.1** Si un elemento cualquiera se considera como defectuoso cuando el resultado de su medida se sitúa

fuera de los límites de especificación, se representará la fracción de unidades defectuosas por el área (o las áreas) situada (s), bajo la curva de distribución, por fuera de la línea límite de especificación (o de las líneas, si se trata de límites superior e inferior dados).

NOTA

La fracción dada de unidades defectuosas se expresa, a menudo, en la práctica, como porcentaje de unidades defectuosas; por este motivo, se ha expresado así en las secciones uno a cuatro.

B.2.2 Cuando las medidas  $x$  se distribuyen normalmente y se conoce su media  $\mu$  y su desviación típica  $\sigma$ , la fracción de unidades defectuosas  $p$  relativa a un límite de especificación dado  $L_i$  y/o  $L_s$  puede obtenerse consultando las tablas de la distribución normal, sabiendo que  $p_s = 1 - P_s$  y  $p_i = P_i$

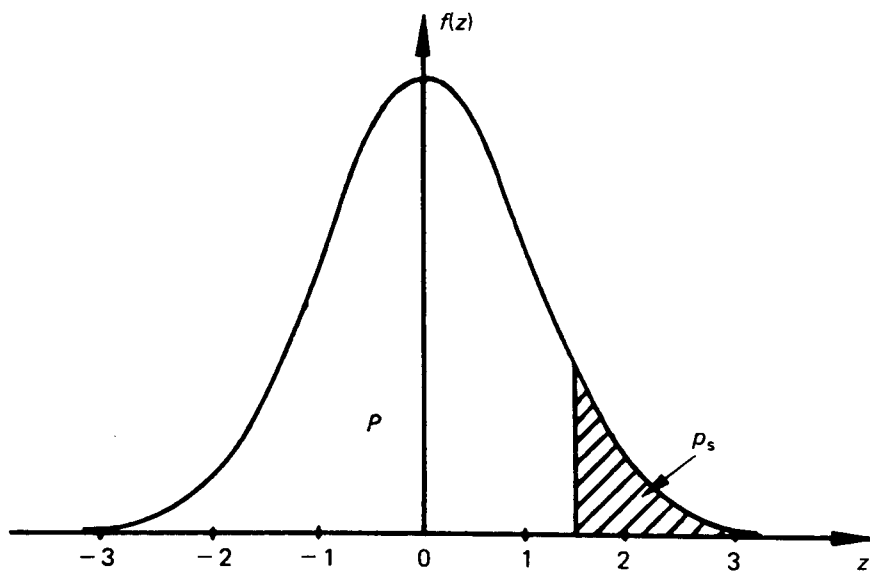
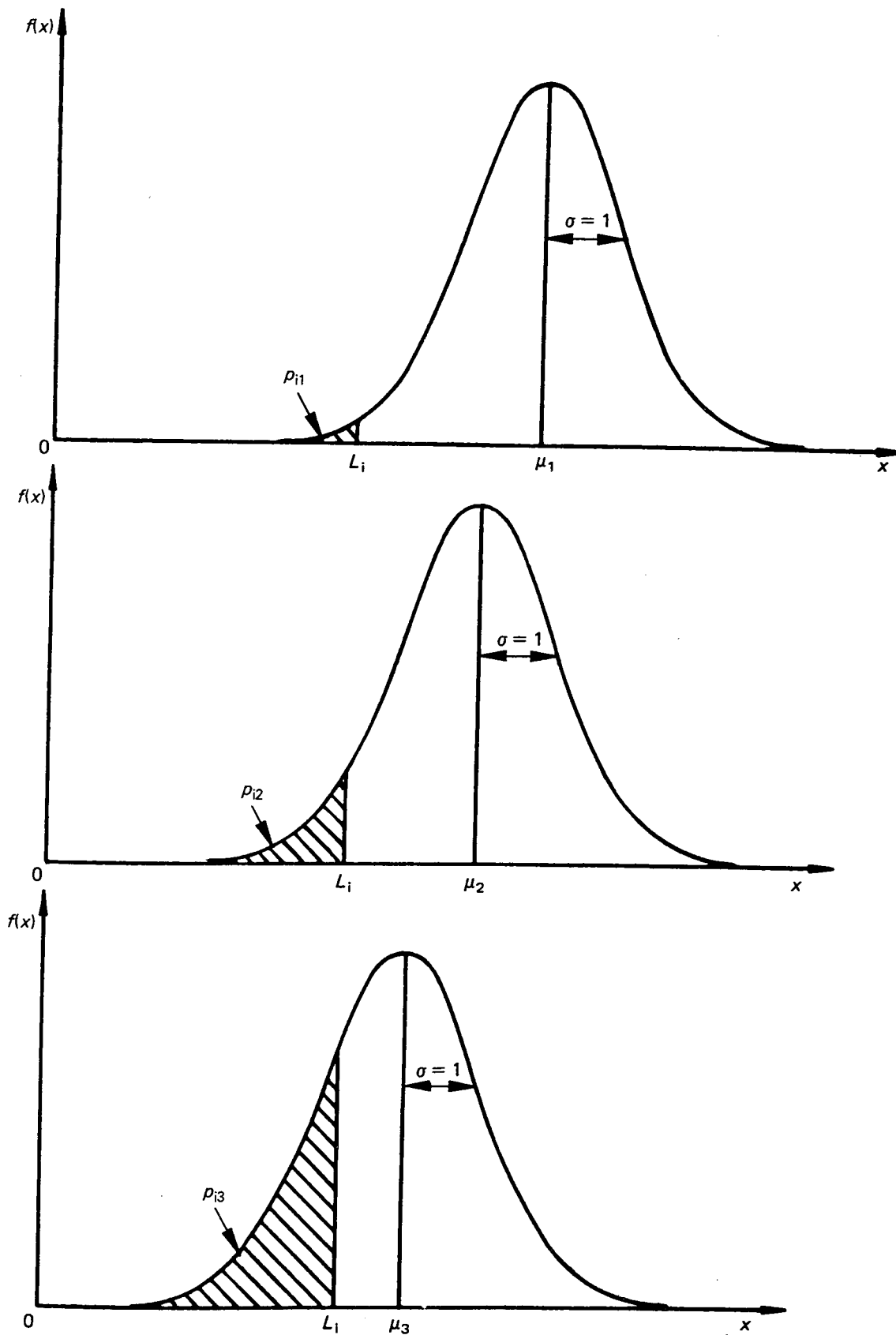


Fig. 6 – Distribución normal tipificada



**Fig. 7 – Fracción de unidades defectuosas en el caso de una desviación típica  $\sigma = 1$ , para diferentes valores de la media ( $\mu_1, \mu_2, \mu_3$ ) en función de un límite inferior de especificación fijado**

### B.3 Parámetro de calidad

**B.3.1** Cuando la curva de distribución ha sido tipificada, midiendo la desviación, a partir de la media, con la desviación típica como unidad (es decir, a la escala  $\sigma = 1$ ), la fracción de unidades defectuosas es función, únicamente, de la variable tipificada.

$$-z_1 = \frac{(\mu - L_i)}{\sigma}$$

**B.3.2** En consecuencia, se ha definido un parámetro de calidad en función de esta diferencia y de la desviación típica  $\sigma$ , parámetro que, cuando sólo se da un límite de especificación, puede utilizarse para una inspección de recepción en lugar de la fracción de unidades defectuosas. Si se fija el límite superior de especificación  $L_s$ , este parámetro se calcula por la fórmula

$$q_s = \frac{L_s - \mu}{\sigma} = z_s$$

o bien, si se fija el límite inferior de especificación  $L_i$ , por la fórmula

$$q_i = \frac{\mu - L_i}{\sigma} = -z_i$$

(Véase la figura 7).

### B.4 NCA en función de las medidas y límite único de especificación

El NCA se define como el porcentaje máximo de unidades defectuosas que puede considerarse satisfactorio como expresión de la calidad media de una fabricación en el caso de una inspección por muestreo.

Si se considera un límite único de especificación o ambos límites por separado, el NCA puede fácilmente ser relacionado con el parámetro de calidad  $q$ . Puesto que existe una correspondencia biunívoca entre la fracción situada más allá del límite de especificación y el parámetro de calidad, puede definirse un número  $K$  que representa el menor valor de  $q$  que puede juzgarse que es aceptable como característica del proceso, en el caso de una inspección por muestreo, es decir, para una aceptabilidad  $q \geq K$ .

De esta manera, se tiene:

- en el caso de atributos: el NCA;
- en el caso de variables:  $K$ .

Puesto que, para límites de especificación dados,  $p_i$  o  $p_s$  dependen de  $\mu$  y  $\sigma$ , hay una región del plano  $(\mu, \sigma)$  en la que  $p_i$  (o  $p_s$ ) es inferior o igual al NCA y en cuyo interior las fabricaciones se considerarán, en consecuencia, como aceptables. Inversamente, hay otra región en la que  $p_i$  (o  $p_s$ ) es superior al NCA y en cuyo interior las fabricaciones serán inaceptables. Afortunadamente, estas regiones quedan separadas por una línea recta.

En el caso de un solo límite inferior de especificación, la línea correspondiente al NCA en el plano

$(\mu, \sigma)$  está definida por la relación

$$q_1 = \frac{\mu - L_i}{\sigma} = K$$

o bien

$$\mu = L_i + K \sigma$$

Para todos los puntos situados por encima de esta línea, la calidad media de la fabricación estará caracterizada por un valor inferior o igual al NCA y, por consiguiente, será aceptable; para los puntos situados por debajo de esta línea, no será aceptable. (Véase la figura 8).

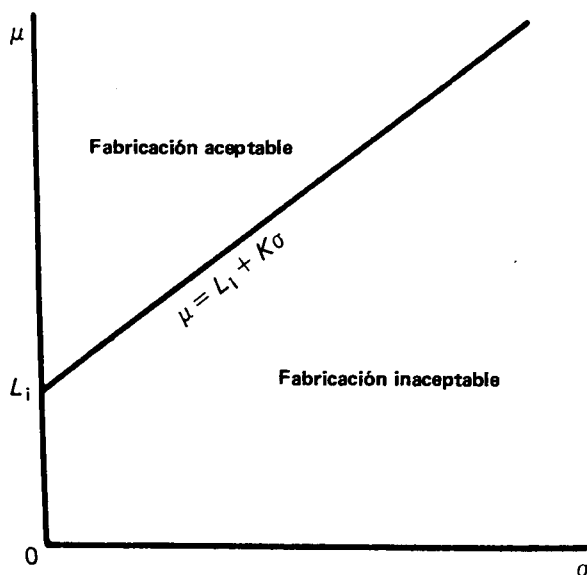


Fig. 8

En el caso de un límite único superior de especificación, se tendría una relación similar

$$q_s = \frac{L_s - \mu}{\sigma} = K$$

o bien

$$\mu = L_s - K \sigma$$

Para los puntos situados por debajo de esta línea, la calidad media de la fabricación estará caracterizada por un valor inferior al NCA y, por consiguiente, será aceptable; para los puntos situados por encima de esta línea, no será aceptable (Véase la figura 9).

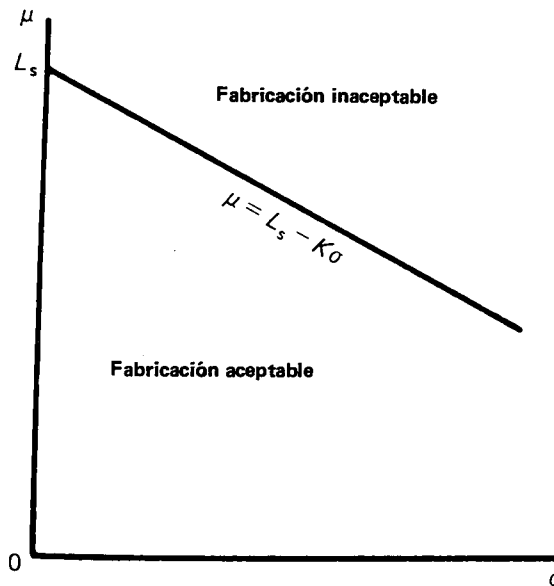


Fig. 9

En el caso de dos límites de especificación separados, se tendría la situación descrita en la figura 10.

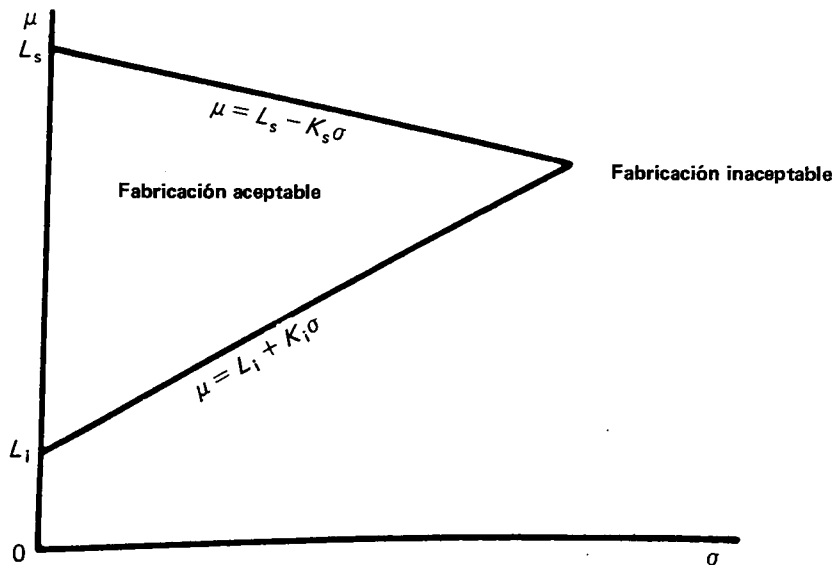


Fig. 10

### B.5 NCA y límite de especificación doble combinado

#### B.5.1 Límite de especificación doble combinado

Cuando se especifiquen límites superior e inferior, a los que se asocia un NCA global, queda definido un límite de especificación doble combinado. En este caso, no se puede obtener un valor único de la variable, como  $K$ , que corresponda al NCA. Es preciso encontrar una relación entre los valores de la media  $\mu$  y de la desviación típica  $\sigma$ , que satisfaga el NCA. Esta se representará por una línea en el plano  $(\mu, \sigma)$ , que



puede explicarse como sigue:

La especificación de un NCA de este tipo no se aplica a cada uno de los límites, y no está ligada ni a  $p_s$  ni a  $p_i$  por separado, sino a su suma  $p$ .

Para un valor dado de  $\sigma$ , los valores relativos de  $p_s$  y de  $p_i$  no solamente dependen del valor de  $\mu$ , sino que su suma  $p_s + p_i = p$  depende igualmente del valor de  $\mu$ , en relación con  $L_s$  y  $L_i$  (véase la figura 11). El mínimo de  $p$  se alcanza cuando  $\mu$  es equidistante de  $L_s$  y  $L_i$  y crece a medida que  $\mu$  se aproxima a  $L_s$  o a  $L_i$ .

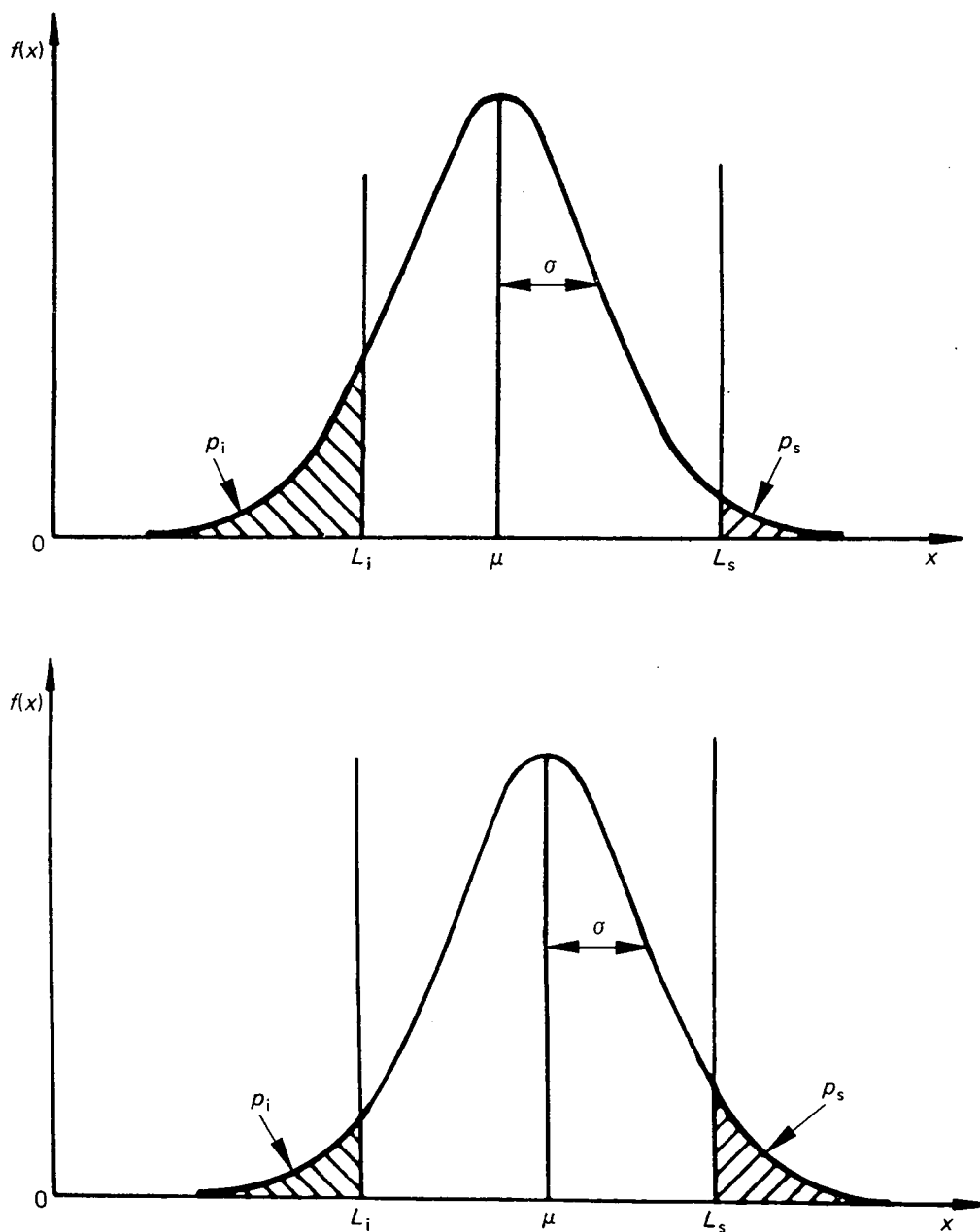


Fig. 11

Para un valor dado de  $\mu$ , el solape de los dos límites por la curva de distribución depende del valor de  $\sigma$ . (véase la figura 12).

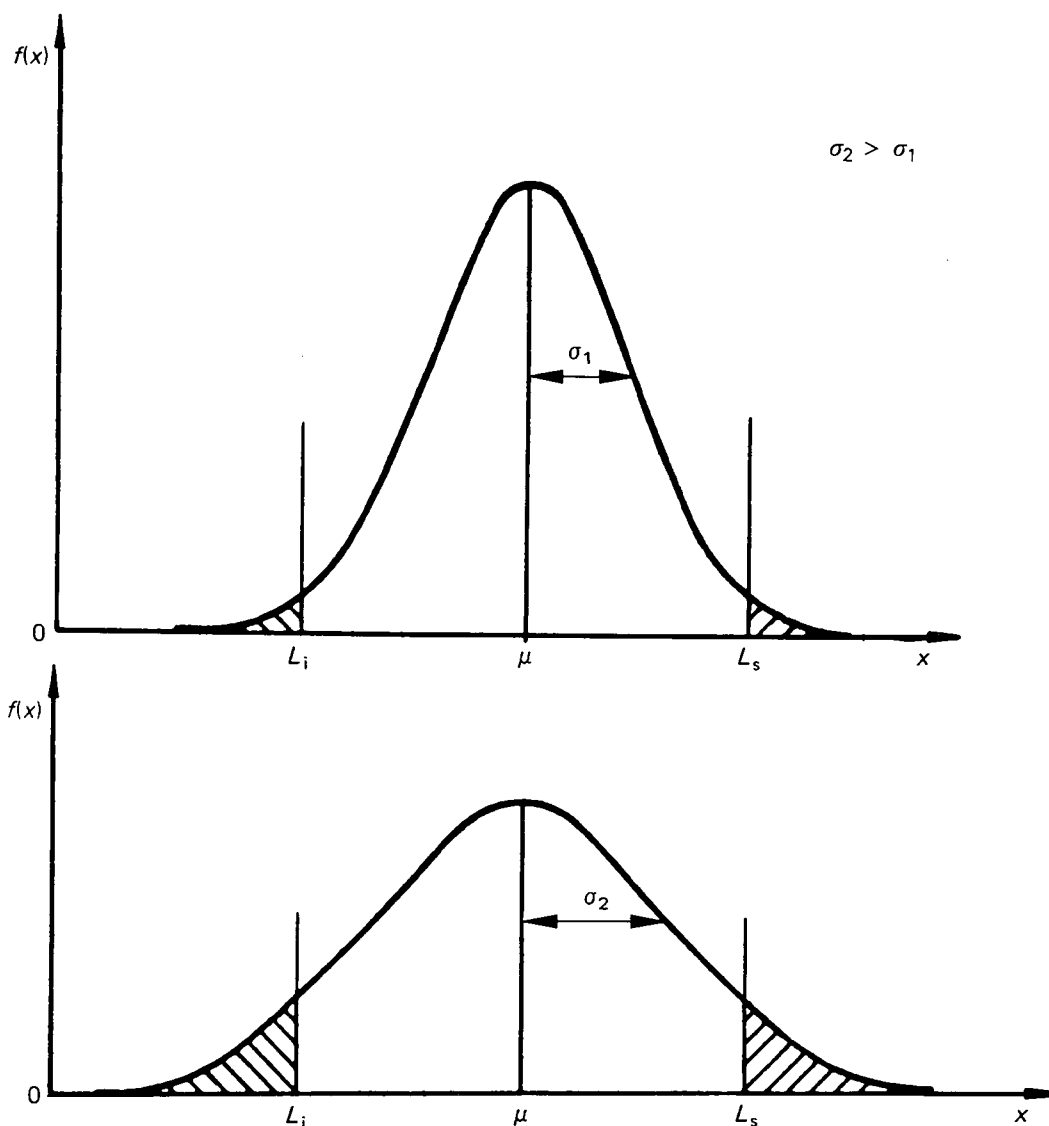


Fig. 12

### B.5.2 Desviación típica máxima

El mayor valor de  $\sigma$  que dará exactamente el NCA cuando  $\mu$  es equidistante de  $L_s$  y  $L_i$  puede considerarse como la desviación típica máxima (DTM). Si una fabricación tiene una  $\sigma$  mayor que ésta, su fracción de unidades defectuosas sobrepasa el NCA. La inversa, es decir, afirmar que si la desviación típica es inferior a este máximo, la fracción de unidades defectuosas es inferior al NCA, no es necesariamente cierto.

### B.5.3 Curva de aceptación

Cuando se da una especificación doble combinada, puede calcularse una serie de valores de  $\mu$  y de  $\sigma$  a los que corresponden valores de  $p_i$  y de  $p_s$  que, en total, igualan al NCA. Estos valores pueden llevarse a un gráfico  $(\mu, \sigma)$ , trazando la curva que une estos puntos (véase la figura 13). Esta curva se incscribe en el interior del triángulo que correspondería a los límites superior e inferior de especificación separados, cada uno para el valor dado del NCA (véase la figura 10). En las proximidades de  $L_s$  y de  $L_i$  esta curva se confunde con líneas rectas de pendientes  $-K$  y  $K$ , respectivamente; a continuación, la curva se

flexiona suavemente pasando por el punto en que  $\sigma$  es igual a la desviación típica máxima y en que  $\mu = (L_s + L_i) / 2$  (véase la figura 13).

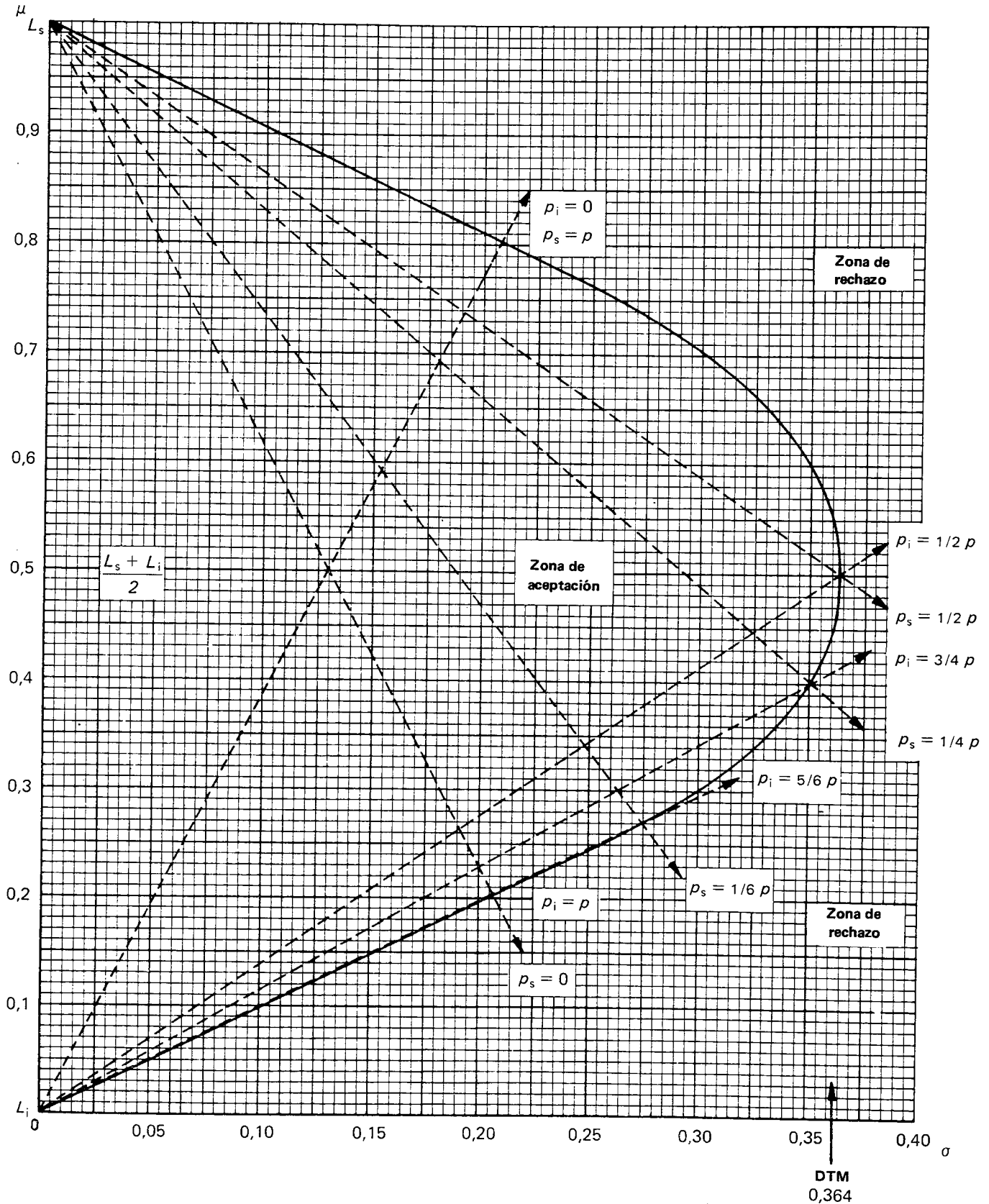


Fig. 13 – Curva de aceptación: método “s” – Letra código J (efectivo de muestra 35)– NCA 10 %

## B.6 Inspección por muestreo

En la práctica, no siendo  $\mu$  conocida, es necesario hacer una estimación a partir de una muestra; habitualmente, también  $\sigma$  debe ser objeto de una estimación.

La mejor estimación de  $\mu$  está dada por  $\bar{x}$ , media de la muestra. Según las circunstancias,  $\sigma$  puede suponerse conocida, o puede estimarse a partir de la muestra por dos métodos posibles. Estas tres formas de ser considerada  $\sigma$  conducen a los distintos métodos incluidos en la presente norma internacional, denominados "σ", "s" y "R" (éste último, en el anexo C) que conducen a tomar una decisión sobre el lote.

Empleando estas estimaciones de los valores de  $\mu$  y de  $\sigma$ , se obtiene una estimación del parámetro de calidad  $q$ . Se le conoce como estadístico de calidad  $Q$ .

Es posible calcular los valores de  $K$  que, para un tamaño dado de muestra, y un método de determinación de la desviación típica de la fabricación, garantizarán, con una probabilidad dada, que el lote es aceptable cuando el estadístico de calidad  $Q$  es superior o igual a este valor  $K$ , que se denomina entonces constante de aceptabilidad.

## B.7 Método "σ"

### B.7.1 Cálculo de la constante de aceptabilidad

En determinadas circunstancias, por ejemplo cuando la fabricación se lleva a cabo desde hace algún tiempo y está sometida a un control estadístico de la calidad, puede suponerse que  $\sigma$  es conocida y constante.

El valor de las medias, para los lotes sucesivos, no se supone constante o conocido, por lo que cada una debe ser estimada a partir de la media de una muestra de elementos tomados al azar del lote.

La media de la muestra  $\bar{x}$  no tiene por qué ser necesariamente igual a la media del colectivo  $\mu$ , pero  $(\bar{x} - \mu) \sqrt{n}/\sigma$  está normalmente distribuido con una media igual a cero y una desviación típica igual a 1; de esta forma, puede verse que, para una probabilidad dada, la diferencia entre la media de la muestra y la media del lote no sobrepasará un valor fijado. Por ejemplo, para una probabilidad del 95 %, este valor es de  $\pm 1,96 \sigma / \sqrt{n}$ .

La ecuación que permite calcular el estadístico de calidad superior  $Q_s = (L_s - \bar{x}) / \sigma$ , puede escribirse.

$$Q_s \sqrt{n} = (L_s - \mu) \sqrt{n}/\sigma - (\bar{x} - \mu) \sqrt{n}/\sigma$$

El primer término del segundo miembro es una constante y el segundo, es el valor tipificado de la media. En estas condiciones,  $Q_s \sqrt{n}$  (lo mismo que  $Q_i \sqrt{n}$ ) está también distribuido normalmente con una desviación típica igual a 1. De todo ello resulta que es posible calcular un valor  $k$  tal que, para un tamaño de muestra y un NCA dados, el estadístico de calidad de la muestra, para una probabilidad fijada, sea superior o igual a  $k$  cuando el lote es aceptable.

### B.7.2 Criterios de aceptabilidad para un límite de especificación único doble (separado)

Para un valor de la constante de aceptabilidad  $k$ , calculada según el apartado B.7.1, y que, para una inspección normal, rigurosa y reducida viene dada en las tablas III-A, III-B y III-C, respectivamente, el criterio de aceptabilidad, para un límite único superior de especificación, se convierte en

$$\text{aceptar (el lote) si } Q_s = \frac{L_s - \bar{x}}{\sigma} \geq k$$

y, para un límite único inferior de especificación,

$$\text{aceptar (el lote) si } Q_i = \frac{\bar{x} - L_i}{\sigma} \geq k$$

en caso contrario, rechazarlo.

Si se dan límites de especificación dobles separados, el criterio de aceptabilidad es

$$\text{aceptar (el lote) si } Q_s \geq k_s \text{ y } Q_i \geq k_i$$

$$\text{rechazar (el lote) si } Q_s < k_s \text{ y } Q_i < k_i$$

Dado que  $\sigma$  es una constante conocida, en la práctica, es más cómodo escribir los criterios de aceptabilidad bajo la forma  $\bar{x} \leq L_s - k\sigma$  para un límite superior de especificación, y  $\bar{x} \geq L_i + k\sigma$  para un límite inferior de especificación, debido a que el segundo miembro de estas desigualdades puede determinarse antes de que comience la inspección.

### B.7.3 Criterios de aceptabilidad para un límite de especificación doble combinado

Cuando se fijan límites de especificación dobles combinados, se lleva el punto

$$\left( \frac{\sigma}{L_s - L_i}, \frac{\bar{x} - L_i}{L_s - L_i} \right)$$

sobre el gráfico apropiado, elegido en la sección cuatro, gráficos  $\sigma$ -C a  $\sigma$ -P, conforme al apartado B.5.3, con el fin de determinar si el lote es aceptable; no obstante, dado que  $\sigma$  es una constante conocida, el punto se situará sobre una línea vertical correspondiente a este valor de  $\sigma$ . En la práctica, es suficiente, por tanto, determinar según el gráfico  $\bar{x}_s$  y  $\bar{x}_i$ , límites superior e inferior aceptables de  $\bar{x}$  (véase la figura 14).

El criterio de aceptabilidad es entonces

$$\text{aceptar (el lote) si } \bar{x} \leq \bar{x}_s \text{ y } \bar{x} \geq \bar{x}_i$$

en caso contrario, rechazarlo

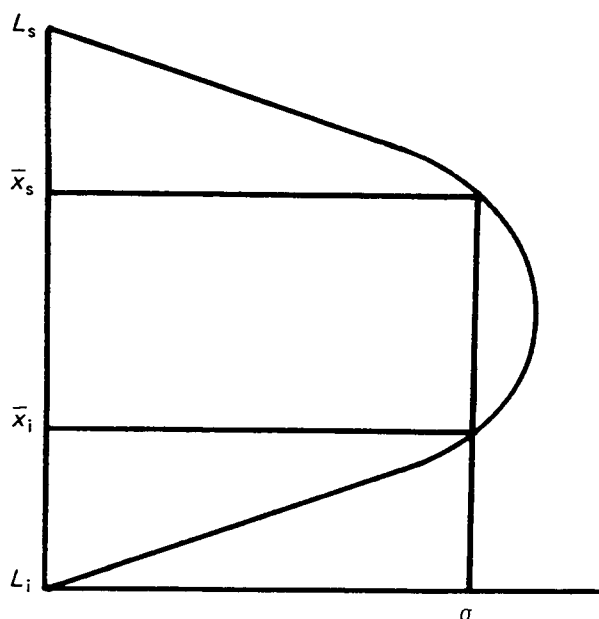


Fig. 14

### B.8 Método "s"

#### B.8.1 Cálculo de la constante de aceptabilidad

Cuando no pueden suponerse conocidos, ni la media ni la desviación típica de un lote, es preciso estimar una y otra a partir de una muestra tomada de este lote. En el método "s", se utiliza la media  $\bar{x}$  de la muestra en lugar de la media  $\mu$  del lote, y

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

calculada a partir de la muestra, se utiliza en lugar de  $\sigma$ ; de esta forma

$$Q_s = \frac{L_s - \bar{x}}{s} \quad \text{y} \quad Q_i = \frac{\bar{x} - L_i}{s}$$

Comparado con el método "σ", el método "s" aumenta las posibilidades de error, ya que cuando  $s$  se reemplaza por  $\sigma$  en la expresión  $(\bar{x} - \mu)\sqrt{n}/\sigma$  (véase el apartado B.7.1), se encuentra que  $(\bar{x} - \mu)\sqrt{n}/s$ , que puede escribirse

$$\frac{\sigma}{s} \frac{(\bar{x} - \mu) \sqrt{n}}{\sigma}$$

ya no está distribuido normalmente, sino como la variable  $t$  con  $(n-1)$  grados de libertad.

Por ejemplo, si  $n = 10$ , hay ahora una probabilidad del 95 % para que la diferencia entre la media de la muestra y la media del lote no sobrepase  $\pm 2,26 s/\sqrt{10}$ , en lugar de  $\pm 1,96 \sigma/\sqrt{n}$  dado en el apartado B.7.1.

Por otra parte

$$Q_s\sqrt{n} = \frac{(L_s - \bar{x})\sqrt{n}}{s}$$

que aún puede escribirse

$$Q_s\sqrt{n} = \frac{\sigma}{s} \left[ \frac{(L_s - \mu)\sqrt{n}}{\sigma} - \frac{(\bar{x} - \mu)\sqrt{n}}{\sigma} \right]$$

y

$$Q_i\sqrt{n} = \frac{(\bar{x} - L_i)\sqrt{n}}{\sigma}$$

que puede escribirse

$$Q_i\sqrt{n} = \frac{\sigma}{s} \left[ \frac{(\mu - L_i)\sqrt{n}}{\sigma} + \frac{(\bar{x} - \mu)\sqrt{n}}{\sigma} \right]$$

no están distribuidos normalmente, aunque siguen, de hecho, una distribución de "t no central", distribución que se presenta en forma de tabla. Las tablas de Resnikoff y de Lieberman<sup>(10)</sup> están adaptadas, en particular, a la inspección por muestreo por variables; la teoría detallada sobre la aplicación de una distribución de t no central figura en la introducción de las tablas citadas y las instrucciones de las mismas se ajustan bien a los tamaños de muestra normalizados y a los NCA recomendados.

La constante de aceptabilidad  $k$  se ha calculado empleando estas tablas para una gama normalizada de tamaños de muestra y de NCA; se da en las tablas II-A, II-B y II-C, para las inspecciones normales, rigurosas y reducidas respectivamente.

### B.8.2 Criterios de aceptabilidad para un límite de especificación único o doble (separado)

Como ya se indicó en el capítulo B.6, los criterios de aceptabilidad son parecidos a los que se han dado en el capítulo B.5, sin más que sustituir los valores estimados de la media, de la desviación típica y del estadístico de calidad obtenidos a partir de una muestra y comparar este último con la constante de aceptabilidad  $k$  calculada para este método.

Para un límite único de especificación, el criterio de aceptabilidad es

$$\text{aceptar (el lote) si } Q_s \geq k \quad \text{o} \quad Q_i \geq k$$

rechazar (el lote) si  $Q_s < k$  o  $Q_i < k$

Si se dan límites de especificación dobles separados, el criterio de aceptabilidad es

aceptar (el lote) si es, a la vez  $Q_s \geq k_s$  y  $Q_i > k_i$

rechazar (el lote) si  $Q_s < k_s$  y  $Q_i < k_i$

El método gráfico ilustrado por las figuras 8, 9 y 10 es aplicable igualmente a los dos criterios precedentes. Un ejemplo de éste se da en el capítulo 14.3 y está representado en la figura 2.

La frontera superior, para la zona de aceptación en el caso de un límite superior, viene dada por la línea recta  $\bar{x} = L_s - ks$ , y la frontera inferior para la zona de aceptación en el caso de un límite inferior, viene dada por la línea recta  $\bar{x} = L_i + ks$ . Cuando se dan límites de especificación, superior e inferior separados, la zona de aceptación es la superficie comprendida entre estas dos líneas y el eje de las  $\bar{x}$ , como se muestra en la figura 10.

### B.8.3 Criterios de aceptabilidad para un límite de especificación doble combinado

En el caso de límites de especificación dobles combinados, se indicó en el apartado B.5.3, que la aceptabilidad de una fabricación depende de la posición del punto  $(\sigma, \mu)$  que debe situarse en el interior de la curva de aceptación apropiada del gráfico de aceptación (véase la figura 13).

La aceptabilidad de un lote puede determinarse, cuando los valores de  $s$  y de  $\bar{x}$ , obtenidos a partir de la muestra, se llevan sobre este mismo gráfico de aceptación referenciado en función del tamaño de la muestra y del NCA.

Se han calculado las curvas de aceptación para los planes normalizados dados en la presente norma internacional, incluyendo la incertidumbre derivada del hecho de que, en el método "s", es preciso utilizar  $\bar{x}$  como estimación de  $\mu$  y  $s$  como estimación  $\sigma$ .

Estas curvas han sido trazadas sobre los gráficos s-D a s-P de la sección cuatro. Se han dibujado a una escala común, es decir, que en lugar de representar  $\bar{x}$  en función de  $s$ , se ha representado

$$\frac{\bar{x} - L_i}{L_s - L_i} \text{ en función de } \frac{s}{L_s - L_i}$$

Para las letras código B y C (es decir, para tamaños de muestra 3 y 4), el trazado de la zona de aceptación está limitado por cuatro líneas rectas: el eje de las  $\bar{x}$ , la recta  $\bar{x} = L_s - ks$ , una recta paralela al eje de las  $\bar{x}$  que pasa por la DTM (véase la tabla IV) y la recta  $\bar{x} = L_i + ks$ . El valor de  $k$  se obtiene de las tablas II-A, II-B ó II-C.

El criterio de aceptabilidad consiste en aceptar el lote si el punto  $[s/(L_s - L_i), (\bar{x} - L_i)/(L_s - L_i)]$  se sitúa en el interior de la zona de aceptación (en el interior de la curva) y en rechazarlo si este punto se sitúa fuera de esta zona.

En la práctica, en el curso de la inspección de una serie de lotes, la tarea de inspección se facilita si se establece, para este plan de muestreo, una curva de aceptación especial en función de las coordenadas



$s$  y  $\bar{x}$  (véase la figura 3).

Si  $s$  es mayor que la DTM (que puede encontrarse consultando la tabla IV), el lote puede ser rechazado inmediatamente. (Véase el apartado B.5.2).

**B.8.4 Límites de especificación complejos**

Cuando se presentan combinaciones de las especificaciones dadas en el apartado B.8.3, por ejemplo un NCA separado ( $= k_1$ ) para un límite superior, combinado con un NCA global, se trazan las líneas límites o curvas correspondientes y la zona de aceptación es la superficie común a las dos exigencias (Véase la figura 15).

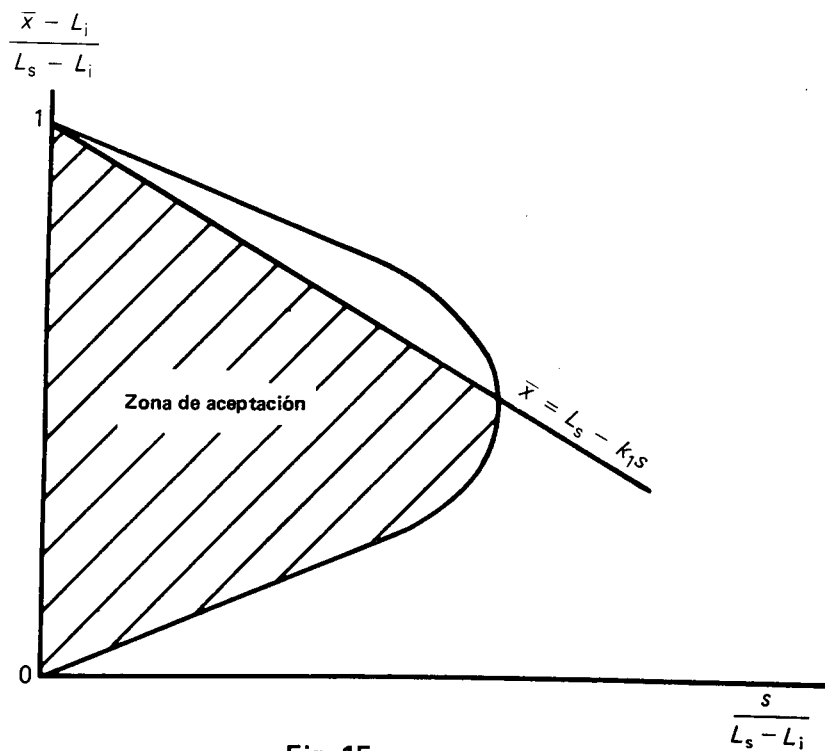


Fig. 15

## A N E X O C

### PLANES DE MUESTREO POR EL METODO "R"

#### C.1 Objeto

El presente método constituye una variante del método "s" descrito en el capítulo 14.

#### C.2 Definiciones

Los términos complementarios para la utilización de este método son los siguientes:

**C.2.1 método "R":** Método que permite evaluar la aceptabilidad de un lote utilizando una estimación de la desviación típica del lote basada en el recorrido medio de las medidas efectuadas sobre los elementos de los subgrupos de una muestra.

**C.2.2 subgrupo:** Conjunto constituido por cinco elementos tomados en el orden en el que fueron medidos.

**C.2.3 recorrido (R):** En sentido restringido, para la utilización del método "R": Recorrido del subgrupo.

#### NOTA

Recorrido, en sentido general, es la desviación entre el mayor y el menor de los valores observados.

**C.2.4 recorrido medio (" $\bar{R}$ "):** Media de los recorridos de los subgrupos. Para muestras de menos de diez elementos,  $\bar{R}$  es el recorrido de la muestra completa.

**C.2.5 recorrido medio máximo (RMM):** En determinadas condiciones, el mayor recorrido medio aceptable.

#### C.3 Símbolos

Los símbolos complementarios para la utilización de este método son los siguientes:

- $c$  Factor "de escala" dado en la tabla R1 para la estimación de  $s$  a partir de  $\bar{R}$ .
- $F$  Factor, dado en la tabla RIV, que relaciona el recorrido medio máximo con la diferencia entre  $L_s$  y  $L_i$ .
- $k$  Constante de aceptabilidad.
- $R$  Recorrido del subgrupo
- $\bar{R}$  Recorrido medio, basado en varios subgrupos

#### C.4 Teoría

El método "R" proporciona una alternativa para la estimación de la desviación típica de un lote.

La base teórica de este método se fundamenta en el hecho de que, para muestras pequeñas, el recorrido,  $R$ , y la estimación de la desviación típica,  $s$ , calculados ambos a partir de la misma muestra, están en estrecha correlación, lo que permite utilizar  $R$  como un estimador de  $s$ .

Esta relación es utilizable en el caso de muestras de menos de diez elementos. No obstante, cuando el tamaño de la muestra aumenta,  $R$  se convierte en un estimador menos preciso y no puede utilizarse. Sin embargo, si la muestra se divide de forma aleatoria en pequeños subgrupos del mismo tamaño, la media de sus recorridos  $\bar{R}$ , puede utilizarse para estimar la desviación típica del lote.

En los planes normalizados que utilizan el método "R", todos los tamaños de muestra son múltiplos de 5, con excepción de tres planes cuyos tamaños de muestra son 3, 4 y 7. Se divide una muestra en subgrupos de cinco elementos y se obtiene el recorrido "R" de cada subgrupo y el recorrido medio  $\bar{R}$ . Cuando la muestra se compone de menos de diez elementos, no se divide en subgrupos, y el recorrido de esta muestra se considera como  $\bar{R}$ .

Se ha calculado un factor "de escala"  $c$ , en función del tamaño de los subgrupos y del número de éstos, de manera que  $s$  pueda reemplazarse por  $\bar{R}/c$ . El factor  $c$  se da para distintos tamaños de muestra en la tabla R1, tomando como base los tamaños de los subgrupos utilizados en esta norma internacional. Esta tabla se ha obtenido a partir de la tabla 30 de las tablas Biometrika, Volumen 1<sup>(11)</sup>.

Generalmente, no es necesario el empleo del factor  $c$ , dado en la tabla R1, ya que, con el fin de aligerar los cálculos numéricos, se da una serie de tablas especiales para el método "R". Por tanto, los estadísticos de calidad superior e inferior quedan definidos directamente por

$$Q_s = \frac{L_s - \bar{x}}{R}$$

y

$$Q_i = \frac{\bar{x} - L_i}{\bar{R}}$$

La tabla R1 permite igualmente comparar, para cada método, los tamaños de muestra para el método "R", el método "s" y el método por atributos dado en la norma ISO 2859\*. El tamaño de muestra es más elevado, generalmente, en el método "R" que en el método "s", pero menor para estos dos métodos que en el método por atributos.

#### C.5 Criterios de aceptabilidad

Para cada plan, se ha calculado una constante de aceptabilidad de forma que los criterios de aceptabilidad sean, para un límite único de especificación superior,

$$\text{aceptar (el lote) si } Q_s = \frac{L_s - \bar{x}}{R} \geq k$$

\* Equivalente a la norma UNE 66-020

y para un límite único de especificación inferior

$$\text{aceptar (el lote) si } Q_i = \frac{\bar{x} - L_i}{\bar{R}} \geq k$$

en el caso contrario, rechazarlo.

Si se dan límites de especificación superior e inferior separados, el criterio de aceptabilidad es

$$\text{aceptar (el lote) si es a la vez } Q_s \geq k_s \text{ y } Q_i \geq k_i$$

$$\text{rechazar (el lote) si } Q_s < k_s \text{ o } Q_i < k_i$$

El método gráfico descrito en el apartado 14.3 es aplicable a este método, reemplazando  $s$  por  $\bar{R}$ .

Si se da un límite de especificación doble combinado, el punto

$$\left( \frac{\bar{R}}{L_s - L_i}, \frac{\bar{x} - L_i}{L_s - L_i} \right)$$

se lleva sobre el gráfico apropiado  $R$ -D a  $R$ -P, con el fin de determinar si el lote es aceptable. Nótese que, en el método "R", el equivalente de la desviación típica máxima (DTM) es el recorrido medio máximo (RMM). Este valor puede obtenerse entrando en la tabla RIV por el tamaño de la muestra y el NCA. El punto  $[\bar{R} = RMM, \bar{x} = 1/2 (L_s + L_i)]$  da el vértice de la curva de aceptación. Si el valor de  $\bar{R}$  es mayor que el RMM, el lote debe rechazarse.

## C.6 Curva característica

Las curvas características calculadas para el método "s" se aplican a este método ( y al método "σ") con una precisión algo menor. Se identifican mediante las letras código y los valores del NCA.

## C.7 Gráficos de control

La técnica del registro de datos bajo la forma de gráfico de control recomendada en el apartado 18.1, se aplica también al método "R".

El RMM se lleva sobre el gráfico  $R$  cuando se especifica un límite de especificación doble combinado.

En el caso de que  $\bar{R}$  esté generalmente bajo control, puede admitirse que la raíz cuadrada de la media de los valores de  $\bar{R}/c$  es igual a  $\sigma$ , encontrándose el factor  $c$  en la tabla RI, y entonces puede adoptarse el método "σ", si se autoriza por la autoridad competente.

## C.8 Elección del método

Si se dispone de una calculadora moderna, se recomienda generalmente la utilización del método "s",

pero si el cálculo de  $s$  presenta inconvenientes, puede utilizarse el método "R" como una variante del método "s".

El método "R" es de cálculo simple, aunque exige un tamaño de muestra un poco más elevado.

## C.9 Aplicación de un plan de muestreo por el método "R"

### C.9.1 Elección de un plan

Verificar en primer lugar, que se han seguido las instrucciones dadas en el capítulo 13.

El procedimiento normalizado para la elección de un plan siguiendo el método "R" es el siguiente:

- El nivel de inspección dado (normalmente el nivel II), así como el tamaño del lote, determinan la letra código con ayuda de la tabla I-A.
- Con esta letra código y el NCA, utilizar la tabla RII-A para determinar el tamaño de la muestra  $n$  y la constante de aceptabilidad  $k$ .

### C.9.2 Aplicación del plan

**C.9.2.1** Tomar, por separado, los elementos de la muestra en el orden aleatorio en el que se han ido obteniendo y realizar las mediciones de la característica a inspeccionar. Registrar las medidas en este orden.

**C.9.2.2** Calcular la suma de todas las medidas  $\Sigma x$  y dividirla por  $n$ , número de elementos de la muestra, para obtener la **media de la muestra**

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n}$$

**C.9.2.3** Obtener en valor de  $\bar{R}$ .

- Si hay diez elementos o más, separar en subgrupos de cinco los registros de las medidas, en el orden en que han sido obtenidas. (Como los mayores tamaños de muestra para los planes normalizados son múltiplos de 5, esta separación es siempre posible). Calcular el recorrido para cada subgrupo, sustrayendo de la mayor medida la menor y calcular a continuación el recorrido medio  $\bar{R}$ .
- Las muestras de menos de diez elementos no se subdividen; la diferencia entre la mayor medida y la menor proporciona el recorrido que se considera, en este caso, como el recorrido medio  $\bar{R}$ .

### C.9.2.4 Aplicar el criterio de aceptabilidad

Si se da un límite único de especificación, o bien límites de especificación dobles separados, se calculará el estadístico de calidad con ayuda de las fórmulas siguientes:

$$Q_s = (L_s - \bar{x}) / \bar{R}$$

y/o

$$Q_i = (\bar{x} - L_i) / \bar{R}$$

según el caso

A continuación, comparar el estadístico de calidad ( $Q_s$  y/o  $Q_i$ ) con la constante de aceptabilidad ( $k_s$  y/o  $k_i$ ) hallado en la tabla RII-A (para la inspección normal). Si el estadístico de calidad es superior o igual a la constante de aceptabilidad, aceptar el lote; si es inferior, rechazarlo.

Así, si sólo se da un límite superior de especificación,

aceptar (el lote) si  $Q_s \geq k$

rechazar (el lote) si  $Q_s < k$

o bien, si sólo se da un límite inferior de especificación,

aceptar (el lote) si  $Q_i \geq k$

rechazar (el lote) si  $Q_i < k$

Si se da a la vez  $L_s$  y  $L_i$  (pudiendo tener  $k$  valores diferentes si los NCA son distintos para el límite superior y para el inferior),

aceptar (el lote) si es a la vez  $Q_i \geq k_i$  y  $Q_s \geq k_s$

rechazar (el lote) si  $Q_i < k_i$  o bien  $Q_s < k_s$

### Ejemplo

El límite de especificación inferior para una resistencia eléctrica de un determinado componente eléctrico es de  $580 \Omega$ . Un lote de 100 elementos se somete a inspección. Se prescriben: el nivel de inspección II, la inspección normal con un NCA del 1%. Según la tabla I-A, la letra código es F; consultando la tabla RII-A, se comprueba que es necesario una muestra de tamaño 10 y que la constante de aceptabilidad  $k$  es de 0,703. Supóngase que los valores de las resistencias de la muestra se han obtenido en el orden siguiente:

Primer subgrupo: 610; 629; 615; 593; 617

( $R = 629 - 593 = 36$ )

Segundo subgrupo: 623; 589; 608; 591; 611

( $R = 623 - 589 = 34$ )

Se pide determinar si se satisface el criterio de aceptabilidad

Información necesaria	Valor obtenido
Tamaño de la muestra: $n$	10
Media de la muestra $\bar{x}$ : $\Sigma x/n$	608,6
Recorrido medio $\bar{R}$ : $\Sigma R/\text{número de subgrupos} = \frac{36 + 34}{2}$	35
Límite de especificación (inferior): $L_i$	580
$Q_i = (\bar{x} - L_i)/\bar{R}$	0,817
Constante aceptabilidad: $k$ (véase la tabla RII-A)	0,703
Criterio de aceptabilidad: comparar $Q_i$ con $k$	0,817 > 0,703

El lote satisface el criterio de aceptabilidad, ya que  $Q_i$  es superior a  $k$ .

**C.9.2.5** Si quiere aplicarse un criterio gráfico, se trazan la recta o rectas apropiadas, sobre papel milimetrado, llevando  $\bar{x}$  sobre el eje vertical y  $\bar{R}$  sobre el horizontal:

$\bar{x} = L_s - k\bar{R}$  (para un límite superior), recta que pasa por el punto ( $\bar{R} = 0, \bar{x} = L_s$ ), de pendiente  $-k$ ,

y/o

$\bar{x} = L_i + k\bar{R}$  (para un límite inferior), recta que pasa por el punto ( $\bar{R} = 0, \bar{x} = L_i$ ), de pendiente  $k$ .

El gráfico puede así prepararse previamente a la inspección de una serie de lotes (siguiendo el procedimiento expuesto en el apartado 14.3 para el método "s"). A continuación, basta con tomar los valores de  $\bar{R}$  y de  $\bar{x}$  calculados a partir de las medias efectuadas sobre cada muestra y situar sobre el gráfico el punto ( $\bar{R}, \bar{x}$ ). Si este punto se sitúa en la zona de aceptación, se acepta el lote; si se sitúa fuera, se rechaza.

### Ejemplo

Tomando los datos del ejemplo precedente, dibujar el punto  $L_i = 850$  sobre el eje de las  $\bar{x}$  (eje vertical) y trazar una línea que pasando por este punto, tenga una pendiente  $k$  [para  $k = 0,703$ , esta línea pasa por los puntos ( $\bar{R} = 10, \bar{x} = 587$ ), ( $\bar{R} = 20, \bar{x} = 594,1$ ), ( $\bar{R} = 40, \bar{x} = 608,1$ ), etc.]. Elegir uno de estos puntos y trazar una línea recta que pase por este punto y por el ( $\bar{R} = 0, \bar{x} = 580$ ), es decir,  $L_i$ . La zona de aceptación es entonces la superficie situada por encima de esta línea. Los valores calculados de  $\bar{R}$  y de  $\bar{x}$  son 35 y 608,6. Dibujando sobre el gráfico el punto ( $\bar{R}, \bar{x}$ ) se aprecia, según la figura 16, que se sitúa en el interior de la zona de aceptación y, por consiguiente, que el lote es aceptable.

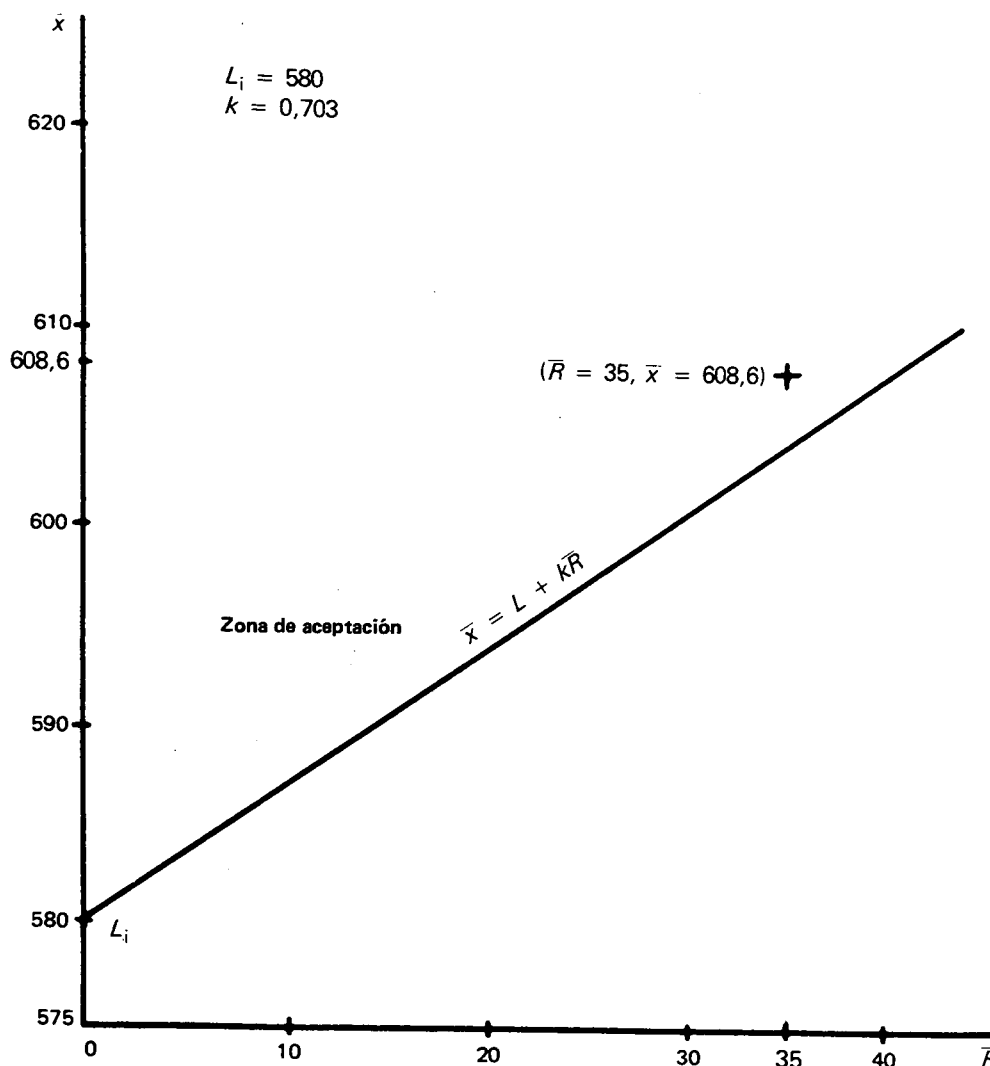


Fig. 16 – Método gráfico para límites de especificación únicos o separados

Si se da un límite de especificación doble combinado (superior e inferior), es necesario aplicar un método gráfico, a menos que  $\bar{R}$  sea superior al valor del RMM obtenido mediante consulta de la tabla RIV; en cuyo caso, el lote puede rechazarse inmediatamente.

De acuerdo con la letra código, se selecciona el gráfico apropiado en la serie R. Según este gráfico, se elige la curva de aceptación correspondiente al NCA especificado.

Copiar el trazado de esta curva de aceptación y el de la inmediata interior a esta última. (La curva interior se exigirá si es necesario pasar a una inspección rigurosa y la superficie entre ambas representará una zona de vigilancia).

Calcular, a continuación, los valores de

$$\frac{\bar{R}}{L_s - L_i} \quad \text{y de} \quad \frac{\bar{x} - L_i}{L_s - L_i}$$

y llevarlos sobre el gráfico así preparado.

Si el punto se sitúa en el exterior de la zona de aceptación, rechazar el lote; en caso contrario, aceptarlo.



## NOTA

Puede resultar más cómodo ajustar la escala de la curva obtenida del gráfico, de manera que  $\bar{R}$  y  $\bar{x}$  puedan llevarse directamente sobre el mismo. (véase la figura 17).

*Ejemplo*

La especificación para una resistencia eléctrica de un cierto componente eléctrico es de  $520 \pm 50 \Omega$ . Un lote de 350 elementos se somete a la inspección. Está prescrito: el nivel de inspección II, la inspección normal con un NCA del 4 %. Según la tabla I-A, la letra código es H; consultando la tabla RII-A, se comprueba que es necesario una muestra de tamaño 25, y según la tabla RIV, que el valor de  $F$  para el RMM es de 0,707. Supóngase que los valores de las resistencias de la muestra se han obtenido en el orden siguiente:

Primer subgrupo: 515; 491; 479; 507; 543

$$(R = 543 - 479 = 64)$$

Segundo subgrupo: 521; 536; 483; 509; 514

$$(R = 536 - 483 = 53).$$

Tercer subgrupo: 507; 484; 526; 552; 499

$$(R = 552 - 484 = 68)$$

Cuarto subgrupo: 530; 512; 492; 521; 467

$$(R = 530 - 467 = 63).$$

Quinto subgrupo: 489; 513; 535; 501; 529

$$(R = 535 - 498 = 46).$$

**Información necesaria****Valor obtenido**

Tamaño de la muestra: $n$	25
Media de la muestra $\bar{x} : \sum x/n$	510,2
Recorrido medio $\bar{R} : \sum R/\text{número de subgrupos} = 294,5$	58,8
Límite superior de especificación: $L_s$	570
Límite inferior de especificación: $L_i$	470
Media "normalizada": $(\bar{x} - L_i) / (L_s - L_i)$	0,402
Recorrido medio "normalizado" $\bar{R}/L_s - L_i$	0,588
Valor de $F$ (véase la tabla RIV)	0,707
$RMM = F (L_s - L_i)$	70,7

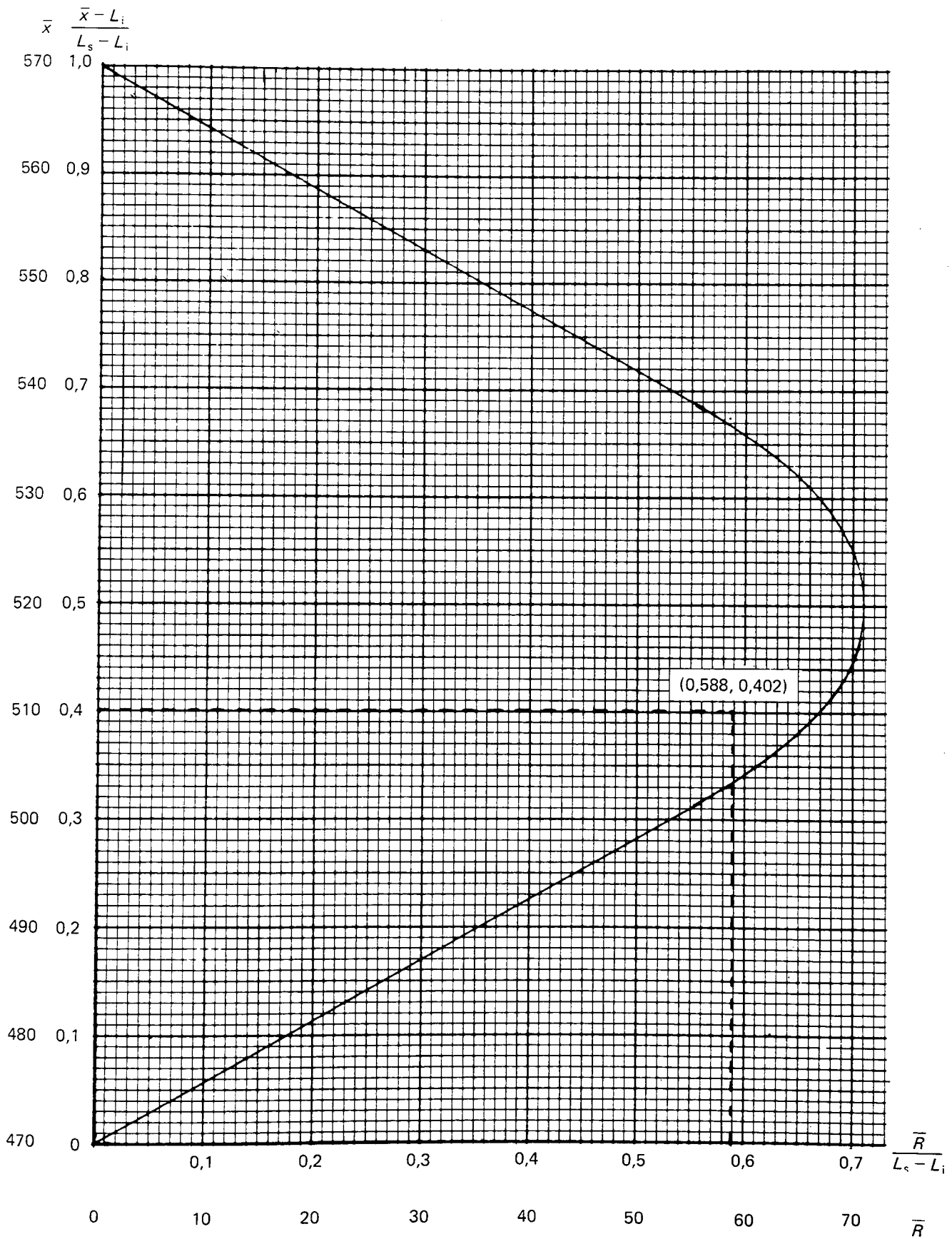
La media "normalizada" y el recorrido medio "normalizado" se llevan, seguidamente, al gráfico ( $R-H$ , NCA 4 %) (Véase la figura 17). Si este punto se sitúa en el exterior de la curva de aceptación, el lote debe rechazarse.

En este caso, el punto (0,588, 0,4302) se sitúa en el interior de la curva de aceptación y se acepta el

lote.

### **C.10 Procedimiento durante la inspección continua**

Se aplican los procedimientos expuestos en los capítulos 16 a 22 para el método "s", pero utilizando el método "R".



**Fig. 17 – Curva de aceptación para la letra código H,  $n = 25$ ,  $NCA = 4 \%$ ,  $RMM = 70,7$ : método "R"**








Tabla RI –  
Letras código y tamaños de muestra: método "R"

método "R"				Tamaño de muestra equivalente	
Letra código	Tamaño de la muestra	Número de subgrupos	c	Método "s"	ISO 2859 (=UNE 66-020)
B	3	—	1,910	3	3
C	4	—	2,234	4	5
D	5	—	2,474	5	8
E	7	—	2,830	7	13
F	10	2	2,405	10	20
G	15	3	2,379	15	32
H	25	5	2,358	20	50
I	30	6	2,353	25	—
J	40	8	2,346	35	80
K	60	12	2,339	50	125
L	85	17	2,335	75	200
M	115	23	2,333	100	315
N	175	35	2,331	150	500
P	230	46	2,330	200	800

NOTAS

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.

**Tabla RII-A**  
**Inspección normal para planes basados en la variabilidad desconocida (tabla general): método: "R"**

Letra código	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)													
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00			
		k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k			
B	3								0,587	0,502	0,401	0,296			
C	4								0,651	0,598	0,525	0,450	0,364	0,276	
D	5								0,663	0,614	0,565	0,498	0,431	0,352	0,272
E	7								0,702	0,659	0,613	0,569	0,525	0,465	0,405
F	10	0,916	0,863	0,811	0,755	0,703	0,650	0,579	0,507	0,424	0,341				
G	15	0,999	0,958	0,903	0,850	0,792	0,738	0,684	0,610	0,536	0,452	0,368			
H	25	1,05	1,01	0,951	0,896	0,835	0,779	0,723	0,647	0,571	0,484	0,398			
I	30	1,06	1,02	0,959	0,904	0,843	0,787	0,730	0,654	0,577	0,490	0,403			
J	40	1,08	1,04	0,978	0,921	0,860	0,803	0,746	0,668	0,591	0,503	0,415			
K	60	1,11	1,06	1,00	0,948	0,885	0,826	0,768	0,689	0,610	0,521	0,432			
L	85	1,13	1,08	1,02	0,962	0,899	0,839	0,780	0,791	0,621	0,530	0,441			
M	115	1,14	1,09	1,03	0,975	0,911	0,851	0,791	0,711	0,631	0,539	0,449			
N	175	1,16	1,11	1,05	0,994	0,929	0,868	0,807	0,726	0,644	0,552	0,460			
P	230	1,16	1,12	1,06	0,996	0,931	0,870	0,809	0,728	0,646	0,553	0,462			

**NOTAS**

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad *k*.



El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.



La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

**Tabla RII-B**  
**Inspección rigurosa para planes basados en la variabilidad desconocida (tabla general: método "R")**

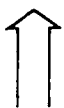
Letra código	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)										
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00
		<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,587	0,502	0,401
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0,651	0,598	0,525	0,450	0,364
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	0,663	0,614	0,565	0,498	0,431	0,352
E	7	↓	↓	↓	0,702	0,659	0,613	0,569	0,525	0,465	0,405	0,336
F	10	↓	↓	0,916	0,863	0,811	0,755	0,703	0,650	0,579	0,507	0,424
G	15	1,04	0,999	0,958	0,903	0,850	0,792	0,738	0,684	0,610	0,536	0,452
H	25	1,10	1,05	1,01	0,951	0,896	0,835	0,779	0,723	0,647	0,571	0,484
I	30	1,10	1,06	1,02	0,959	0,904	0,843	0,787	0,730	0,654	0,577	0,490
J	40	1,13	1,08	1,04	0,978	0,921	0,860	0,803	0,746	0,668	0,591	0,503
K	60	1,16	1,11	1,06	1,00	0,948	0,885	0,826	0,768	0,689	0,610	0,521
L	85	1,17	1,13	1,08	1,02	0,962	0,899	0,839	0,780	0,701	0,621	0,530
M	115	1,19	1,14	1,09	1,03	0,975	0,911	0,851	0,791	0,711	0,631	0,539
N	175	1,21	1,16	1,11	1,05	0,994	0,929	0,868	0,807	0,726	0,644	0,552
P	230	1,21	1,16	1,12	1,06	0,996	0,931	0,870	0,809	0,728	0,646	0,553

**NOTAS**

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad *k*.



El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.



La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

**Tabla RII-C**  
**Inspección reducida para planes basados en la variabilidad desconocida (tabla general): método "R"**

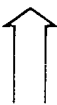
Letra código	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección reducida)																
		0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00						
		<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>						
B	3							0,587	0,502	0,401	0,296	0,178						
C	3							0,587	0,502	0,401	0,296	0,178						
D	3							0,587	0,502	0,401	0,296	0,178						
E	3							0,587	0,502	0,401	0,296	0,178						
F	4							0,651	0,598	0,525	0,450	0,364	0,276	0,176				
G	5							0,663	0,614	0,565	0,498	0,431	0,352	0,272	0,184			
H	7							0,702	0,659	0,613	0,569	0,525	0,465	0,405	0,336	0,266	0,189	
I	10							0,916	0,863	0,811	0,755	0,703	0,650	0,579	0,507	0,424	0,341	0,252
J	15							0,958	0,903	0,850	0,792	0,738	0,684	0,610	0,536	0,452	0,368	0,276
K	25							1,01	0,951	0,896	0,835	0,779	0,723	0,647	0,571	0,484	0,398	0,305
L	30	1,02	0,959	0,904	0,843	0,787	0,730	0,654	0,577	0,490	0,403	0,310						
M	40	1,04	0,978	0,921	0,860	0,803	0,746	0,668	0,591	0,503	0,415	0,321						
N	60	1,06	1,00	0,948	0,885	0,826	0,768	0,689	0,610	0,521	0,432	0,336						
P	85	1,08	1,02	0,962	0,899	0,839	0,780	0,701	0,621	0,530	0,441	0,345						

NOTAS

- 1 Todos los valores de los NCA se expresan en porcentaje de unidades defectuosas.
- 2 Las letras código utilizadas en esta norma internacional, corresponden a las que figuran en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020); no son idénticas a las utilizadas en el documento MIL STD 414.
- 3 Símbolos



No existe un plan de muestreo conveniente en esta zona; utilícese el primer plan de muestreo que se encuentre siguiendo la dirección de la flecha. Se aplica tanto al tamaño de la muestra como a la constante de aceptabilidad *k*.



El plan que figura en esta zona ofrece un alto grado de seguridad, aunque requiere un gran tamaño de muestra. A discreción de la autoridad competente, puede utilizarse el plan que señala la flecha situado más arriba.



La línea gruesa indica el límite de los planes de muestreo por atributos equivalentes contenidos en la norma ISO 2859 (= UNE 66-020).

**Tabla RIV**  
**Valores de  $F$  para el recorrido medio máximo (RMM): método "R"**

Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00		
3								0,833	0,865	0,907	0,958	1,028	
4							0,756	0,788	0,836	0,891	0,965	1,056	1,180
5						0,730	0,764	0,801	0,857	0,923	1,011	1,118	1,263
7				0,695	0,727	0,765	0,804	0,846	0,910	0,985	1,086	1,209	1,374
10			0,529	0,553	0,579	0,610	0,642	0,677	0,730	0,793	0,876	0,977	1,112
15	0,460	0,477	0,493	0,517	0,542	0,572	0,602	0,637	0,688	0,748	0,830	0,928	1,058
25	0,432	0,447	0,463	0,486	0,509	0,537	0,567	0,600	0,649	0,707	0,785	0,879	1,004
30	0,426	0,442	0,457	0,480	0,503	0,531	0,560	0,593	0,642	0,699	0,776	0,870	0,993
40	0,417	0,432	0,447	0,469	0,492	0,519	0,548	0,580	0,628	0,684	0,761	0,852	0,968
60	0,403	0,419	0,434	0,455	0,478	0,505	0,533	0,564	0,608	0,666	0,740	0,830	0,949
85	0,398	0,412	0,427	0,448	0,470	0,497	0,525	0,555	0,602	0,656	0,729	0,818	0,934
115	0,392	0,406	0,421	0,442	0,464	0,490	0,517	0,548	0,594	0,648	0,720	0,808	0,923
175	0,384	0,399	0,413	0,434	0,455	0,481	0,508	0,538	0,584	0,637	0,708	0,794	0,908
230	0,384	0,397	0,412	0,432	0,454	0,480	0,507	0,536	0,582	0,633	0,706	0,792	0,906
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00		
	Nivel de calidad aceptable (inspección rigurosa)												
	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10,00		
	Nivel de calidad aceptable (inspección reducida)												

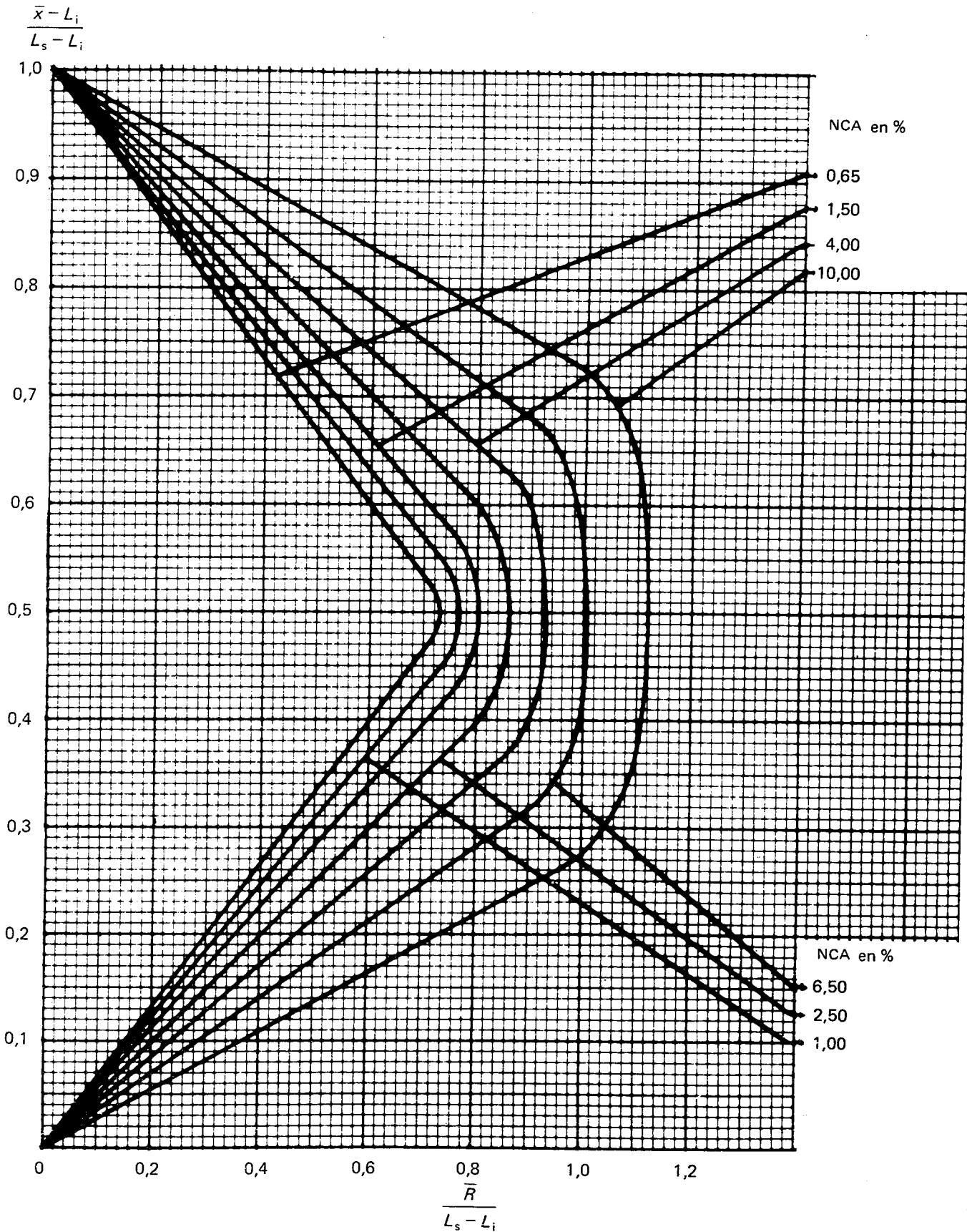
NOTA — El RMM se obtiene multiplicando el factor  $F$  por la diferencia entre el límite superior de especificación  $L_s$  y el límite inferior de especificación  $L_i$ . Su fórmula es:  $RMM = F (L_s - L_i)$ .

El RMM sirve de guía para la aceptabilidad de la amplitud del recorrido medio. Si el valor del recorrido medio es inferior al RMM, permite suponer, aunque no garantizar, la aceptabilidad del lote.



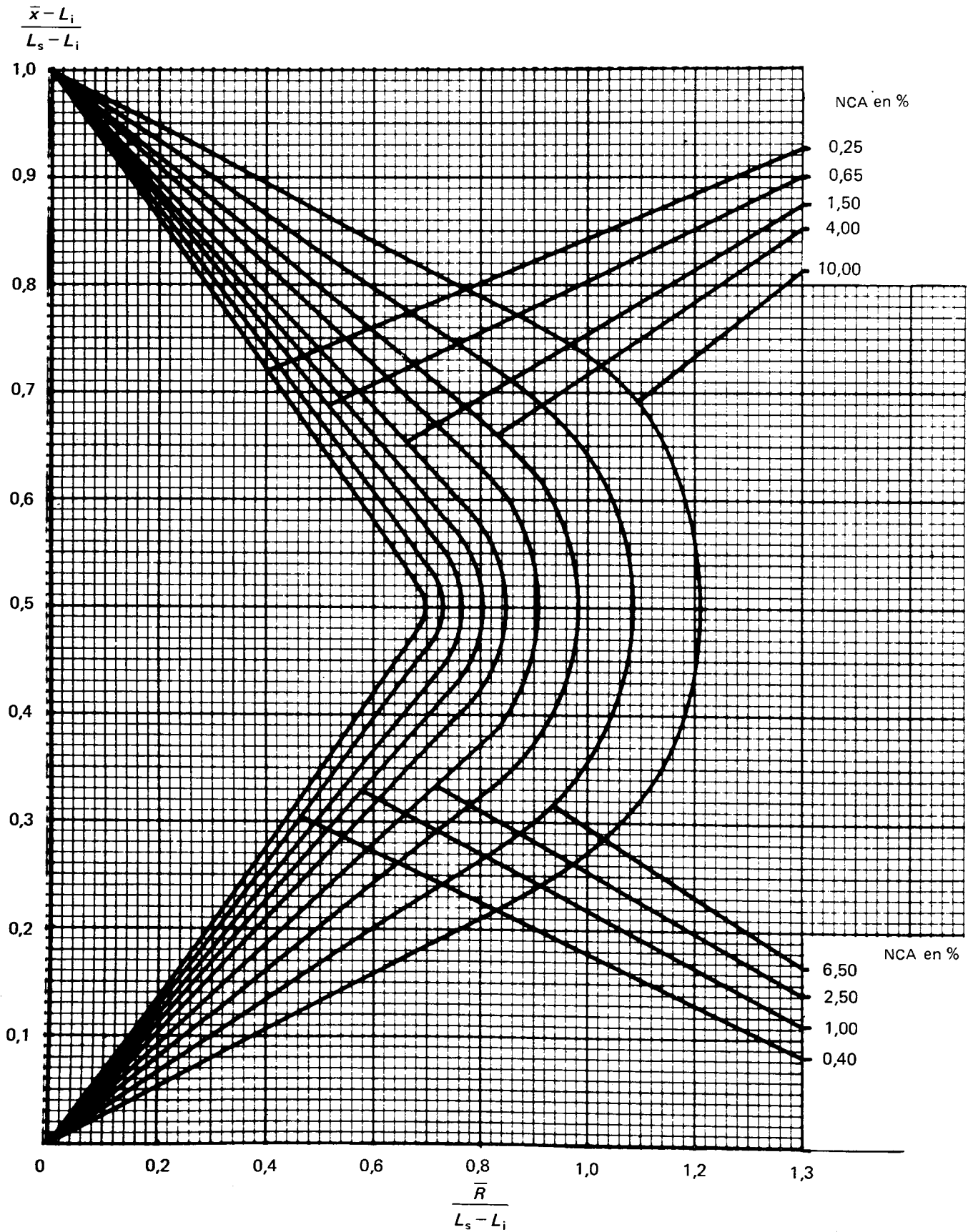
Gráfico R-D – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "R" – Letra código D (tamaño de muestra: 5)

**D**



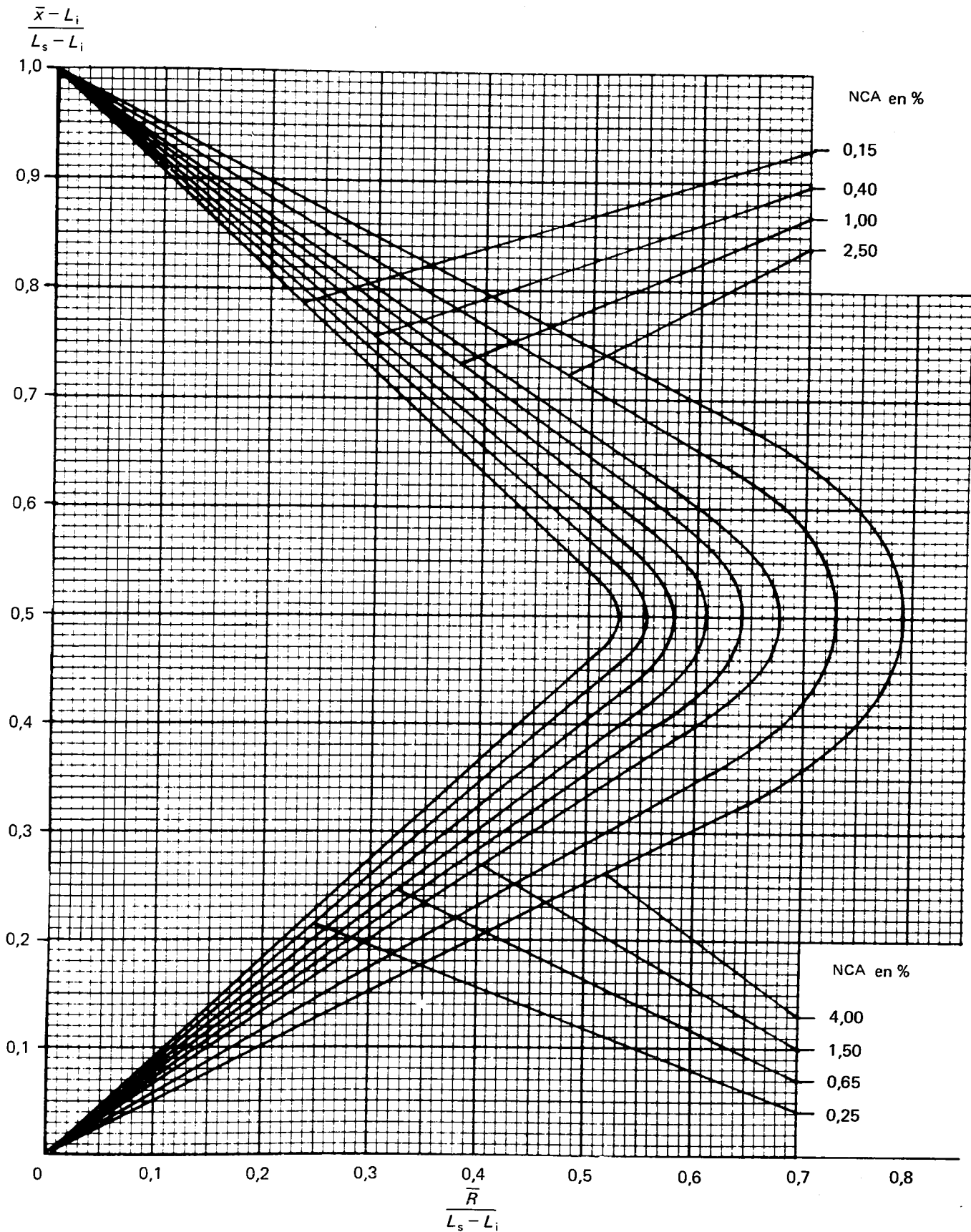
**E**

Gráfico R-E – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "R" – Letra código E (tamaño de muestra: 7)



**Gráfico R-F – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "R" – Letra código F (tamaño de muestra: 10)**

**F**



**G**

**Gráfico R-G – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "R" – Letra código G (tamaño de muestra: 15)**

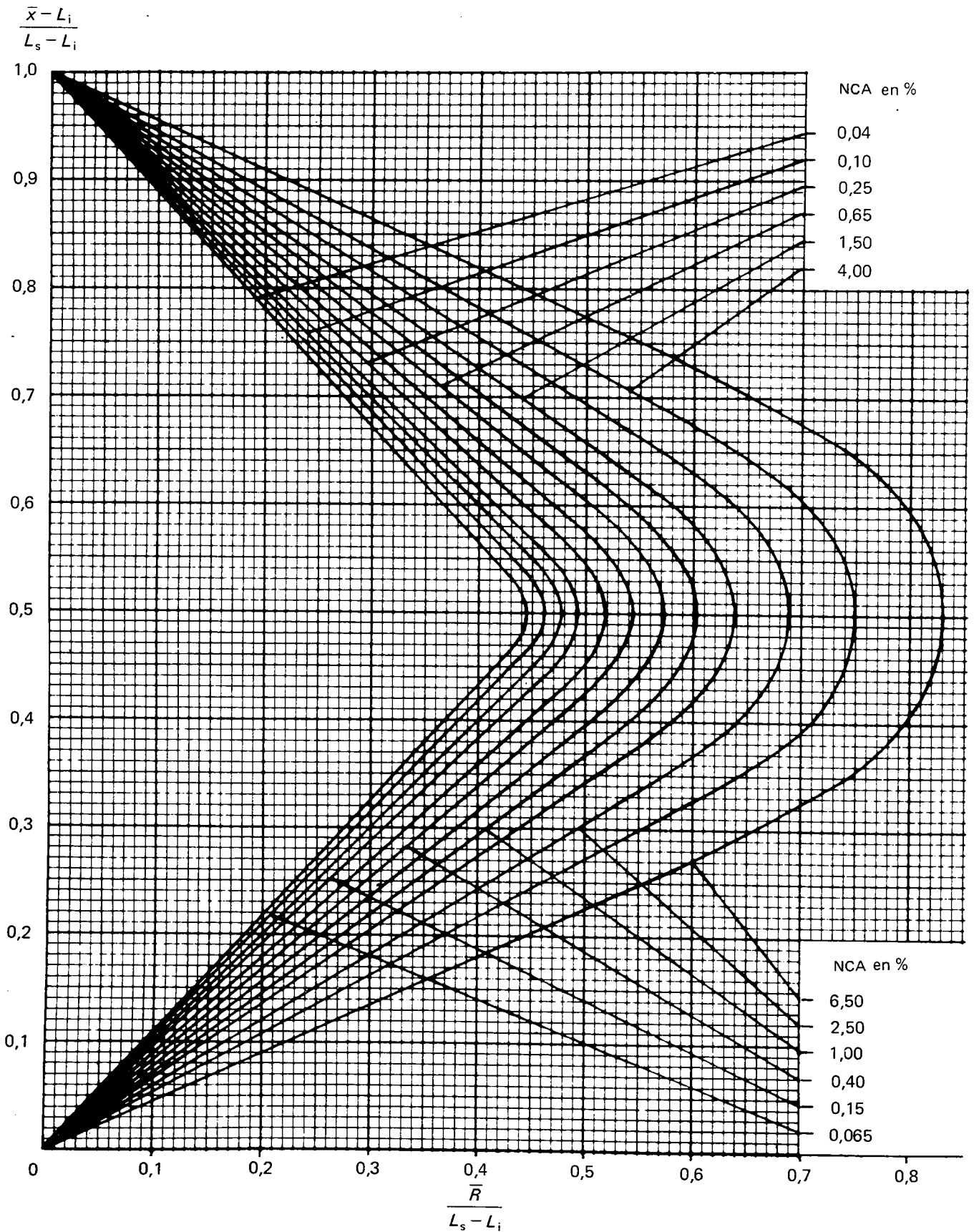
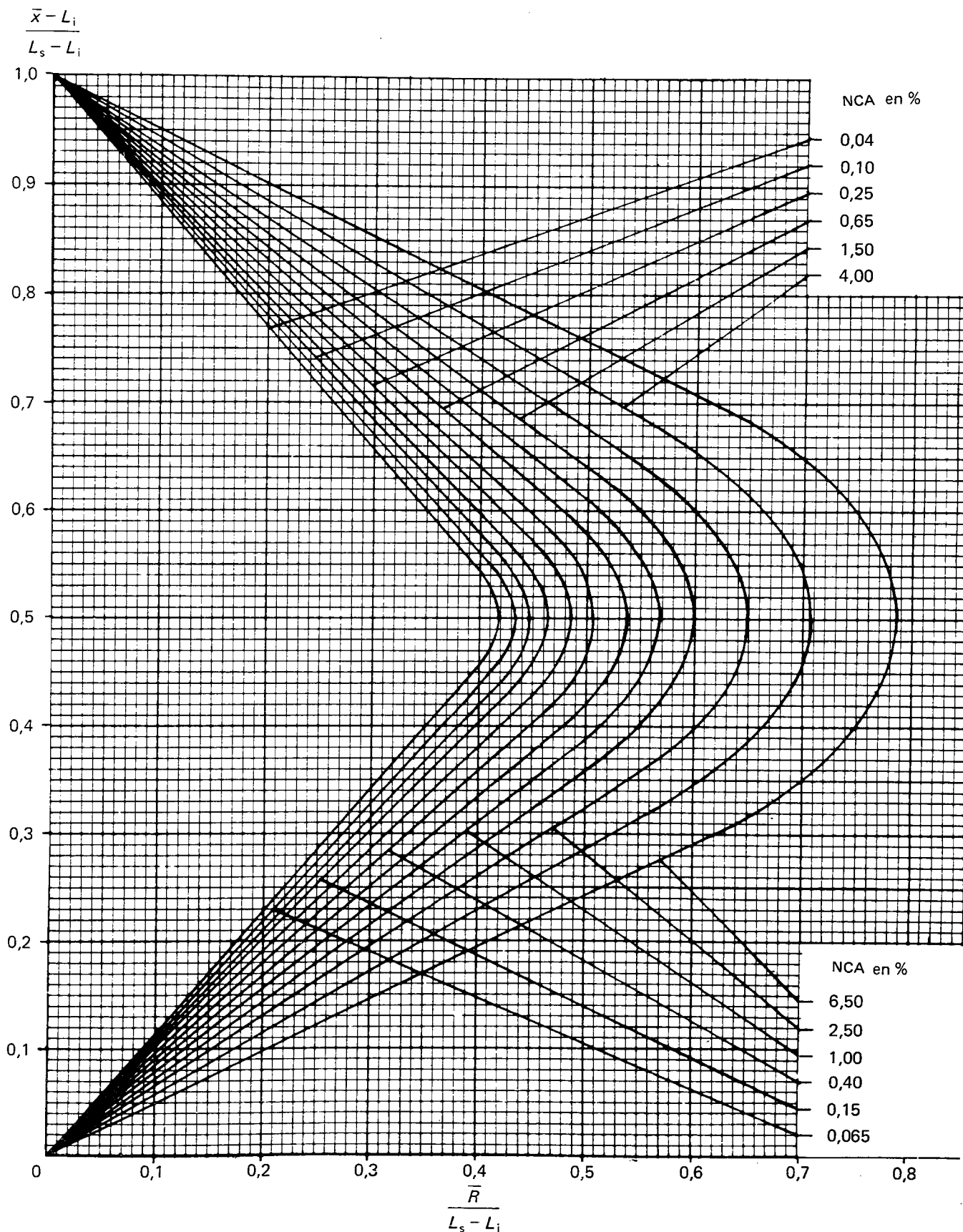


Gráfico R-H — Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "R" — Letra código H (tamaño de muestra: 25)

**H**



**Gráfico R-I – Curvas de aceptación para límites de especificación combinados:  
método "R" – Letra código I (tamaño de muestra: 30)**

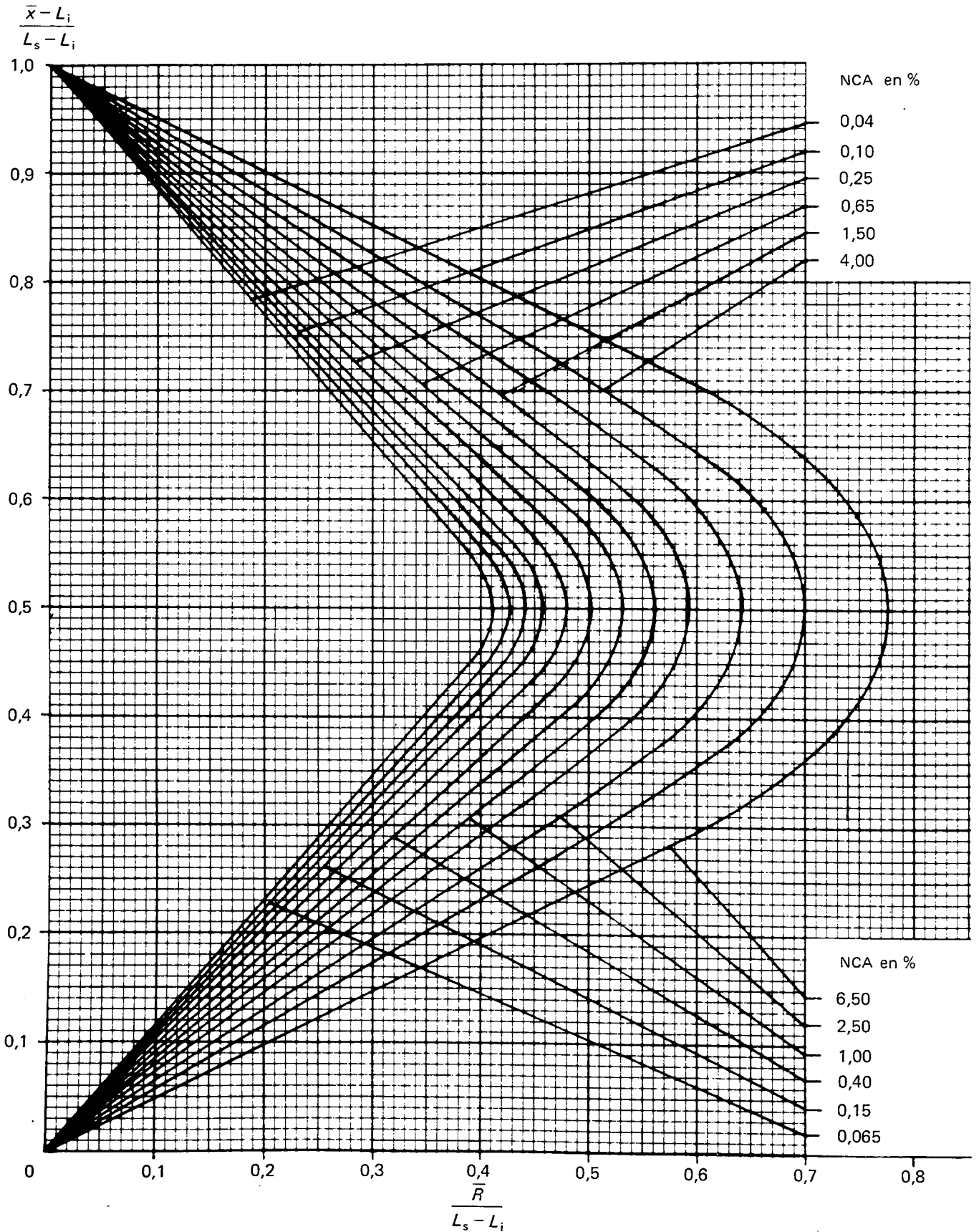
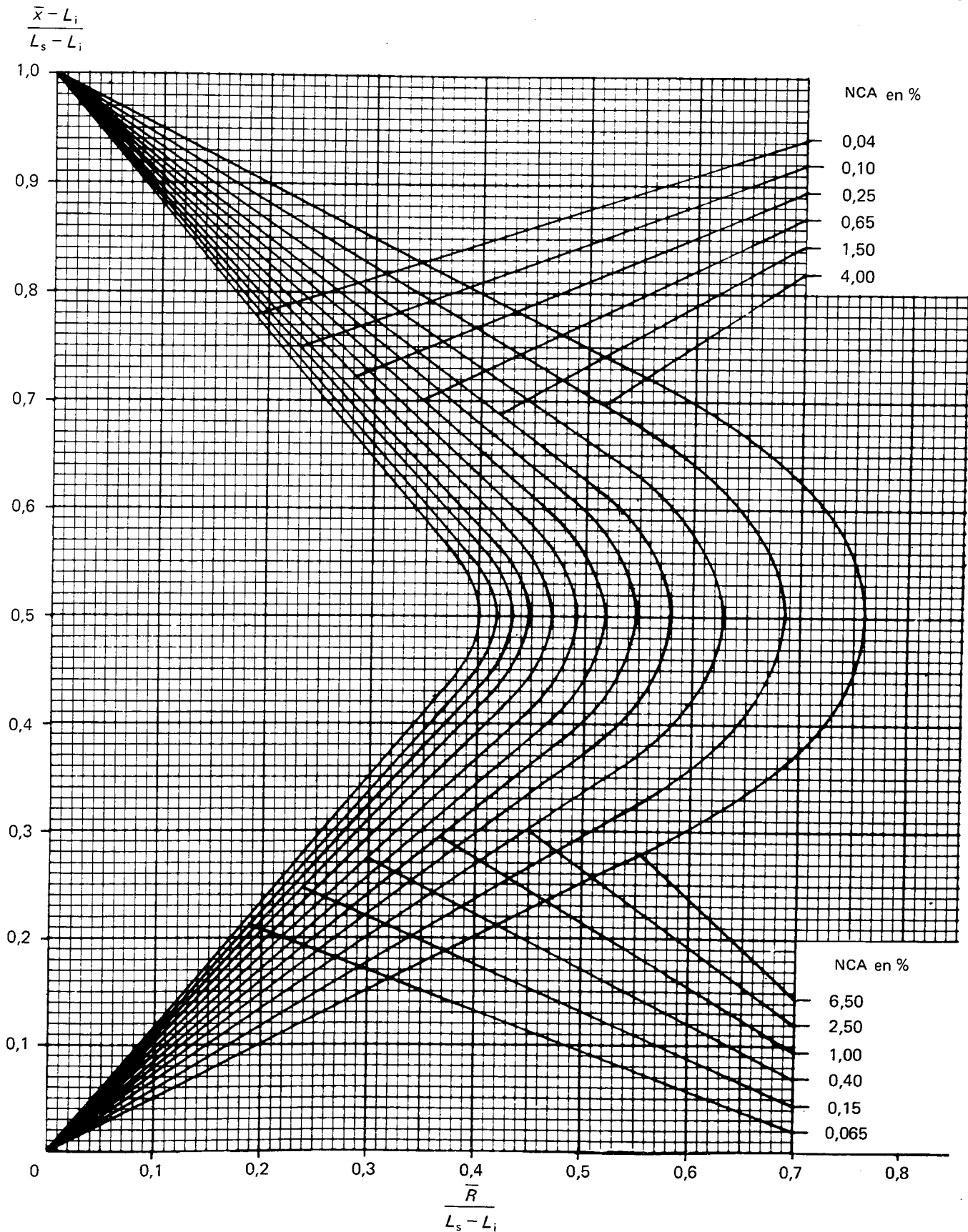


Gráfico R-J – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "R" – Letra código J (tamaño de muestra: 40)

**J**





**K**

Gráfico R-K – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "R" – Letra código K (tamaño de muestra: 60)

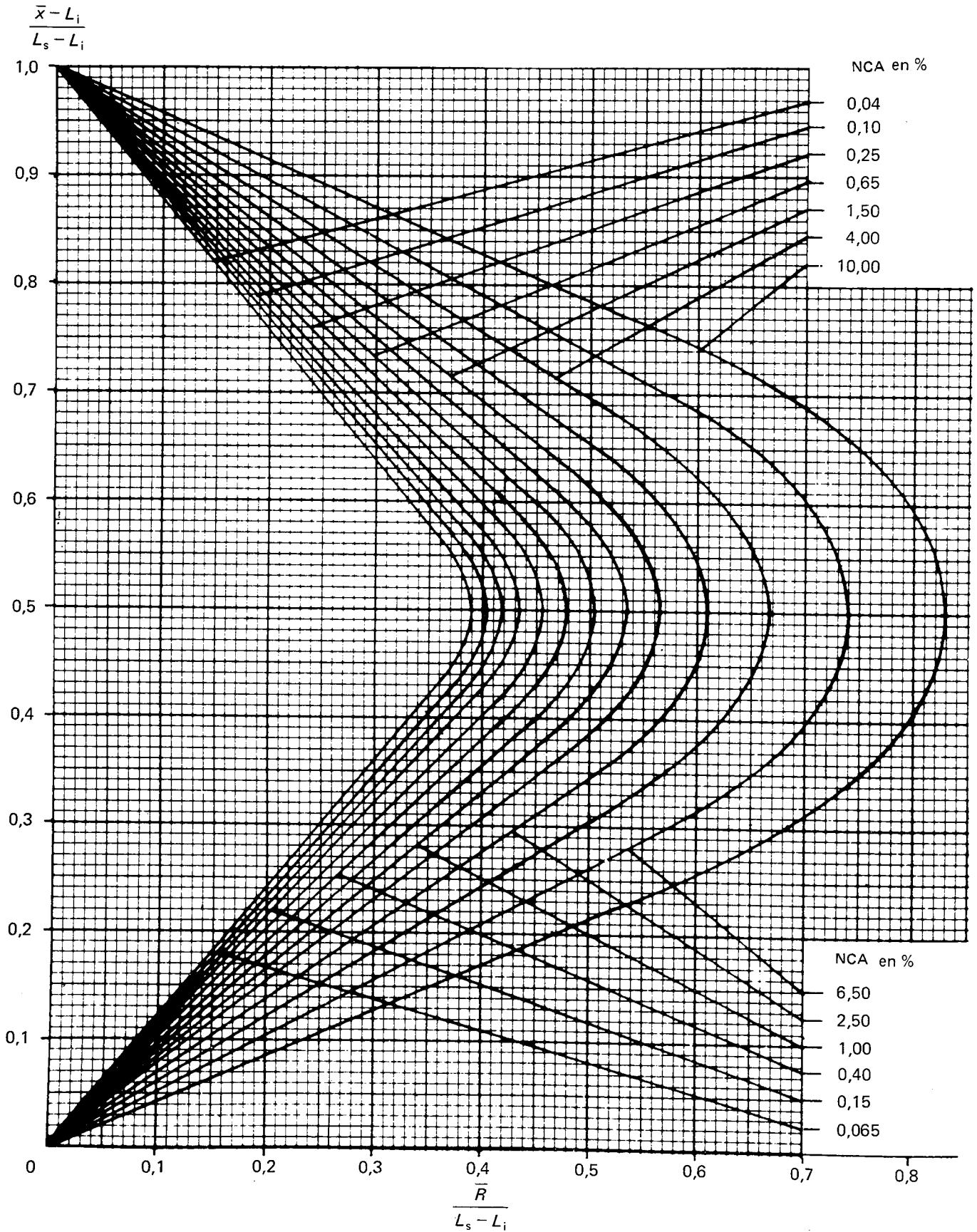
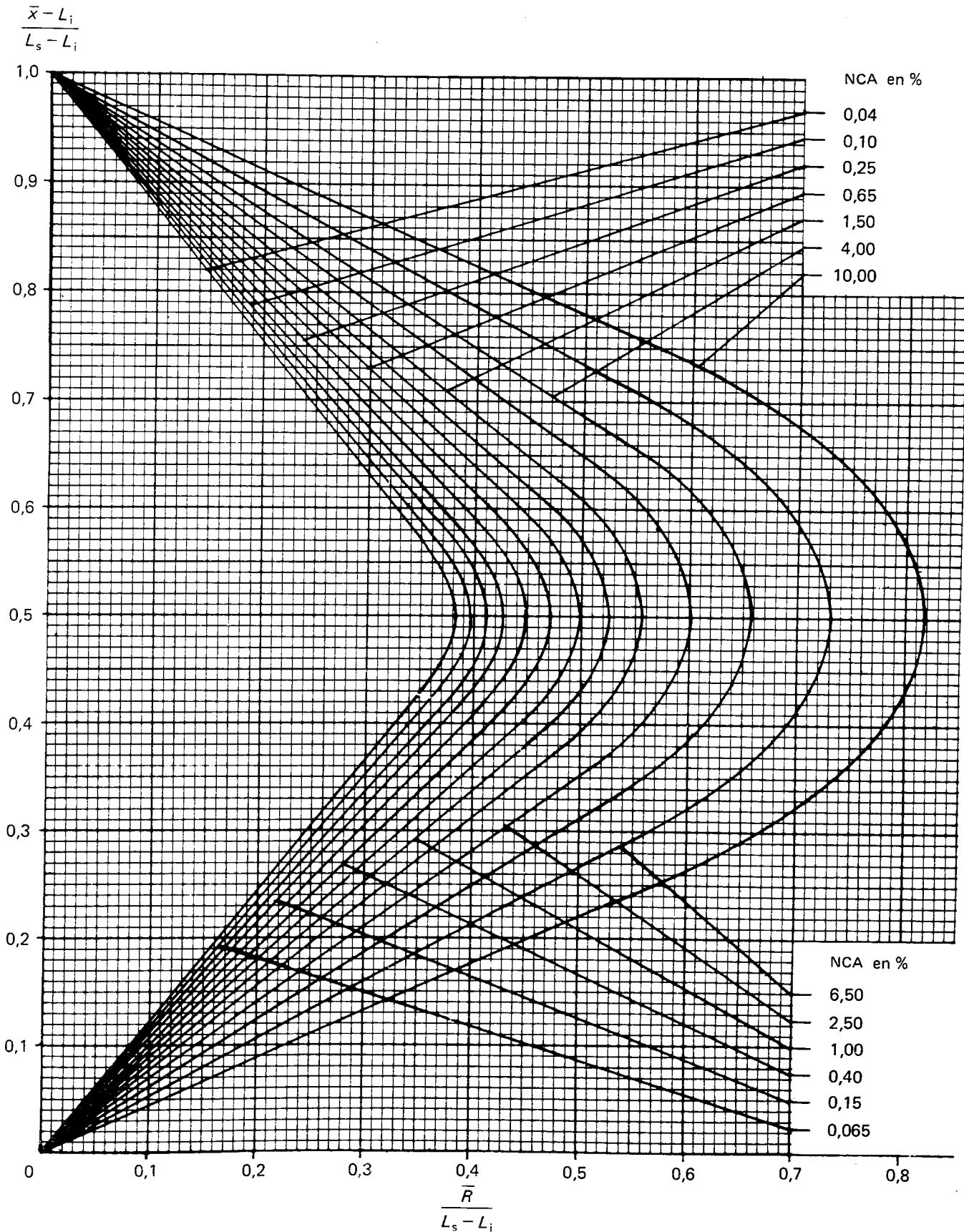


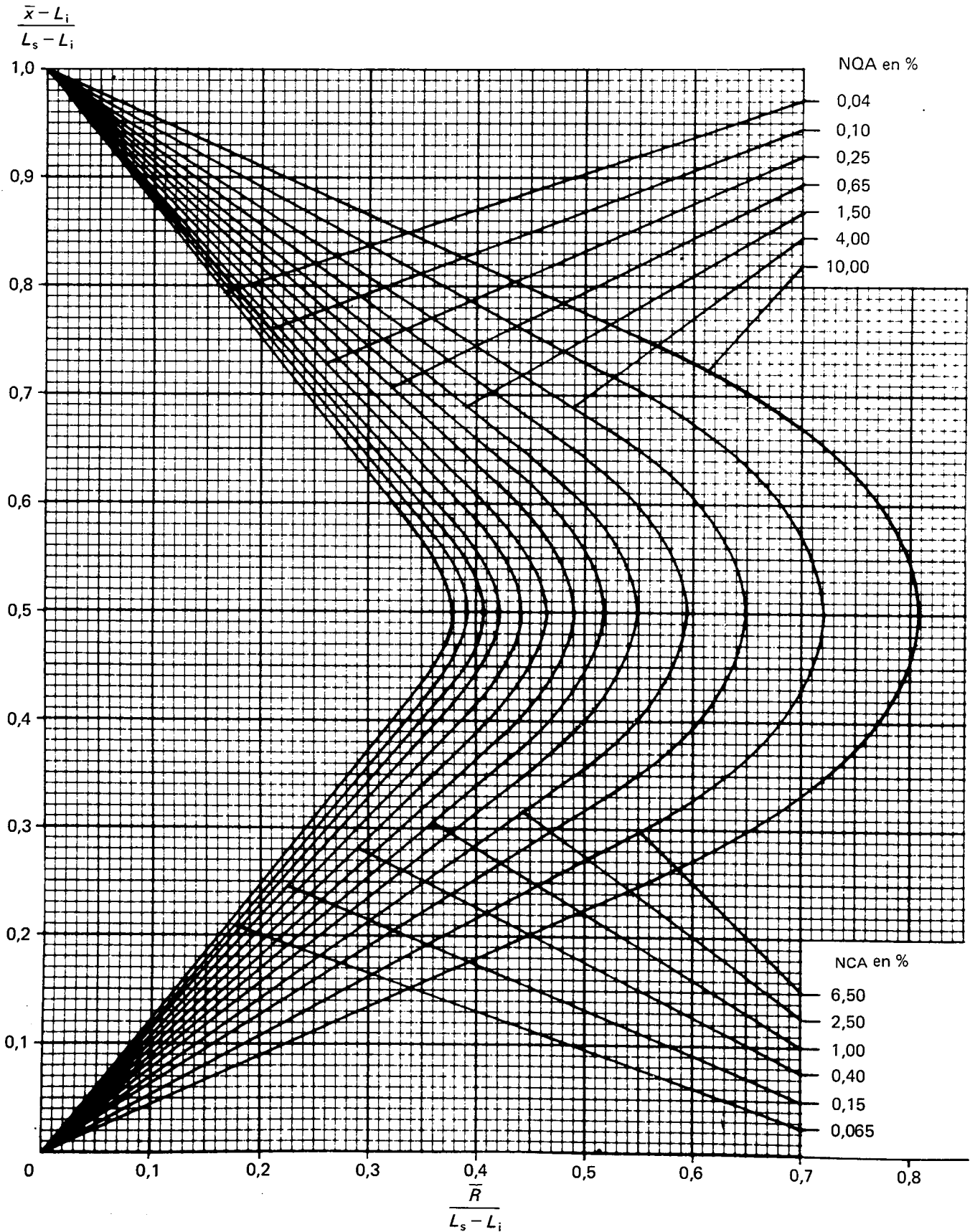


Gráfico R-L – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "R" – Letra código L (tamaño de muestra: 85)



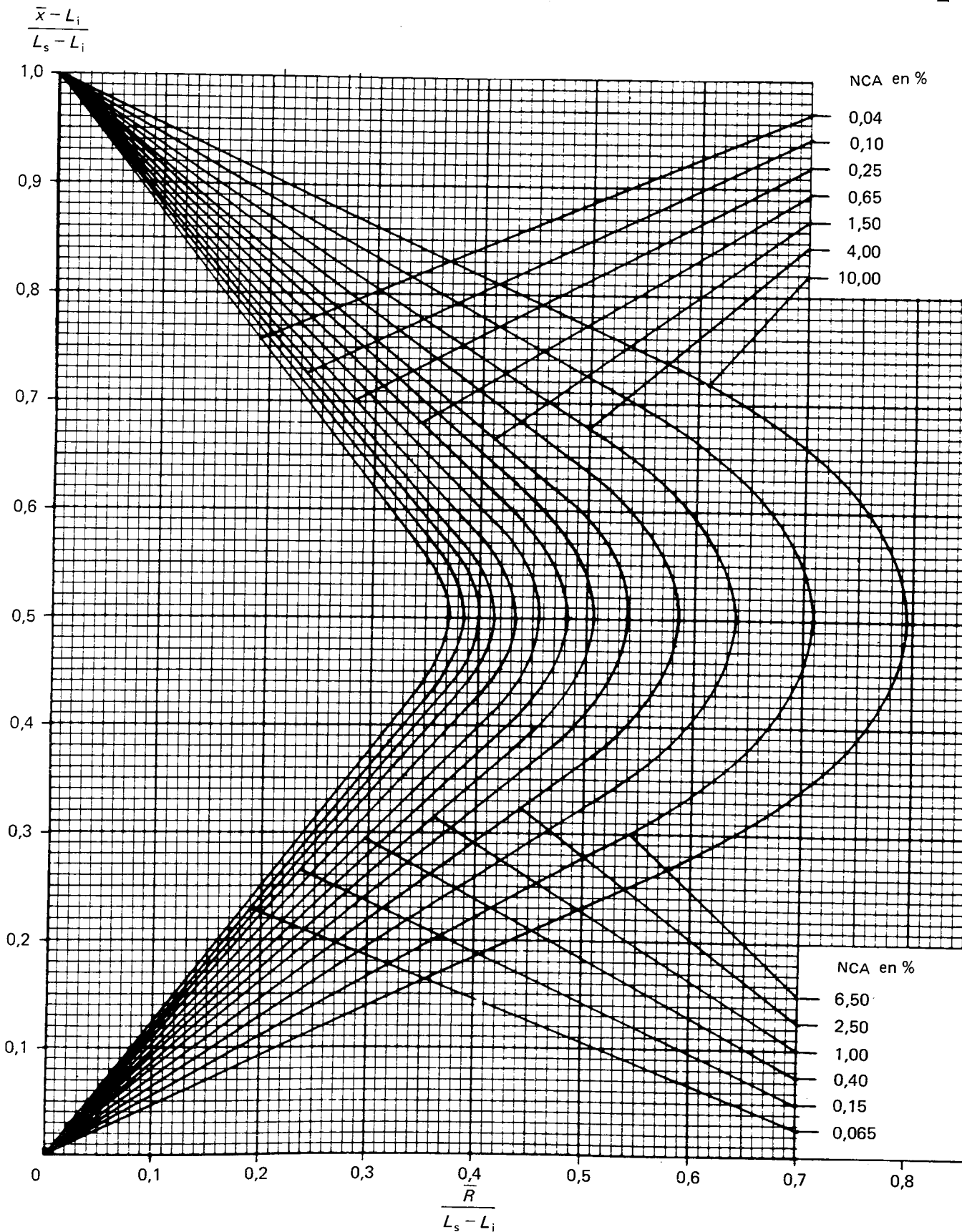
**M**

Gráfico R-M – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "R" – Letra código M (tamaño de muestra: 115)



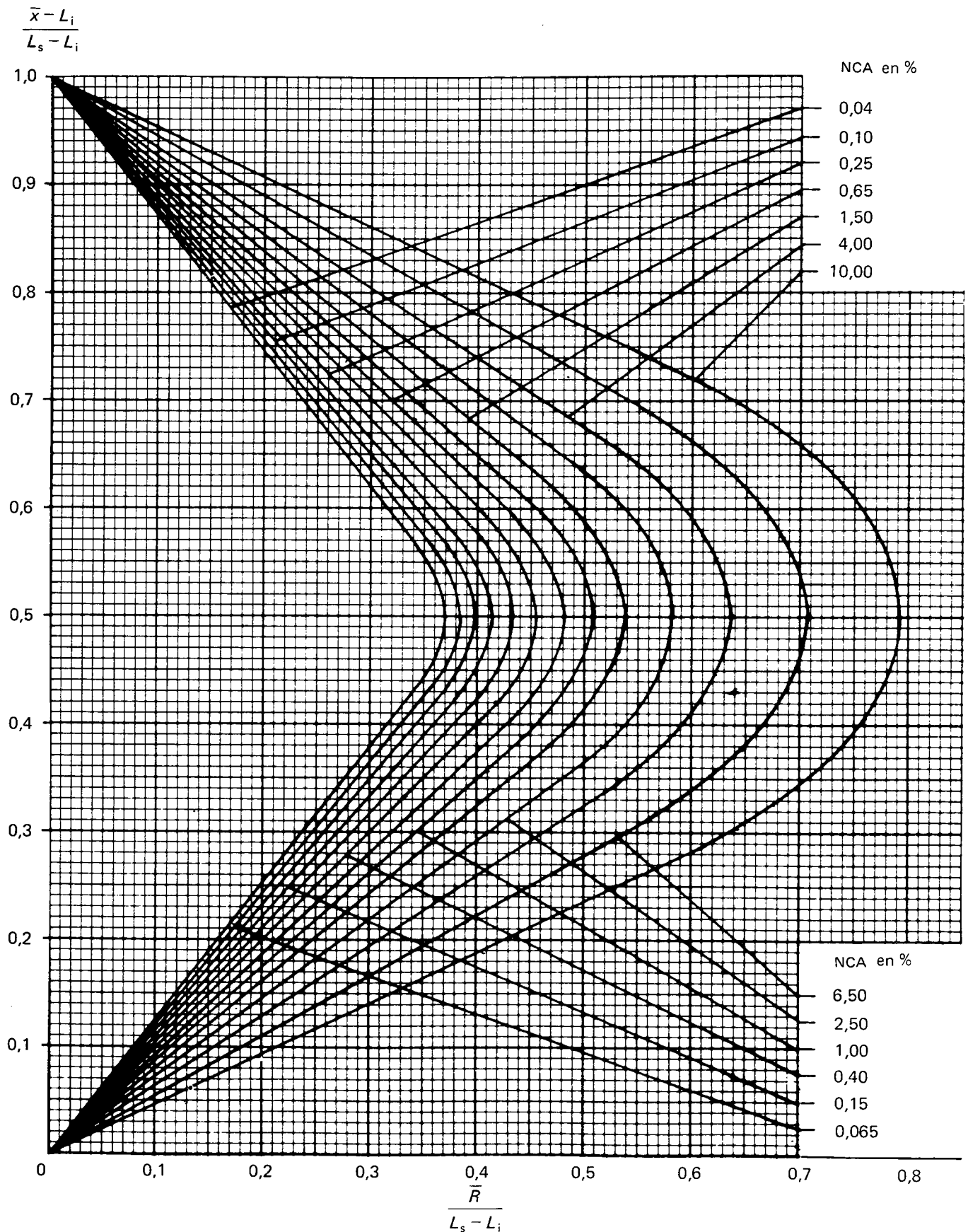
**Gráfico R-N – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
 método "R" – Letra código N (tamaño de muestra: 175)**

**N**



**P**

**Gráfico R-P – Curvas de aceptación para límites de especificación dobles combinados:  
método "R" – Letra código P (tamaño de muestra: 230)**



**BIBLIOGRAFIA**

Para la elaboración de esta norma se han utilizado las publicaciones siguientes:

- [1] *Techniques of Statistical Analysis*. Statistical Research Group, Columbia University. McGraw-Hill, 1947.
- [2] BOWKER y GOODE. *Sampling Inspection by Variables*. McGraw-Hill, 1952.
- [3] DUNCAN, A.J. *Quality Control and Industrial Statistics*. Richard D. Irwin, Inc., 1965.
- [4] BURR, I.W. *Engineering Statistics and Quality Control*. McGraw-Hill, 1953.
- [5] GRANT, E.L., y LEVENSWORTH, R.S. *Statistical Quality Control*. McGraw-Hill, 1972.
- [6] BOWKER, A.H., y LIEBERMAN, G.J. *Engineering Statistics*. Prentice-Hall, 1972.
- [7] HAHN, G.H., y SHAPIRO, S.S. *Statistical Models in Engineering*. John Wiley, 1967.
- [8] *Mathematical and Statistical Principles Underlying Military Standard 414*. Office of the Assistant Secretary of Defense, Washington D.C.
- [9] KENDALL, M.G., y BUCKLAND, W.R. *A Dictionary of Statistical Terms*. Oliver and Boyd, 1971.
- [10] RESNIKOFF, G.J., y LIEBERMAN, G.J. *Tables of the Non-Central t-Distribution*. Stanford University Press, 1957.
- [11] PEARSON, E.S., et HARTLEY, H.O. *Biometrika Tables for Statisticians*, Volumes 1 et 2. Cambridge University Press, 1966.