

CONTROL DE CALIDAD INTERNO EN EL ANÁLISIS (RECUENTO) DE FIBRAS DE AMIANTO

CR-08/2013



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Título:

Control de calidad interno en el análisis (recuento) de fibras de amianto

Autores:

M^a Carmen Arroyo Buezo
José M^a Rojo Aparicio

Dirección y coordinación de la colección:

M^a José Quintana San José
Departamento de Contaminantes y Toxicología – Centro Nacional de Verificación de Maquinaria
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Edita:

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
C/ Torrelaguna, 73 - 28027 Madrid

Composición:

Servicio de Ediciones y Publicaciones del INSHT

Edición:

Madrid, febrero 2013

NIPO:

272-13-013-3

Catálogo general de publicaciones oficiales:
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Catálogo de publicaciones del INSHT:
<http://www.insht.es/catalogopublicaciones/>

ÍNDICE

0	INTRODUCCIÓN	4
1	PROCEDIMIENTOS APLICADOS AL CONTROL DE CALIDAD INTERNO EN EL RECuento DE FIBRAS DE AMIANTO	4
1.1	Gráficos de índices	4
1.2	Gráficos de rangos relativos y cocientes	4
2	CONTROL DE CALIDAD INTERNO BASADO EN RANGOS RELATIVOS	5
2.1	Establecimiento del control: Período base. Expresiones y cálculos	5
2.2	Significado del Límite Superior de Control (LSC)	6
2.3	Período del control	6
2.4	Frecuencia del control	7
2.5	Actualización de los límites de control	7
3	DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS	7
4	CONTROL DE CALIDAD INTERNO E INCERTIDUMBRE DE MEDIDA.....	7
5	EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD	8
	BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA	10
	ANEXO I	11
	ANEXO II	15

0 INTRODUCCIÓN

El control de calidad interno (CCI) es una parte fundamental del sistema de calidad de los laboratorios y tiene como objeto verificar que su nivel de calidad se mantiene día a día en las actividades de rutina y que no se producen errores que puedan comprometer la fiabilidad de los resultados.

El CCI es complementario e independiente de la participación en programas de evaluación externa de la calidad o ensayos de aptitud. En España, los laboratorios especializados en el análisis (recuento) de fibras de amianto en aire deben establecer un CCI adecuado y participar en el PICC-FA, que es el programa de evaluación externa de la calidad establecido por el INSHT, para ser acreditados según lo dispuesto en el Anexo II del Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo (BOE nº 86, de 11 de abril).

En este documento se recogen criterios y recomendaciones de utilidad práctica para la implantación, revisión y actualización del CCI en los laboratorios que realizan determinaciones de fibras de amianto y se muestra su importancia en relación con la incertidumbre de medida.

1 PROCEDIMIENTOS APLICADOS AL CONTROL DE CALIDAD INTERNO EN EL RECUENTO DE FIBRAS DE AMIANTO

Los procedimientos que se vienen aplicando al CCI para el recuento de fibras de amianto corresponden a los modelos de gráficos de índices, encontrados en publicaciones del *Health and Safety Executive* y a los gráficos de rangos relativos y cocientes, basados en los gráficos de control Shewhart, recomendados por la *American Industrial Hygiene Association (AIHA)*.

1.1 Gráficos de índices

Este procedimiento requiere disponer de un banco de muestras patrón internas, seleccionadas a tal fin por el laboratorio entre sus muestras de rutina. Las muestras patrón se deben analizar repetidas veces por todos los analistas del laboratorio. A cada muestra patrón se le asigna un valor de referencia interno calculado a partir de estos resultados. Los índices y límites de control de la variabilidad intralaboratorio se obtienen comparando los resultados de los recuentos individuales con su valor de referencia. La representación gráfica de los índices y límites de control permite visualizar la calidad de los resultados de cada analista frente a la calidad media del laboratorio.

Los gráficos de índices resultan muy útiles en la armonización de criterios inter e intra contadores, en la formación de nuevos contadores y en la investigación de posibles desviaciones y errores. Sin embargo, tienen el inconveniente de que su eficacia disminuye con el tiempo, dado que no es fácil disponer de un banco de muestras patrón amplio y de renovación continua. Por ello, es difícil evitar, por una parte, que las muestras patrón sean reconocidas por los analistas y, por otra, que su representatividad respecto de las muestras de rutina disminuya con el tiempo. Por estas razones, **los gráficos de índices no deberían ser la única herramienta de control de calidad interno.**

1.2 Gráficos de rangos relativos y cocientes

Estos procedimientos se pueden emplear para el control de la precisión, de la exactitud o de ambas. En los recuentos de fibras se aplican al control de la precisión intralaboratorio ya que no es posible el control de la exactitud en su sentido estricto por las características propias del método de medida.

El control de la precisión intralaboratorio para el análisis de fibras de amianto más sencillo está basado en las repeticiones “ciegas” de recuentos en las muestras de rutina. De esta forma, el control tiene una fácil disponibilidad de muestras de representatividad máxima y es aplicable en todos los laboratorios.

El tratamiento estadístico resulta también fácil como se verá en los siguientes apartados. Se fundamenta en la hipótesis de que, si todos los resultados de los recuentos pertenecen a la misma población, la variabilidad de

los resultados entre réplicas de recuentos se puede predecir a partir de la variabilidad de los resultados entre muestras. Los resultados de las muestras de control que presenten una variabilidad superior a la esperada sugieren una alta probabilidad de errores no aleatorios, revelando la necesidad de que sus causas sean investigadas y corregidas.

Los procedimientos de rangos relativos y de cocientes son, en esencia, iguales diferenciándose únicamente en el parámetro de control. Los rangos relativos tratan con las diferencias entre los resultados de los recuentos y los cocientes con sus proporciones. El primero se puede relacionar directamente con la incertidumbre de los resultados, como se verá más adelante. Esto supone una ventaja en la simplificación de los cálculos matemáticos frente al procedimiento de cocientes, por lo que este último resulta menos recomendable en la práctica.

De la revisión crítica anterior se deduce que **el procedimiento de rangos relativos se presenta como el modelo más adecuado para establecer el CCI para el recuento de fibras de amianto**. En este documento se detalla la versión actualizada de este procedimiento adaptada al método de medida de la concentración de fibras de amianto en aire MTA/MA-051/A04 del INSHT.

2 CONTROL DE CALIDAD INTERNO BASADO EN RANGOS RELATIVOS

En primer lugar es importante advertir que el control de calidad interno basado en procedimientos estadísticos, como el aquí descrito, no debe ser aplicado a resultados inferiores al límite de cuantificación del método¹ y que operar matemáticamente con dichos resultados es una práctica errónea.

Sin embargo, también hay que tener en cuenta que un número importante del total de las muestras que se analizan actualmente corresponden a mediciones del índice de descontaminación, en las que son esperables resultados inferiores a dicho límite. Dada la trascendencia de los resultados de estas mediciones es necesario asegurarse también de su fiabilidad, por lo que el laboratorio deberá disponer algún otro tipo de control no estadístico para aplicar en estos casos.

2.1 Establecimiento del control: Período base. Expresiones y cálculos

El establecimiento del control requiere un período inicial o de recogida de datos (período base) para determinar el valor del parámetro y el límite de control particular del laboratorio. En este período se realizarán recuentos por duplicado de todas las muestras que se analicen. El segundo recuento se realizará preferentemente por otro analista y, si esto no fuera posible, por el mismo, siendo recomendable que ambos recuentos no se hagan de forma consecutiva.

La duración de este período y el número de muestras a utilizar se determinará de forma que se asegure una buena representatividad de las muestras si bien, como mínimo, se recomienda disponer de los resultados de 15 muestras analizadas en días distintos.

Los laboratorios cuya única actividad analítica hasta alcanzar la acreditación sea la participación en el PICC-FA pueden utilizar, a falta de otras muestras de obtención propia, las muestras de este programa para disponer de los datos necesarios para el establecimiento de su control interno en el período base.

A partir de los dos resultados (N_1 y N_2) de los recuentos para cada muestra se calculan los siguientes PARÁMETROS:

$$\text{Media aritmética:} \quad N = \frac{(N_1 + N_2)}{2}$$

$$\text{Rango} \quad R = |N_1 - N_2|$$

¹ 10 fibras en 100 campos = 12,7 fibras/mm² para un área de recuento de 100 μm de diámetro.

$$\text{Rango relativo: } R_r = \frac{|N_1 - N_2|}{N}$$

El GRÁFICO DE CONTROL se define con los siguientes valores:

$$\text{Rango relativo medio: } \bar{R}_r = \frac{R_r}{m} \text{ para } m \text{ muestras}$$

$$\text{Límite superior de control}^2: \text{LSC} = \sum \bar{R}_r + \frac{2}{3} (D_4 \bar{R}_r - \bar{R}_r) = 2,511 \times \bar{R}_r$$

siendo $D_4 = 3,267$, factor tabulado para un nivel de confianza del 95% y dos réplicas por muestra.

En los ejemplos incluidos en el Anexo I se proporciona un modelo sencillo de recogida de datos trasladable a una hoja de cálculo para facilitar el registro de datos, las operaciones matemáticas y la representación gráfica: n° del control en el eje de abscisas y R_r en el eje de ordenadas. El LSC se dibuja como una línea paralela al eje de abscisas que pasa por el punto $2,511 \times \bar{R}_r$.

2.2 Significado del Límite Superior de Control (LSC)

El LSC es el límite superior de la variabilidad entre dos recuentos independientes que permite la aceptación de la hipótesis nula. Es decir: si los valores o puntos de los controles se sitúan por debajo de dicho límite, las variaciones en los resultados se considerarán aleatorias y, por tanto, se puede concluir que el proceso analítico está bajo control estadístico. Esta conclusión se hace extensiva a las muestras a las que el control representa, pudiéndose aceptar que no hay errores en los análisis realizados. La aparición de puntos por encima del límite obliga a rechazar la hipótesis nula y, en consecuencia, a admitir que existen anomalías en los resultados que es necesario investigar y corregir.

Todas las hipótesis estadísticas llevan asociado un nivel de riesgo de error, tanto de tipo I (rechazar un resultado aceptable) como de tipo II (aceptar un resultado rechazable). La probabilidad de error tipo I disminuye cuando el límite de control se sitúa en una posición alta, mientras que con un límite de control en posición baja se reduce la probabilidad del error tipo II. Por ello es importante que el LSC esté bien establecido y que su valor represente la calidad real del laboratorio.

2.3 Período del control

Una vez concluido el período base y preparado el gráfico de control se inicia el período de control propiamente dicho. Por cada grupo de muestras analizadas se elige una al azar para realizar un segundo recuento. Se registran los datos, se hacen los cálculos del R_r de la misma forma que para el período base y su valor se representa en el gráfico.

Cuando el R_r de una muestra de control se sitúe por debajo del LSC, el control se considerará aceptable y se podrá proceder a la emisión de los correspondientes informes de análisis. En caso contrario, el control se considerará no aceptable no debiéndose emitir resultados ni analizar nuevas muestras hasta haber investigado y corregido las posibles causas de error. Las causas más comunes de un control fuera de límites suelen ser: anomalías de la homogeneidad del depósito de fibras en el filtro, deficiencias en la preparación de la muestra, errores de ajuste o de calibrado del microscopio, errores en el recuento, errores en la transcripción de datos y errores en los cálculos. Dependiendo de la causa asignable al error detectado, se tomarán las acciones correctoras pertinentes repitiéndose, si fuera necesario, todos los recuentos de las muestras analizadas desde el anterior control satisfactorio. La experiencia adquirida ayudará a mejorar la eficacia para la detección de las causas de error y a su corrección.

² En los gráficos de control de la precisión se considera sólo el límite superior ya que el límite inferior tendrá siempre por defecto valor cero, coincidiendo con el eje de abscisas.

Lo esperable es que menos del 5 % de los controles se sitúen por encima del LSC sin causa asignable de error. De no ser así, se considerará que el CCI establecido no es adecuado. Una de las causas más probables de esta situación es que las muestras empleadas en el período base no fueran representativas de la actividad posterior del laboratorio, por lo que se deberá reiniciar el CCI con las muestras adecuadas.

2.4 Frecuencia del control

A efectos de representatividad puede ser conveniente un control por cada grupo de muestras homogéneas, entendiéndose por tales las tomadas en el mismo lugar de trabajo, por el mismo técnico y en la misma fecha. Es recomendable analizar al menos una muestra de control por cada 10 muestras analizadas (10 %). La frecuencia más adecuada así como otras pautas del control se basarán en la experiencia del laboratorio.

2.5 Actualización de los límites de control

El control de calidad interno requiere un seguimiento continuado con el fin de evaluar su eficacia y mejorar su fiabilidad y representatividad. Es recomendable recalcularse el límite de control a medida que se incremente el número de datos disponibles y, como mínimo, anualmente.

El límite de control (LSC) debe ser recalculado cuando en el período de control:

- Se presenten, con mayor frecuencia de la esperada, puntos fuera de control para los que no se hubieran encontrado causas asignables de error. Esto obligará a incluir estos puntos como valores aleatorios en el cálculo del nuevo límite, lo que llevará a incrementar su amplitud.
- Se observe una tendencia clara de los puntos de control a situarse en posiciones destacadamente inferiores al límite. Esto indica una mejora en la calidad del laboratorio que permitirá reducir la amplitud del límite. Para el cálculo del nuevo límite se utilizarán los datos más recientes ignorando los valores del período base y posteriores que se puedan considerar obsoletos.

3 DOCUMENTACIÓN Y REGISTROS

El procedimiento de control de calidad interno tiene que reflejarse por escrito en un documento que forme parte del sistema de calidad del laboratorio.

Dicho documento debe contener una breve explicación del fundamento del control y una definición precisa de la secuencia de acciones a realizar para su implantación, ejecución y actualización. Las indicaciones deberán ser sencillas, claras y coherentes de forma que sean fácilmente comprensibles y reproducibles. También se señalarán los criterios a aplicar para la elección de las muestras de control y las acciones en caso de resultados fuera de control.

Todas las actuaciones quedarán registradas y documentadas de forma que se pueda demostrar la trazabilidad entre los resultados del CCI y los resultados emitidos por el laboratorio.

4 CONTROL DE CALIDAD INTERNO E INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

La necesidad e importancia del control de calidad interno se justifica por su relación directa con la incertidumbre de medida como se explica a continuación:

La incertidumbre asociada a la determinación del número de fibras de amianto en una muestra depende principalmente de la **variabilidad del recuento** ya que se ha demostrado que, frente a ésta, la influencia de los demás factores que afectan al resultado es despreciable y, por tanto, pueden ser ignorados³.

La variabilidad del recuento tiene dos componentes principales: la **variabilidad de Poisson** y la **variabilidad intralaboratorio**. Estas variabilidades se combinan en términos de varianzas de acuerdo con la ecuación:

$$CV_r^2 = CV_p^2 + CV_i^2 \quad (1)$$

siendo:

CV_r el coeficiente de variación del recuento.

CV_p el coeficiente de variación de Poisson.

CV_i el coeficiente de variación intralaboratorio.

El coeficiente de variación de Poisson para N fibras contadas viene dado por:

$$CV_p = \frac{1}{\sqrt{N}} \quad (2)$$

y el coeficiente de variación intralaboratorio se puede calcular a partir de los parámetros de control del CCI, teniendo en cuenta la relación matemática existente entre el rango (R) y la desviación típica (s), de acuerdo con la expresión:

$$CV_i = \frac{s}{N} = \frac{R/d_2}{N} = \frac{R_r}{d_2} \quad (3)$$

siendo $d_2 = 1,128$, factor tabulado para 2 réplicas de recuentos por muestra.

A partir del CV_r obtenido de la ecuación (1) se calculan los **límites de confianza** para N y el intervalo definido por estos límites **se puede asimilar a la incertidumbre expandida del recuento**.

De forma habitual, los laboratorios aplican los límites de confianza del 90 % (M_5 y M_{95}) que se indican en la tabla 1 del Método MTA/MA-051, simplificando de esta forma las operaciones a realizar para el cálculo de su incertidumbre. A este respecto, es importante advertir que los valores del método están calculados estimando un coeficiente de variación intralaboratorio medio del 20 %. Por tanto, para utilizar los límites de confianza M_5 y M_{95} del MTA/MA-051 en la asignación de la incertidumbre a los resultados de los recuentos, **el laboratorio deberá demostrar a través del CCI que su $CV_i \leq 20$ %**.

Cuando el coeficiente de variación intralaboratorio obtenido del CCI resulte superior al 20 %, los límites de confianza indicados en el MTA/MA-051 no son aplicables y el laboratorio deberá calcular sus propios límites para asignar la incertidumbre a sus resultados que será, en este caso, mayor.

En el gráfico del Anexo II se muestran los límites M_5 y M_{95} que resultan para distintos valores del CV_i en función del número de fibras contadas.

5 EVALUACIÓN DEL CONTROL DE CALIDAD

Los parámetros del CCI que corresponden a un coeficiente de variación intralaboratorio del 20 % se pueden obtener de la ecuación (3) siendo:

³ El cálculo de la incertidumbre de medida de los recuentos de fibras es una tarea compleja y requiere una descripción detallada fuera del alcance y objetivos de este documento y que, por su interés, se tiene previsto tratar en documento aparte.

- Rango relativo $R_r = 0,23$
- Límite de control LSC = 0,57

Estos parámetros proporcionan una referencia objetiva para evaluar los controles de calidad internos establecidos en los laboratorios y su correspondencia con la incertidumbre asignada a sus resultados.

En el Anexo I se presentan dos ejemplos de CCI con las tablas de datos y los gráficos de control. En el ejemplo 1 se presenta un caso de variabilidad baja y bien controlada en el que el R_r inicial se considera adecuado ($<0,23$) manteniéndose, incluso ligeramente menor, en su actualización después un año de aplicación del control.

El ejemplo 2 presenta un caso de excesiva variabilidad con un R_r muy alto ($>> 0,23$). Aunque en el período de control la variabilidad disminuye observándose una evidente mejora, no se llegan a alcanzar los valores de los parámetros de referencia considerados adecuados. Esta situación no invalida el CCI pero el laboratorio no podrá aplicar a sus recuentos los límites de confianza del MTA/MA-051 y, en consecuencia, tendrá que calcular su incertidumbre particular. La disminución de la variabilidad intralaboratorio pasa por mejorar la consistencia interna de los recuentos inter e intra contadores, atendiendo a su formación y entrenamiento.

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Legislación

- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición a amianto. BOE nº 86 de 11/04/2006.

Publicaciones del INSHT www.insht.es

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Determinación de fibras de amianto y otras fibras en aire. Método del filtro de membrana/microscopía óptica de contraste de fases*. MTA/MA-051.
- Arroyo Buezo, M.C. Criterios y Recomendaciones. Medida fiable de las concentraciones de fibras de amianto en aire. Aplicación del método de toma de muestras y análisis MTA/MA-051/A04 (Método multifibra). CR-02/2005.
- Quintana San José, M.J.; Uribe Ortega, B.; Montes Beneitez, N. Criterios y Recomendaciones. Determinación de la incertidumbre de medida de agentes químicos. Aspectos generales. CR-05/2009.

Otras publicaciones

- American Industrial Higiene Association (AIHA). *Quality Assurance Manual for Industrial Higiene Chemistry*. 1988.
- Arroyo Buezo, M.C. *Bases para el establecimiento del control de calidad interno en la determinación de fibras de amianto*. II Conferencia Nacional de Higiene Industrial. Sección Española. Valencia. Noviembre 1988. Libro de Actas. Tomo 2; pp 227-237.
- Correa J.C. Estimación por intervalo del parámetro de la distribución de Poisson con una sola observación. *Revista colombiana de estadística*. Vol 30. Nº 1. pp 69-75. Junio 2007.
- National Institute for Occupational Safety and Health. *Quality control in the industrial higiene laboratory*. Public Health Service. U.S. Department of Health Education and Welfare. 1971.
- Ogden, T.L. et al. *Within laboratory quality control of asbestos counting*. *Ann. Occup. Hyg.* Vol 3. n.4; pp 411-425. 1986.
- Ogden, T.L. *The reproducibility of asbestos counts*. Health & Safety Executive. Research paper 18. 1982.
- United Kingdom Accreditation Service. LAB 30. Application of ISO/IEC 17025 for asbestos sampling and testing. Edition 2. April 2008.

ANEXO I

EJEMPLO 1

A) TABLA DE DATOS

Período	N° Control	Fecha/ Analista	Fibras/mm ² (*)		N	R	Rr
			N ₁	N ₂			
BASE m =16	1		17,2	23,6	20,4	6,4	0,31
	2		28,0	36,9	32,5	8,9	0,27
	3		21,6	24,8	23,2	3,2	0,14
	4		49,7	46,5	48,1	3,2	0,07
	5		57,9	50,9	54,4	7,0	0,13
	6		31,2	31,8	31,5	0,6	0,02
	7		12,7	18,5	15,6	5,7	0,37
	8		19,7	18,5	19,1	1,3	0,07
	9		24,2	19,7	22,0	4,5	0,20
	10		29,3	21,0	25,1	8,3	0,33
	11		41,4	40,1	40,7	1,3	0,03
	12		52,8	46,5	49,7	6,4	0,13
	13		15,3	15,3	15,3	0,0	0,00
	14		57,3	67,5	62,4	10,2	0,16
	15		62,4	45,2	53,8	17,2	0,32
	16		26,7	29,9	28,3	3,2	0,11
CONTROL	17		40,1	45,2	42,7	5,1	0,12
	18		21,0	24,2	22,6	3,2	0,14
	19		23,6	21,6	22,6	1,9	0,08
	20		19,7	21,0	20,4	1,3	0,06
	21		57,3	66,2	61,8	8,9	0,14
	22		17,2	13,4	15,3	3,8	0,25
	23		46,5	52,8	49,7	6,4	0,13
	24		47,7	73,2	60,5	25,5	0,42
	25		25,5	21,6	23,6	3,8	0,16
	26		30,6	26,7	28,6	3,8	0,13
	27		33,1	28,0	30,6	5,1	0,17
	28		33,1	33,1	33,1	0,0	0,00
	29		26,1	24,2	25,1	1,9	0,08
	30		29,3	34,4	31,8	5,1	0,16
	31		33,7	29,9	31,8	3,8	0,12
	32		14,6	17,2	15,9	2,5	0,16

(*) Los resultados del recuento se pueden expresar también en número de fibras en 100 campos.

B) PARÁMETROS Y LÍMITES DE CONTROL

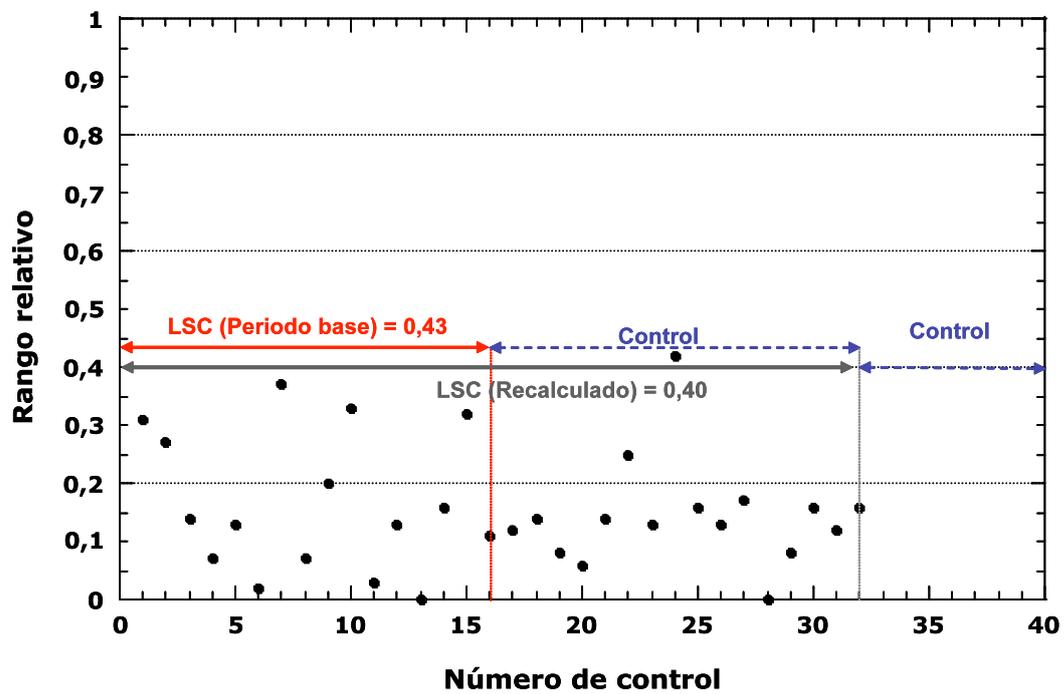
Período Base

$$\bar{R}_r = 0,17 \text{ para } m = 16 \quad \text{LSC} = 2,511 \times \bar{R}_r = 0,43$$

Actualización

$$\bar{R}_r = 0,16 \text{ para } m = 32 \quad \text{LSC} = 2,511 \times \bar{R}_r = 0,40$$

C) GRÁFICO DE CONTROL



EJEMPLO 2**A) TABLA DE DATOS**

Período	Nº Control	Fecha/ Analista	Fibras/mm ² (*)		N	R	Rr
			N ₁	N ₂			
BASE m =16	1		96,8	190	143	92,7,	0,65
	2		38,3	47,8	43,1	9,5	0,22
	3		265	387	326	121,6	0,37
	4		55,4	40,5	48,0	14,9	0,31
	5		216	276	246	60,3	0,24
	6		37,0	23,2	30,1	13,8	0,46
	7		96,8	172	134	75,2	0,56
	8		70,1	53,4	61,7	16,7	0,27
	9		94,7	64,2	79,4	30,6	0,38
	10		90,5	153	122	62,5	0,51
	11		68,8	103	85,7	33,8	0,39
	12		15,3	22,7	19,0	7,4	0,39
	13		22,1	31,8	27,0	9,7	0,36
	14		26,5	19,0	22,7	7,5	0,33
	15		113	145	129	32,5	0,25
	CONTROL	16		295	226	261	69,2
17			60,1	84,7	72,4	24,7	0,34
18			61,3	48,3	54,8	13,0	0,24
19			70,1	61,2	65,6	8,9	0,14
20			23,4	17,9	20,7	5,5	0,26
21			287	353	320	65,8	0,21
22			17,2	12,5	14,9	4,7	0,32
23			43,0	52,5	47,8	9,5	0,20
24			160	200	179,8	39,4	0,22
25			295	236	266	58,9	0,22
26			15,9	19,1	17,5	3,2	0,18
27			18,0	23,2	20,6	5,2	0,25
28			52,2	66,2	59,2	14,0	0,24
29			19,7	13,4	16,6	6,4	0,38
30			51,6	59,2	55,4	7,6	0,14
31			54,1	71,3	62,7	17,2	0,27
32			28,0	21,0	24,5	7,0	0,29

(*) Los resultados del recuento se pueden expresar también en número de fibras en 100 campos.

B) PARÁMETROS Y LÍMITES DE CONTROL

Período Base

$$\bar{R}_r = 0,37 \text{ para } m = 16$$

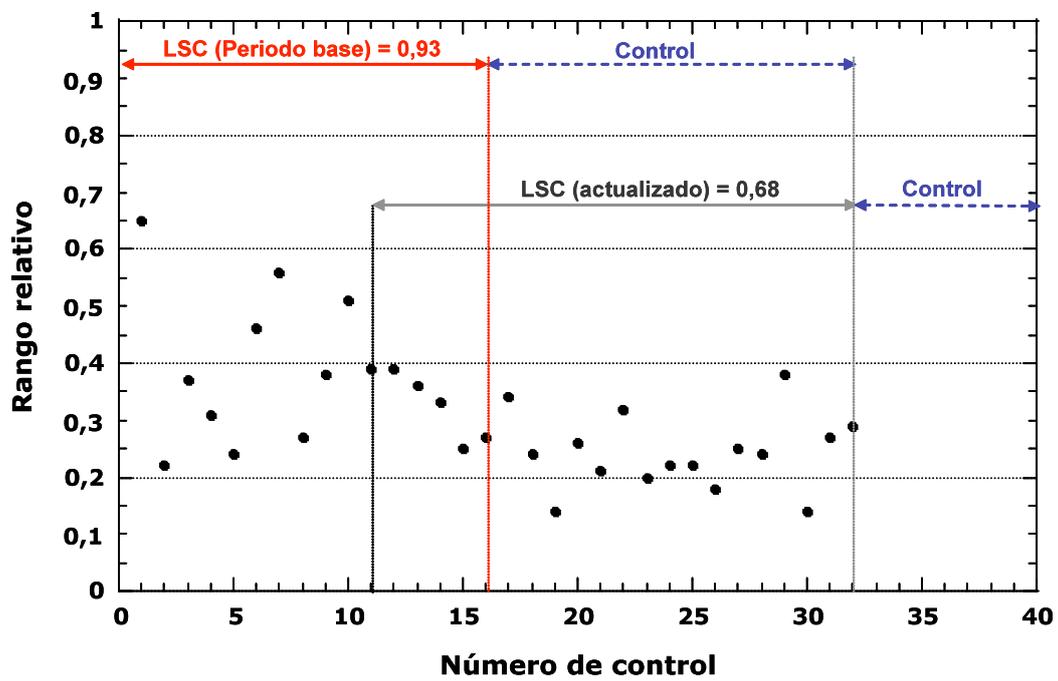
$$LSC = 2,511 \times \bar{R}_r = 0,93$$

Actualización

$$\bar{R}_r = 0,27 \text{ para } m = 22 \text{ (11 a 32 inclusive)}$$

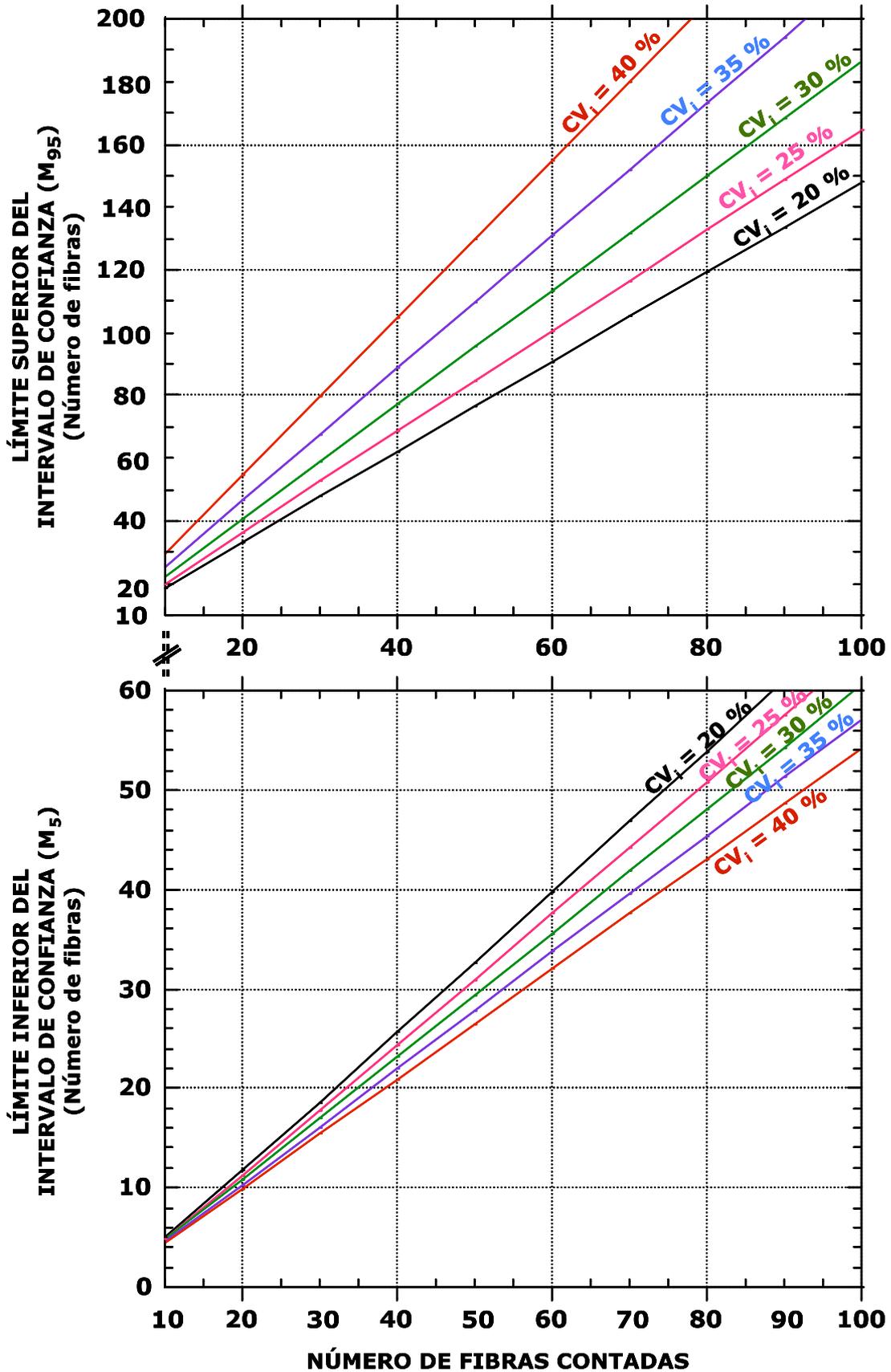
$$LSC = 2,511 \times \bar{R}_r = 0,68$$

C) GRÁFICO DE CONTROL



ANEXO II

Límites M_{95} y M_5 para distintos valores de CV_i





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO