

# La evaluación de la exposición a contaminantes químicos: Sílice

**R.D. 374/2001**  
**ITC 2.0.02**

**Criteria para la prevención de la  
exposición al polvo de sílice.**

# CRITERIO

**R.D. 374/2001, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. (BOE nº 104 de 1 de mayo de 2001), (Transpone directiva 98/24/CE).**

# Identificación de agentes químicos

**Variables asociadas a los a.q.**

- Cantidades, características y peligrosidad
- VLA/VLB
- Información del fabricante
  - ✚ Ficha de seguridad
  - ✚ Etiqueta

## Condiciones de operación

¿Se han aplicado los principios generales de prevención?

NO → APLICAR

¿Está prohibido?

SI → Sustitución

NO → ¿Se puede sustituir?

SI → Sustitución

NO → ¿Cancerígenos, mutágenos, teratógenos o sensibilizantes?

SI → Evaluación de riesgos

SI → Vigilancia de la salud

# Evaluación de riesgos

## Factores de riesgo

### Exposición a agentes químicos

#### Vía inhalatoria

Estimación inicial

Estudio básico

Estudio detallado

#### Otras vías

Vía dérmica

- incendio/explosión
- Reacciones químicas peligrosas
- Asfixia
- Almacenamiento

Norma UNE-EN 689  
Guías técnicas

Control biológico

# Estudio Detallado

## OBTENER LA CONCENTRACIÓN AMBIENTAL MEDIA RELATIVA AL PERIODO DE REFERENCIA



- ED Para comparar con el VLA-ED ( 8 HORAS )
- EC para comparar con el VLA-EC ( 15 MINUTOS)

# Determinación de la ED y/o de la EC



# ESTRATEGIA DE MUESTREO

# Estrategia de muestreo

La estrategia de muestreo estudia el número de muestras necesario y las características de las mismas para afirmar si, con una determinada probabilidad, se supera el valor límite en una exposición ambiental.

# Estrategia de muestreo

- Selección de los trabajadores a medir
- Selección de las condiciones de medida
- Procedimiento de medida

## Se deben seleccionar grupos homogéneos de trabajadores de exposición ( GHE )

(La hipótesis de que un grupo de trabajadores constituye un GHE debería confirmarse experimentalmente)

### Se recomienda:

- Descartar aquellos trabajadores cuya concentración hallada esté entre la mitad y el doble de la media aritmética del grupo ( $GSD \leq 2$ )
- Elegir un mínimo de 1 trabajador de cada 10 que constituya el GHE

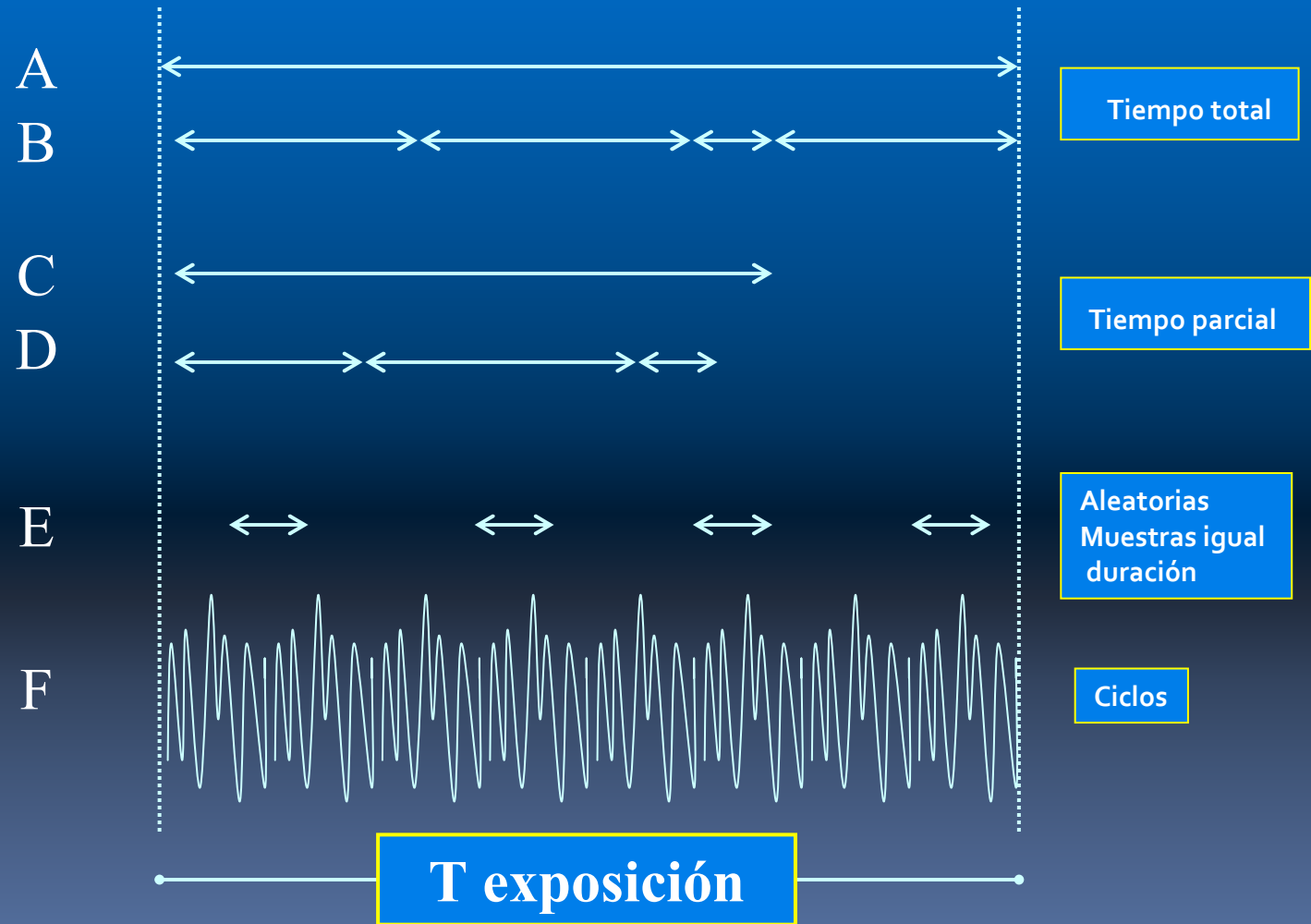
## MEDICIONES

- VARIACIÓN DE LA ED ENTRE TRABAJADORES



# Cálculo de la concentración en una jornada

# TIPOS DE MUESTREO POR JORNADA (modelos de medición)



# MEDICIONES

## ED Dentro de la jornada

Tipo A o C:

$$ED = C_1 \times \frac{T}{8}$$

Tipo B o D

$$ED = \frac{C_1 \times t_1 + C_2 \times t_2 + C_3 \times t_3}{t_1 + t_2 + t_3} \times \frac{T}{8}$$

Tipo F

$$ED = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{N} \times \frac{T}{8}$$

A

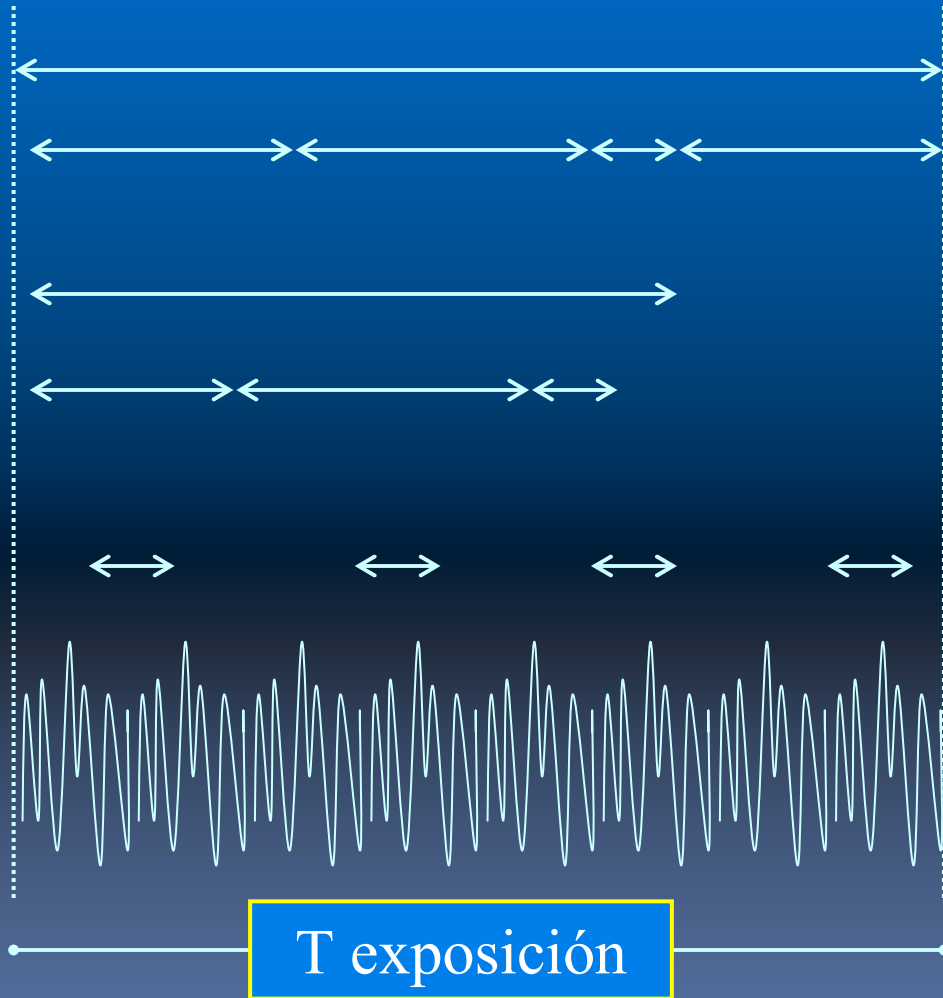
B

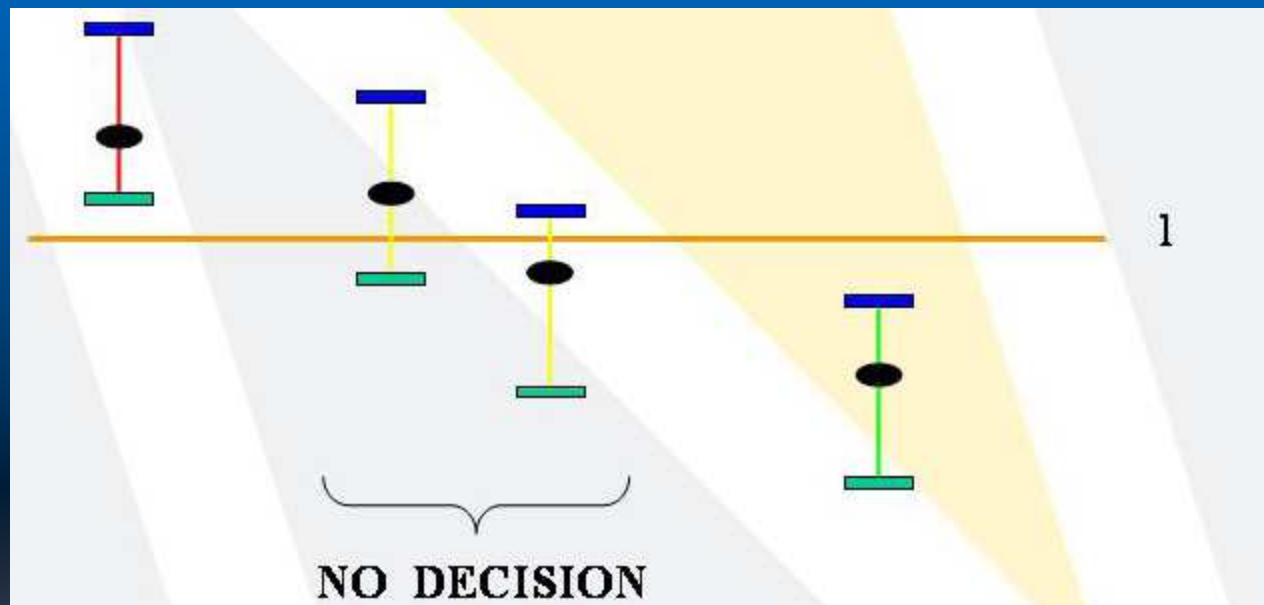
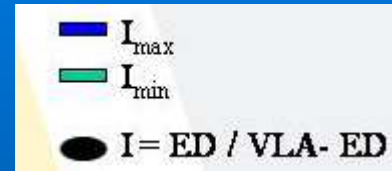
C

D

E

F





# VALORACIÓN POR COMPARACIÓN CON EL VLA-ED

# MEDICIONES

VARIABILIDAD DE LAS  
CONCENTRACIONES  
AMBIENTALES



REPRESENTATIVIDAD

- VARIACIÓN DURANTE LA JORNADA
- VARIACIÓN ENTRE TRABAJADORES DE UN GHE
- VARIACIÓN ENTRE DIFERENTES JORNADAS

SI LAS EXPOSICIONES SON REPETITIVAS

(SE PUEDE AFIRMAR QUE LOS FACTORES DEL TRABAJO SE REPITEN JORNADA A JORNADA, Y SE PUEDE SUPONER QUE LA  $GSD < 2$ )

Distribución lognormal

GSD = Desviación estándar geométrica

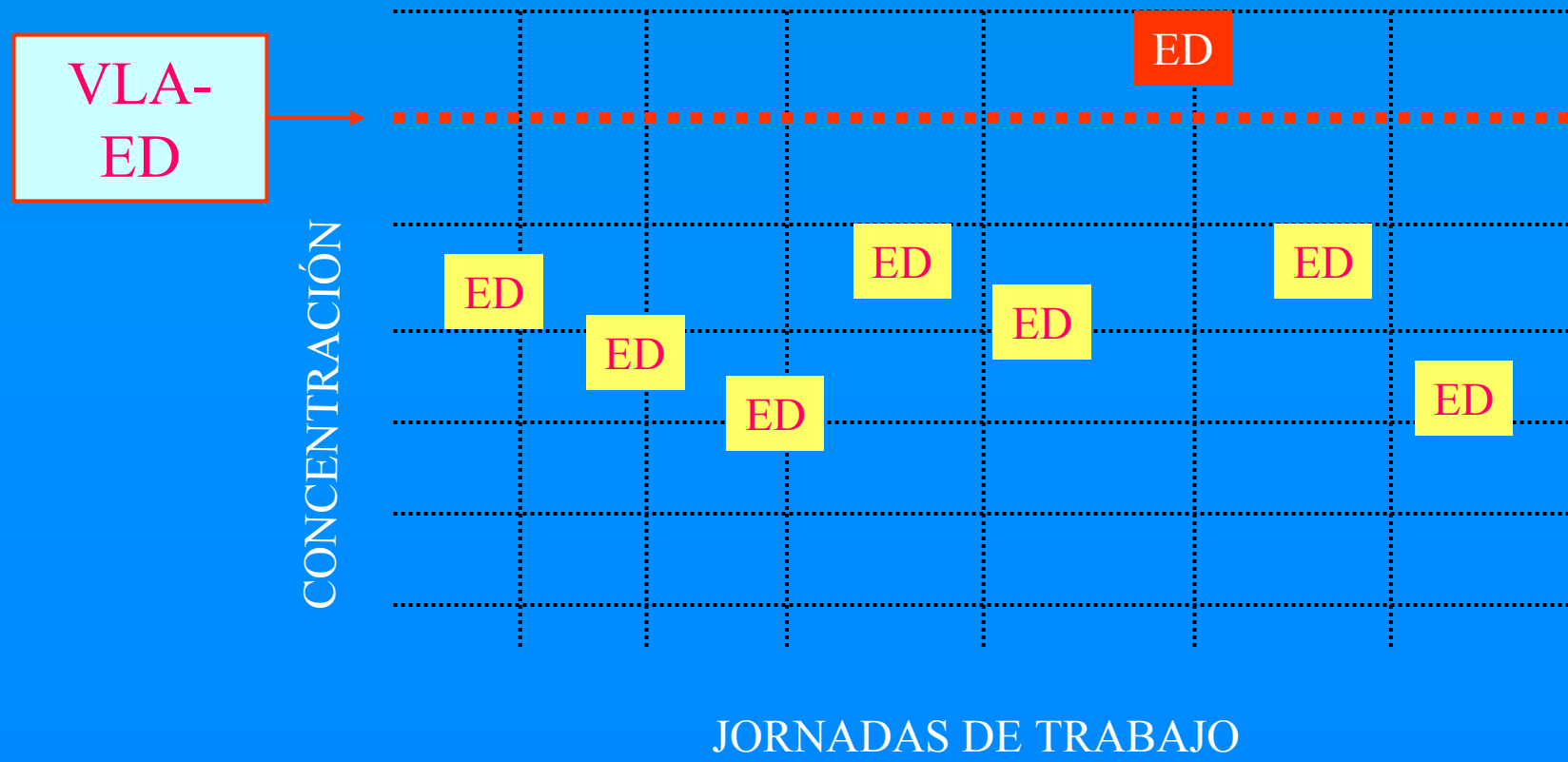


dispersión

MG = Media geométrica = → tendencia

# MEDICIONES

## VARIACIÓN DE LA ED ENTRE JORNADAS



# VALORACIÓN POR MUESTREO DURANTE DIFERENTES JORNADAS

EXPOSICIONES REPETITIVAS

GSD < 2

MUESTREO DE UNA JORNADA

$$I_1 = \frac{ED}{VLA - ED}$$

$$I_1 \leq 0,1$$

$$0,1 < I_1 \leq 1$$

$$I_1 > 1$$

CORREGIR LA EXPOSICIÓN

MUESTREO DE DOS JORNADAS MÁS

$$I_2 \text{ ó } I_3 > 1$$

$$I_1 \text{ ó } I_2 \text{ ó } I_3 > 0,25$$

$$MG(I) > 0,5$$

MEDICIONES PERIÓDICAS

$$I_1 \text{ e } I_2 \text{ e } I_3 \leq 0,25$$

$$MG(I) \leq 0,5$$

ACEPTAR CONDICIONES HASTA CAMBIOS O REVISIÓN

Si existen simultáneamente dos o más agentes químicos en la zona de respiración con, al menos, un Efecto común:

$$I_{\text{exposición}} = \sum I_i$$

Efectos aditivos o sinérgicos de los agentes químicos

## Sistema de decisión a partir de un gran número de muestras ( $n > 6$ ) UNE-EN-689 G

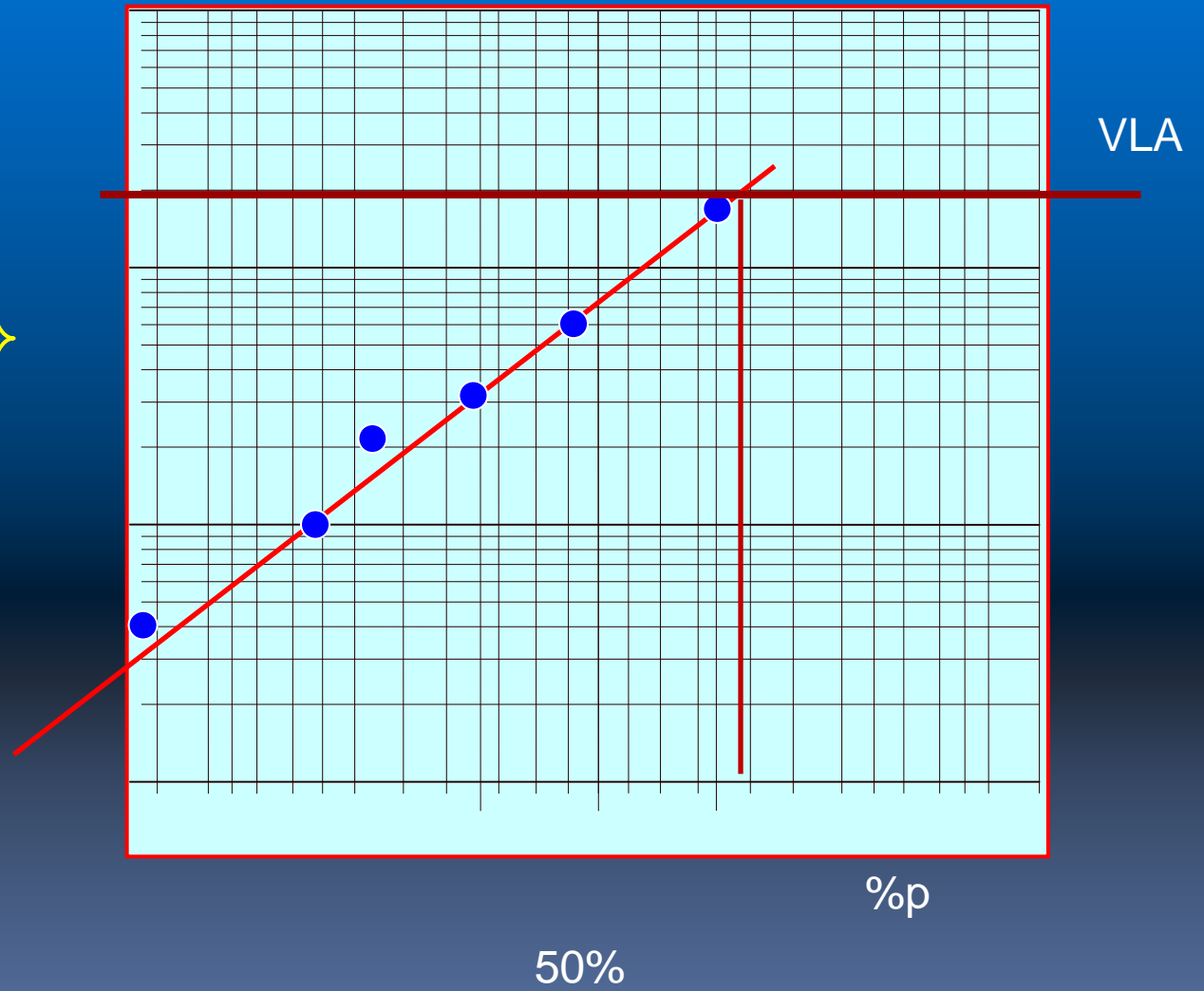
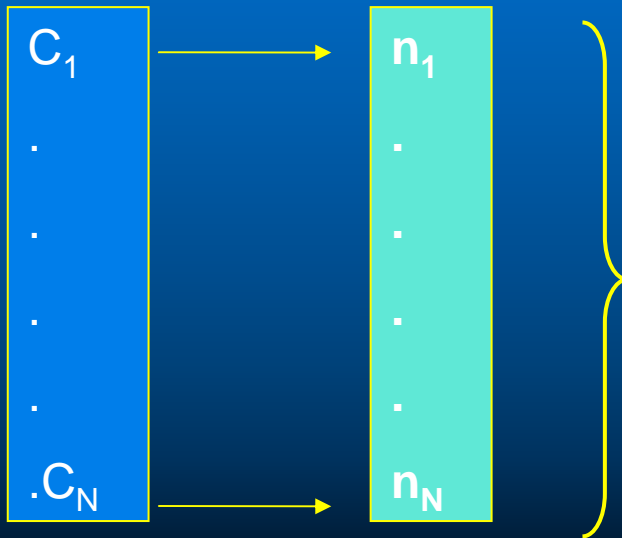
Tratamiento estadístico de los datos, bajo la hipótesis de que los Resultados (ED) se distribuyen según la ley lognormal, para calcular la probabilidad ( $P'$ ) de superar el valor límite en alguna de las jornadas.

### Dos procedimientos

**Gráfico:** se ajusta una recta en un gráfico cuyo eje de abscisas tiene una escala de % de probabilidad acumulada de la ley normal, y el de ordenadas indica valores de ED en escala logarítmica.

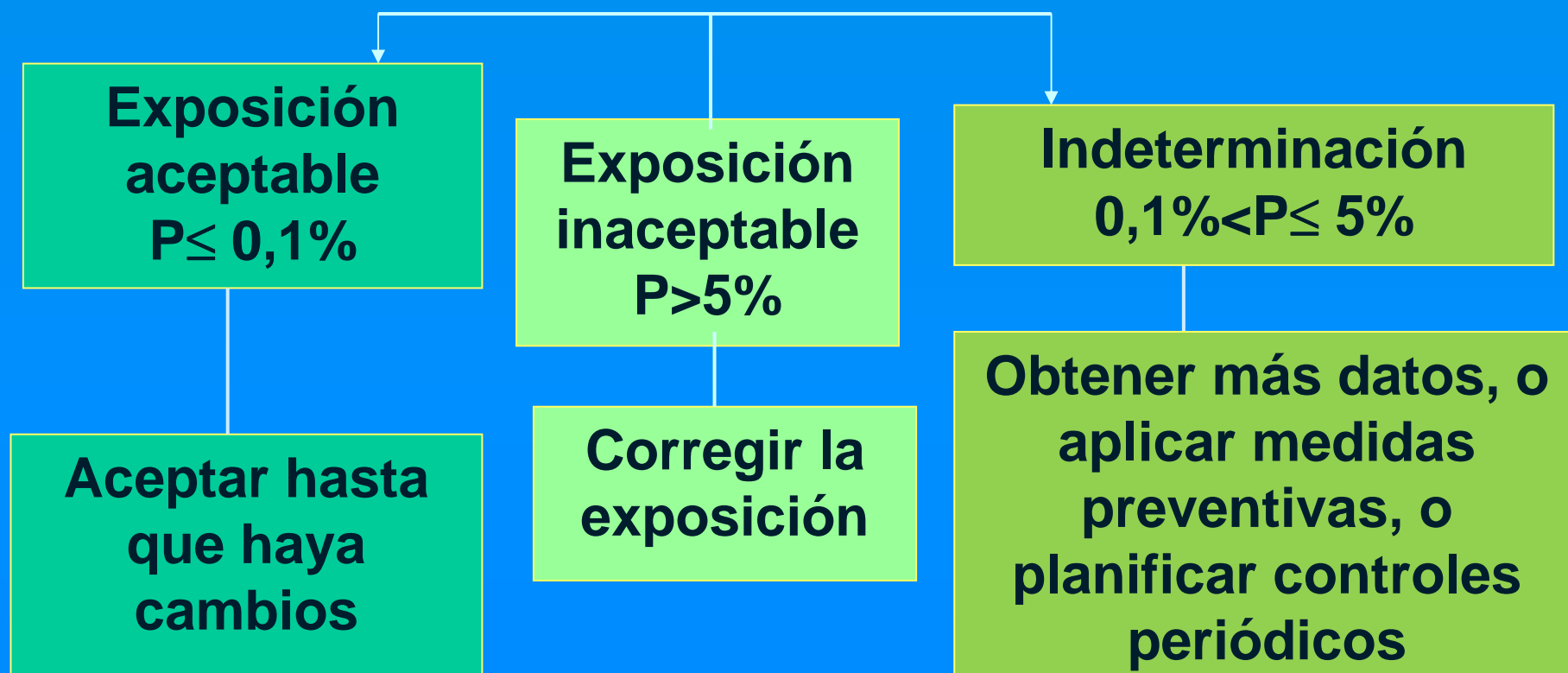
**Analítico:** se calcula el estadístico:  $Z = (\lg VLA-ED - \lg MG) / \lg GSD$ , y se busca el valor de  $P$  en tablas de probabilidad acumulada.

# Visualización



# MEDICIONES

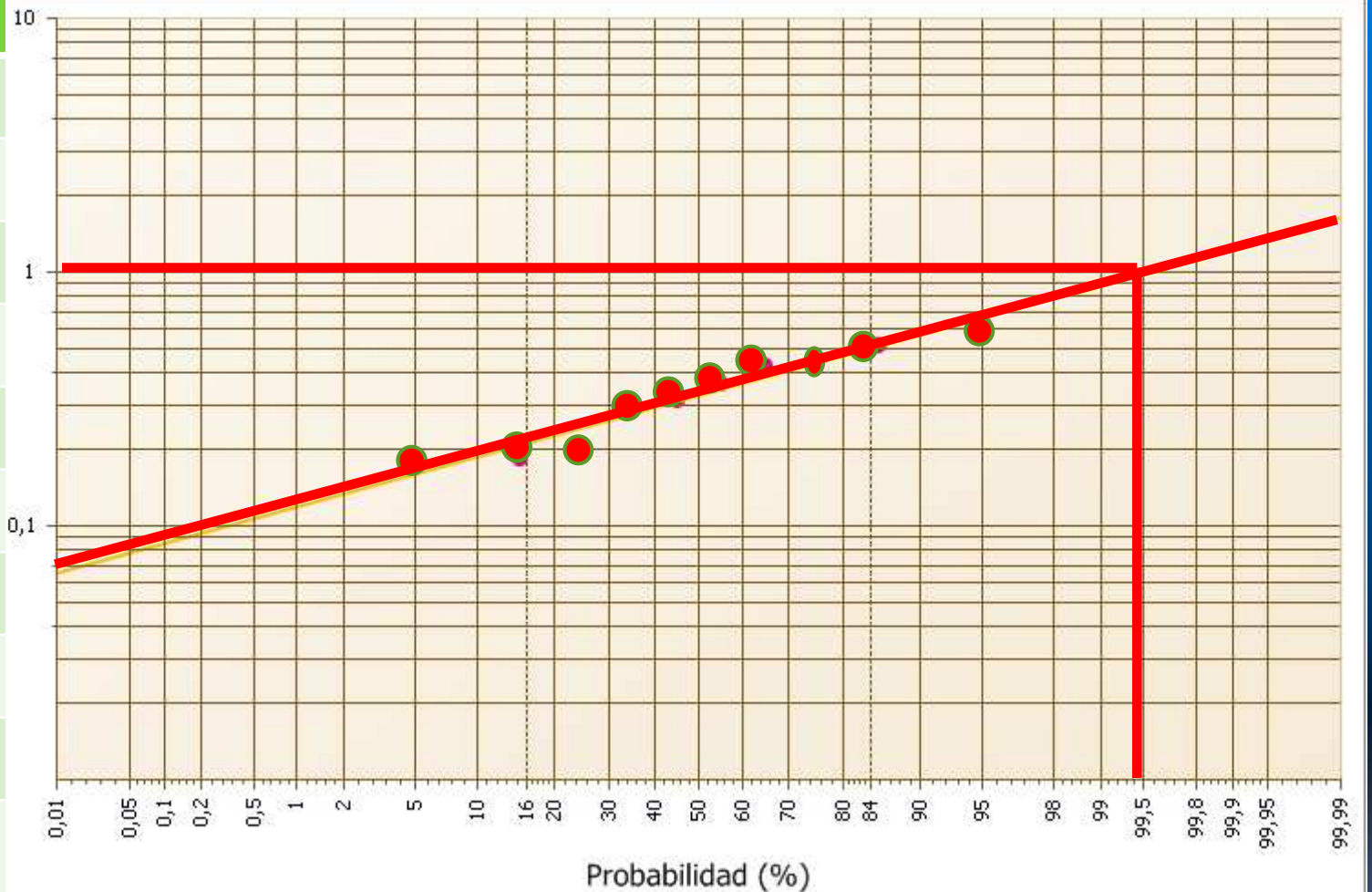
## CONCLUSIONES



|                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| <b>Total jornada 1</b> | <b>Índice: 0,18</b> |
| Total jornada 7        | Índice: 0,18        |
| Total jornada 8        | Índice: 0,20        |
| Total jornada 6        | Índice: 0,30        |
| Total jornada 10       | Índice: 0,31        |
| Total jornada 2        | Índice: 0,36        |
| Total jornada 9        | Índice: 0,43        |
| Total jornada 3        | Índice: 0,44        |
| Total jornada 4        | Índice: 0,52        |
| Total jornada 5        | Índice: 0,62        |

Ordenando de menor a mayor los índices globales se le asigna un % de probabilidad con la expresión  $\% P = 100 \times (n - 0,5) / N$ , donde  $N = 10$ , en este caso, y  $n$  es el ordinal correspondiente a cada índice global.

| % Pr. | I total |
|-------|---------|
| 5     | 0,18    |
| 15    | 0,18    |
| 25    | 0,20    |
| 35    | 0,30    |
| 45    | 0,31    |
| 55    | 0,36    |
| 65    | 0,43    |
| 75    | 0,44    |
| 85    | 0,52    |
| 95    | 0,62    |



Probabilidad de superar el VLA-ED  
 en una jornada de trabajo: **0,5%**  
 Nivel de exposición: **Indeterminado**  
 MG: 0,3277  
 GSD: 1,5430

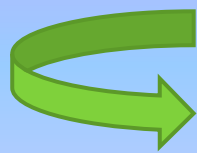
# CRITERIO

**ITC 2.0.02 “ Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas,” del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.**

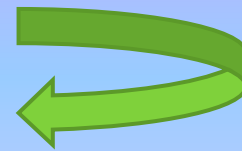
# ¿Cuál es su objeto?

Establecer criterios y métodos para definir:

- Peligrosidad del polvo
- Control del polvo
- Vigilancia de la salud



**Prevención de silicosis**



# Afectación

Deroga: ITC 07.1.04 RGNBSM

TRABAJOS A CIELO ABIERTO

Condiciones ambientales. Lucha contra el polvo

Octubre 1.991

Mantiene: ITC 04.8.01 RGNBSM

LABORES SUBTERRÁNEAS

Condiciones ambientales. Lucha contra el polvo

Septiembre 1.985

# Cambio de criterios

Antes

$\text{SiO}_2 < 5\%$ ;  
 $\text{VL} = 5\text{mg}/\text{m}^3$

- $\text{SiO}_2 > 5\%$ ;
- $\text{VL} = K \times 25/Q$
- (para 8 horas)

Ahora

VLA-ED

Concentración fracción respirable  
 **$< 3\text{mg}/\text{m}^3$**

- Concentración de Sílice libre  **$< 0,1\text{mg}/\text{m}^3$**
- Cristobalita/Tridimita  **$< 0,05\text{mg}/\text{m}^3$**

# Cambio de criterios

Antes fijar un % de  $\text{SiO}_2$   
por material

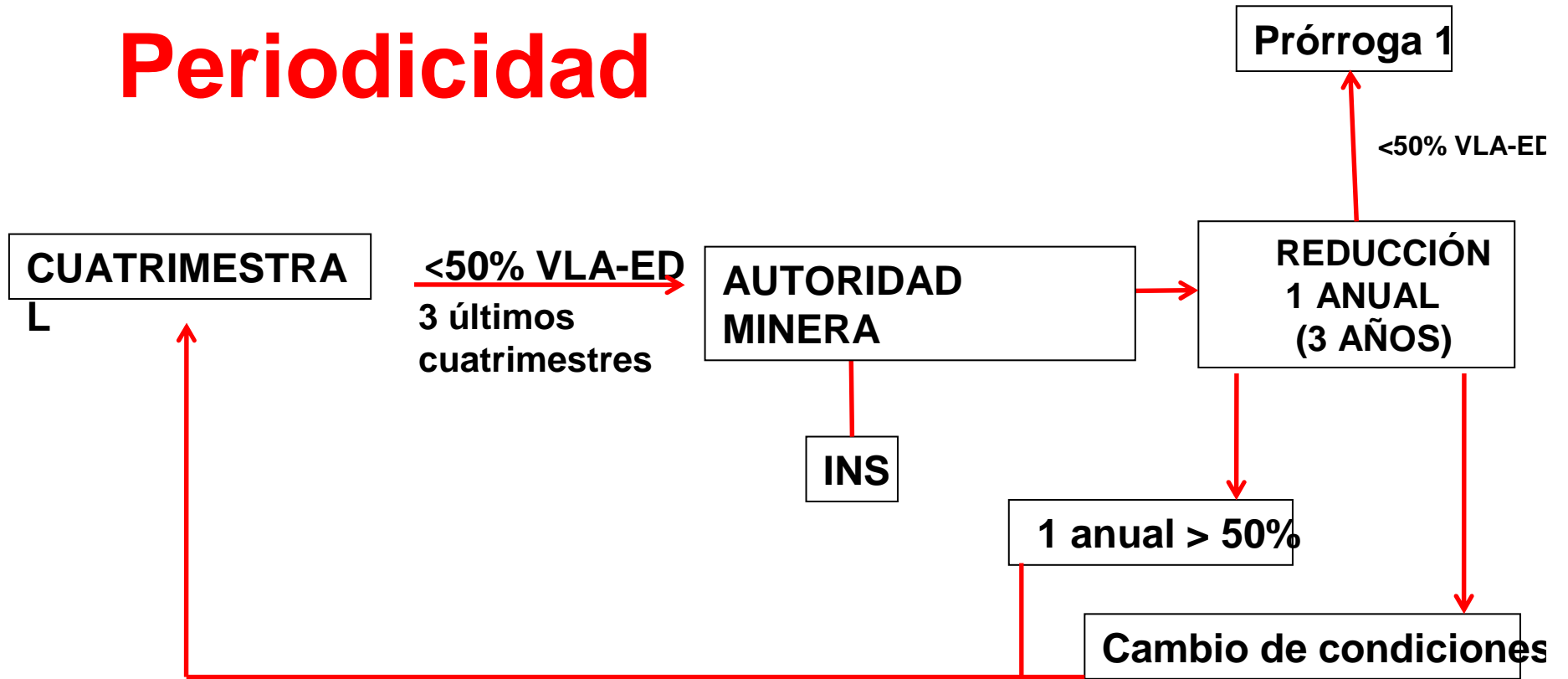
Ahora Análisis de  
concentración de Sílice  
libre en todas las muestras



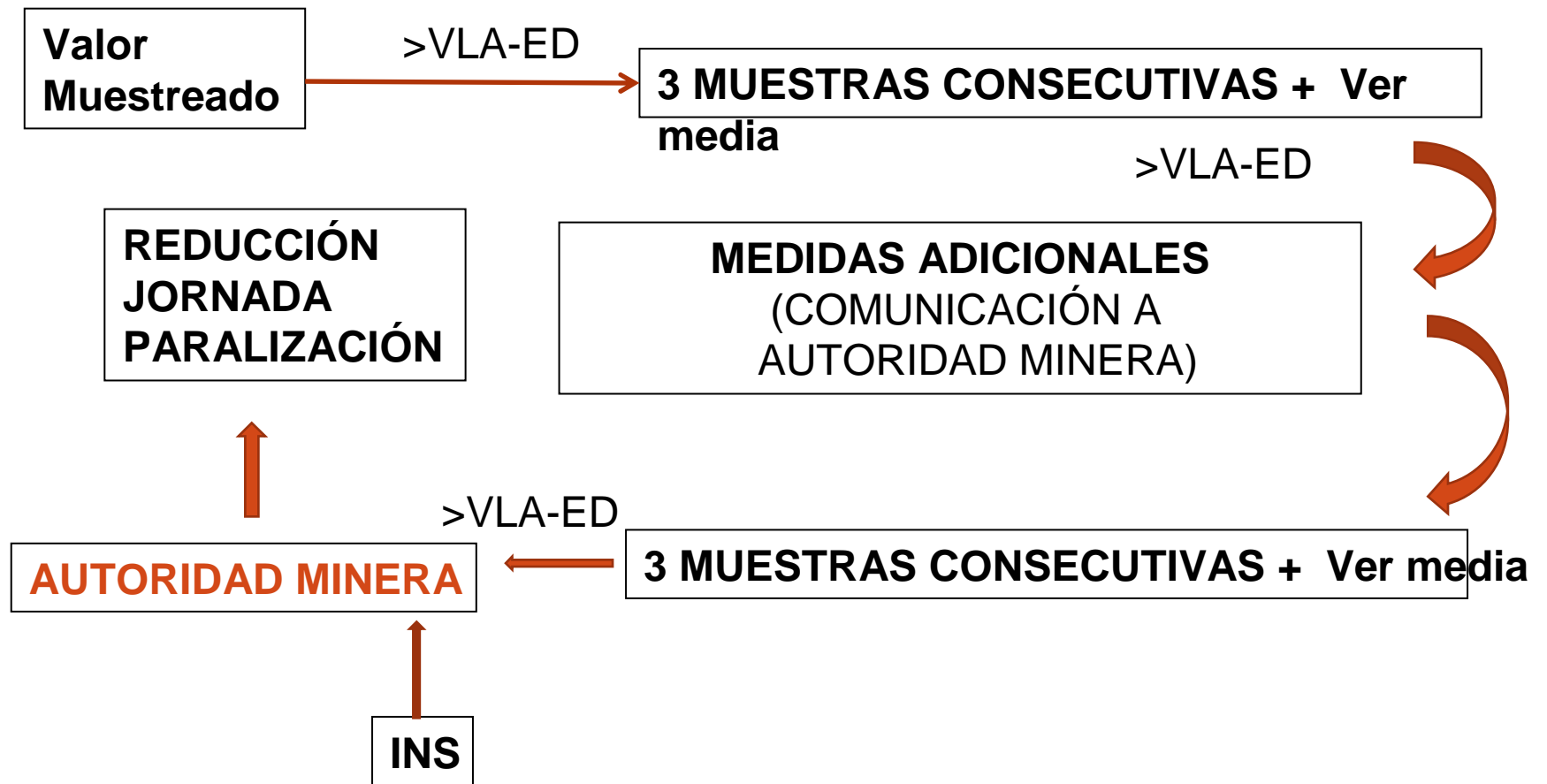
# Determinación del Riesgo



# Periodicidad



# Periodicidad



**MUCHAS GRACIAS POR LA  
ATENCIÓN PRESTADA**