



# MEDICIÓN DE LA EXPOSICIÓN POR INHALACIÓN. ESTRATEGIA PARA VERIFICAR LA CONFORMIDAD

Jose Luis Sanz  
Departamento Técnico INSST-CNVM



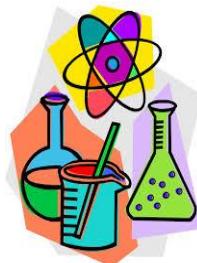


1. Documento de referencia y conceptos esenciales.
2. Evaluación inicial.
3. Evaluaciones periódicas
4. Ejercicio de aplicación. Utilizando el CALCULADOR del INSST.



# 1. DOCUMENTO Y CONCEPTOS

**NORMA UNE-EN 689:2019**  
**Evaluación de la**  
**exposición**(CON MEDICIONES)



1. Medir la exposición por inhalación de agentes químicos.
2. Estrategia para verificar la conformidad con los VLA

## 2. EVALUACIÓN INICIAL



Constitución de Grupos de exposición similar (GES)



Procedimiento de medida

Validados  
y acordes  
EN 482

**Duración muestreo**  
VLA-EC VLA-ED  
15 min Duración exp.  
(excep. 2 horas)

**1. Mediciones de la exposición**



Realización de las mediciones



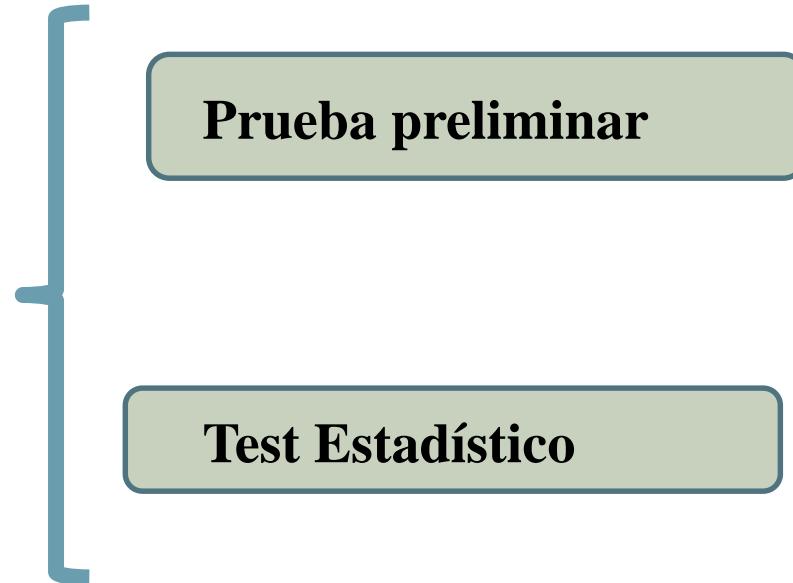
Validación de los GES y de los resultados



Permanecer en el puesto de trabajo

## 2. EVALUACIÓN INICIAL

### **2. Valoración de la exposición**



**Verificar la conformidad de los resultados respecto a un  
valor de referencia (VLA)**

# Prueba preliminar

**Necesario:** Requiere una serie de 3, 4 o 5 mediciones



**SERIE 3 MEDICIONES:** Todos los resultados inferiores a **0,1 VLA**.

**SERIE 4 MEDICIONES:** Todos los resultados inferiores a **0,15 VLA**.

**SERIE 5 MEDICIONES:** Todos los resultados inferiores a **0,20 VLA**.

CONFORMIDAD



Si un resultado es superior al VLA



NO CONFORMIDAD

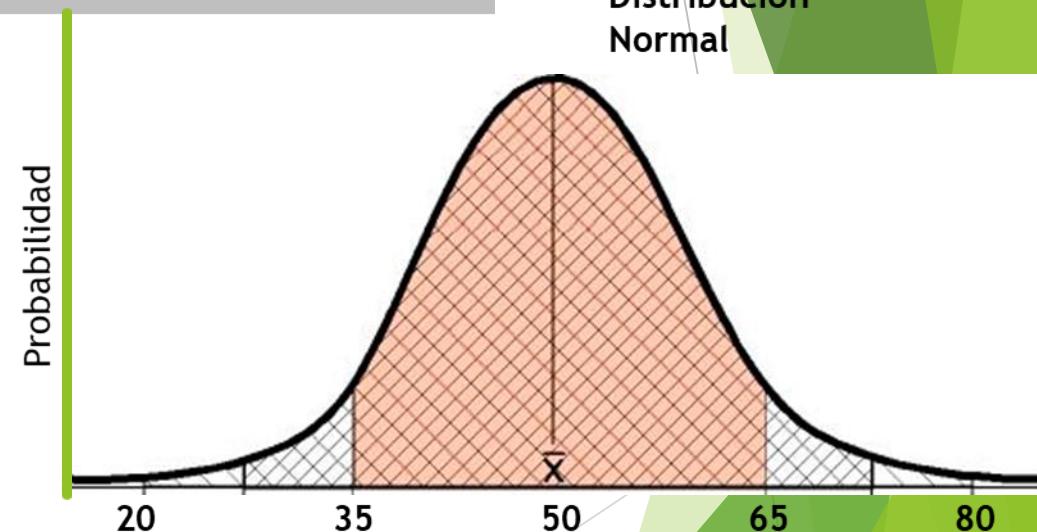
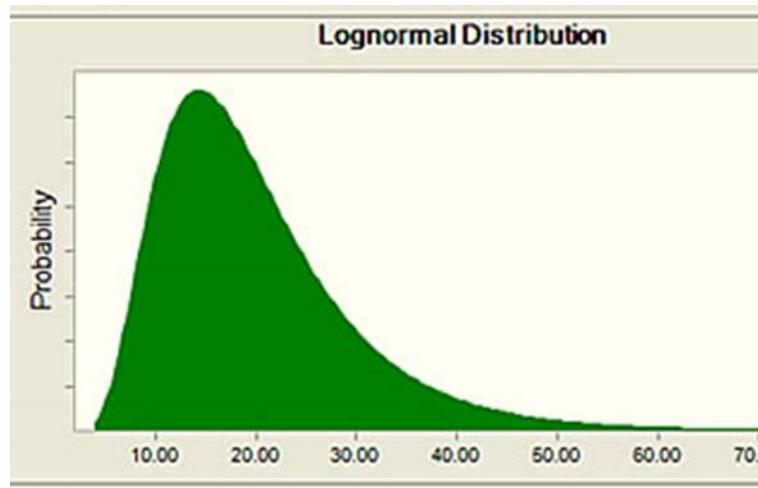
Resto de casos

Test estadístico

# Test Estadístico

Mínimo: 6 mediciones.

REQUIERE: Determinar el tipo de distribución que ajusta mejor los resultados  
2 tipos de distribuciones



Prueba: Sapiro-Wilk

**Condición:** Demostrar, con un nivel de confianza del 70%, que la probabilidad de que una medición supere el VLA es menor del 5%.

**IMPLICA:** Calcular el  $LSC_{95,70}$

Distribución log Normal

$$\ln LSC_{95,70} = \ln MG + u_T \cdot \ln DSG$$

Distribución Normal

$$LSC_{95,70} = MA + u_T \cdot DS$$

**ANEXO F**

$LSC_{95,70} < VLA$  CONFORMIDAD

$LSC_{95,70} > VLA$  NO CONFORMIDAD

$$U_R = \frac{\ln VLA - \ln MG}{\ln SDG}$$

$U_R > U_T$  CONFORMIDAD

$U_R < U_T$  NO CONFORMIDAD



**Norma UNE-EN 689:2019** Hemos  
realizado la evaluación de la  
exposición debido a la inhalación  
de agentes químicos

**NO CONFORMIDAD:** Medidas de control (nueva evaluación inicial)

**CONFORMIDAD:** Reevaluaciones periódicas de la exposición



### 3. REEVALUACIONES DE LA EXPOSICIÓN

EN 689 las contempla como un procedimiento para corroborar que las conclusiones sobre la exposición se mantienen en el tiempo y cumplir obligación legal de revisar periódicamente la eval. Inicial R.D.39/1997

#### REVISAR Y ACTUALIZAR ANUALMENTE

- *Revisión de las condiciones de la exposición*
- *Revisión de parámetros técnicos: Q de los sistemas de control; consumo de materiales, etc.*
- *Métodos cualitativos.*
- *etc.*



Reevaluación con mediciones de la exposición: Propone 2 métodos para calcular la periodicidad máxima.

## 1. UTILIZACIÓN DE LA MEDIA GEOMÉTRICA (MG), (MA)



- MG, MA < 0,1 VLE ..... 36 Meses (3 AÑOS)
- 0,1 VLE < MG, MA < 0,25 VLE ..... 24 Meses (2 AÑOS)
- 0,25 VLE < MG, MA < 0,5 VLE ..... 18 Meses (1 año y medio)
- MG, MA > 0,5 VLE ..... 12 Meses (1 año)



## 2. UTILIZACIÓN DEL PARÁMETRO (j)

- J < 0,25 ..... 36 Meses (3 años)
- 0,25 < j < 0,5 ..... 30 Meses (2 años y medio)
- 0,5 < j < 1 ..... 24 Meses (2 años)



$$j = \frac{LSC_{95,70}}{VLA}$$

**NOTA:** El técnico decide acerca del número de mediciones necesarias

## 4. Evaluación de la exposición a SCR (silice)

**Caso:** Operaciones de acabado en una marmolería



3 trabajadores dedicados a realizar las tareas de acabados o terminaciones. Trabajos de pulido, canteado, acanalado, vaciado de fregaderos, encimeras, grifos, etc.

Emplean principalmente herramientas neumáticas manuales (amoladoras de distintos diámetros y pulidoras) con inyección de agua.

Además, cortina de aspiración de 3 metros de largo x 2,2 metros de alto.

EPR: 2 mascarillas autofiltrantes FFP3 y otro media máscara con filtros P3. Para operaciones puntuales "en seco" hacen uso de equipos asistidos.

Mayoria de trabajos orientados a la fabricación de encimeras de cocina y al revestimiento de fachadas, baños, etc. tanto en obra nueva como en reformas. Puntualmente también arte funerario. Aprox. 40% de los trabajos con aglomerados de sílice + 40% con materiales porcelánicos + 20% con granito y otras piedras naturales (mármol, arenisca, travertino, etc.). Exposición variable en la jornada (tareas, materiales...).

Jornada de trabajo de lunes a viernes de 8:30 a 13:30 y de 15:00 a 18:00.

## Caracterización Básica



## 2. Estrategia Muestreo

Considerando



### Método Analítico

MTA/MA-057/A17 (INSST-Validado)  
XRD (X-ray difraction); Loq = 10 µg;  
Volumen Muestreo (V) ≥ 2000 l.

Standar 482

### Tipo Exposición

(Variable)  
DTM > 80% DE

Standar 689



**Decision:** Una muestra en la jornada (tiempo de muestreo: 480 min.)

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$Q = \frac{2000}{480} = 4,17 \frac{l}{min}.$$

Fracción  
respirable  
según  
UNE-EN 481

MUESTREADOR	Ciclón Nylon 10 mm	IOM Multidust	PGP-FSP 2	GS-1	SIMPEDS	Ciclón polvo respirable	Ciclón aluminio	GS-3	Ciclón plástico conductor	GK 2.69	PPI	ARELCO	CIP 10R	PGP-FSP 10	
Fabricante	PANAMETRICS	SKC	GSM	SKC	CASELLA	BGI	SKC	SKC	BGI	SKC	SKC	BGI	GSM		
Caudal de muestreo (l/min)	1,7	2	2	2	2,2	2,2	2,5	2,75	3	4,2	8	4 y 8	8,5-9	10	10
t min DRX	1176	1000	1000	1000	909	909	800	727	667	476	250	250- 500	222-235	200	200
t min IR (LOQ=3µg)	353	300	300	300	273	273	240	218	200	143	75	75 - 150	67-71	60	60

BOMBAS hasta Q=5 litros/min

BOMBAS Q ≥ 5 litros/min



Tipo Muestreador: **GK 2.69**  
Caudal: **4.2 l/min**

Bomba de Muestreo  
Caudal: 0-5 l/min.

Tiempo Muestreo: **480 min.**

Volumen muestreo: **2016 l.**

DTM: **480 min.**

Resultados de la exposición de los trabajadores son  
representativos

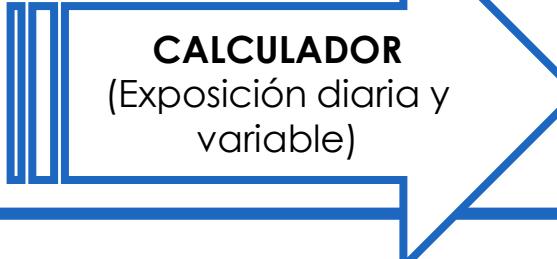


### 3. Resultados Exposición Trabajadores

Siguiendo la Estrategia de muestreo, se han tomado 3 mediciones de la exposición de 3 trabajadores del GES, en 2 jornadas de trabajo.

Lugar de trabajo	Muestras: Jornadas 1 y 2	
	Fecha	Concentración SCR (mg/m <sup>3</sup> )
operaciones1 (Jose M <sup>a</sup> )	14/03/2022	0,008
operaciones 2 (Rubén )	14/03/2022	0,0035
operaciones 3 (Alejandro )	16/03/2022	0,013

3 resultados. Test Preliminar



validos  
resultados



## 4. Evaluación de la exposición diaria



## CALCULADORA

# Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Evolución de la Exposición al agente químico durante la jornada laboral:

Variable

Constante



Atrás

Siguiente

# DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA EXPOSICIÓN

## opcional

### Datos identificativos de la evaluación de la exposición (Opcionales)

Empresa y dirección:

Mármoles San Antonio

Actividad y/o tarea:

Taller de operaciones de acabado con mármol y granito

Localización:

Asturias

Trabajador/GES:

Trabajadores de operaciones de acabado. GES (3 trabajadores)

Técnico responsable:

Txelis

Fecha de inicio:

14/03/2022

Fecha de finalización:

31/03/2022

Otros:

Atrás

Siguiente



# ASPECTOS RELEVANTES DEL AGENTE QUÍMICO

**CALCULADORA**

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Añada uno o más agentes químicos

Nombre agente	VLA-ED	Tiempo de exposición	LOQ (opcional)
SCR	0,05	480	0,005
	mg/m <sup>3</sup>	min	mg/m <sup>3</sup>

[Añadir agente químico](#)

[Atrás](#) [Siguiente](#)



## CALCULADORA

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Añada muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos:

Jornada 1

Añadir jornada

Jornada 1

SCR ( VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)



Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 1 (Jose Maria)

478

min

0,008

mg/m<sup>3</sup>

Tiempo total de muestreo: 478 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Añada muestras para cada jornada y agente

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Entrada de datos:

Jornada 2

Añadir jornada

jornada 2

Eliminar jornada

SCR ( VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 2 (Rubén)

480

min

0,0035

mg/m<sup>3</sup>

Tiempo total de muestreo: 480 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

## CALCULADORA

# Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Añada muestras para cada jornada y agente

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Entrada de datos:

Jornada 3

Añadir Jornada

Jornada 3

Eliminar jornada

SCR ( VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 3 (Alejandro)

477

min

0,013

mg/m<sup>3</sup>

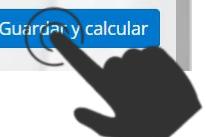
Tiempo total de muestreo: 477 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular



# TEST PRELIMINAR

jundad y Salud en el Trabajo

**CALCULADORA**

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

**Resultado:**

**Datos identificativos de la evaluación de la exposición:**

Empresa y dirección: Mármoles San Antonio

Actividad y/o tarea: Taller de operaciones de acabado con mármol y granito

Localización: Asturias

Trabajador/GES: Trabajadores de operaciones de acabado. GES (3 trabajadores)

Técnico responsable: Txelis

Fecha de inicio: 14/03/2022 0:00:00 Fecha de finalización: 31/03/2022 0:00:00

Otros:

**RESULTADO**

### Nivel de exposición

#### NO DECISION

No se puede tomar una decisión acerca de la conformidad de la exposición con el VLA-ED, según las condiciones de conformidad establecidas en la PRUEBA PRELIMINAR para la evaluación de la exposición a agentes químicos en la Norma UNE-EN 689:2019.

Es necesario completar con 3 mediciones adicionales hasta un total de 6 jornadas y aplicar el test estadístico.

Código de recuperación de datos: **5037116**

**Datos de partida:**

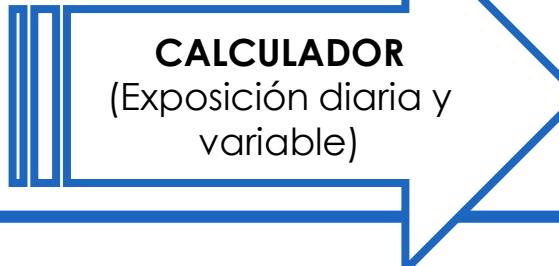
Atrás    Nuevo cálculo    **Imprimir**

### 3. Resultados Exposición Trabajadores

Siguiendo la Estrategia de muestreo, se han tomado **3 mediciones más de la exposición** de los **3 trabajadores** del GES. Para completar un total de 6.

Lugar de trabajo	Muestras: Jornadas 4,5 y 6	
	Fecha	Concentración SCR (mg/m <sup>3</sup> )
operaciones1 (Jose M <sup>a</sup> )	22/03/2022	0,0043
operaciones 2 (Rubén )	23/03/2022	0,011
operaciones 3 (Alejandro )	24/03/2022	0,0065

6 resultados. Test Estadístico



# RECUPERACIÓN DE DATOS INTRODUCIDOS

Código de Recuperación: 5037116

**Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED**

Entrada de datos:

Evolución de la Exposición al agente químico durante la jornada laboral:

Variable *Ir*  
 Constante *Ir*

Código de recuperación

Este calculador permite guardar los datos utilizados para la evaluación de un puesto de trabajo y recuperarlos posteriormente con un código. Si dispone de él, introduzca el código de recuperación:

5037116



**CALCULADORA**

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Añada muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos: Jornada 4 Añadir Jornada

Jornada 4 Eliminar jornada

SCR ( VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Operaciones de acabado 4 (Jose María)	479 min	0,0043 mg/m <sup>3</sup>

Tiempo total de muestreo: 479 min Añadir muestra

Atrás Calcular sin guardar Guardar y calcular

## CALCULADORA

# Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:

Añada muestras para cada jornada y agente

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

Entrada de datos:

Jornada 5

Añadir Jornada

Jornada 5

Eliminación

SCR ( VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s

Tiempo de muestreo

Concentración

Operaciones de acabado 5 (Rubén)

472

min

0,011

mg/m<sup>3</sup>

Tiempo total de muestreo: 472 min

Añadir muestra

Atrás

Calcular sin guardar

Guardar y calcular

**CALCULADORA**

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Entrada de datos:  
Añada muestras para cada jornada y agente

Entrada de datos: Jornada 6 ▾ Añadir Jornada

**Jornada 6** Eliminar jornada  
SCR ( VLA-ED Tiempo de exposición 480 min)

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Operaciones de acabado 6 (Alejandro)	475 min	0,0065 mg/m <sup>3</sup>

Tiempo total de muestreo: 475 min Añadir muestra

Atrás Calcular sin guardar Guardar y calcular



# TEST ESTADÍSTICO

Seguridad y Salud en el Trabajo

CALCULADORA

## Exposición a agentes químicos. Comparación ED con VLA-ED

Resultado:

[Atrás](#)

[Nuevo cálculo](#)

[Imprimir](#)

Datos identificativos de la evaluación de la exposición:

Empresa y dirección: Mármoles San Antonio

Actividad y/o tarea: Taller de operaciones de acabado con mármol y granito

Localización: Asturias

Trabajador/GES: Trabajadores de operaciones de acabado. GES (3 trabajadores)

Técnico responsable: Txelis

Fecha de inicio: 14/03/2022 0:00:00 Fecha de finalización: 31/03/2022 0:00:00

Otros:

RESULTADO

### Nivel de exposición ACEPTABLE

La exposición al agente químico es inferior al VLA-ED , según las condiciones de conformidad establecidas en el TEST ESTADÍSTICO para la evaluación de la exposición a agentes químicos en la Norma UNE-EN 689:2019.

DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL

ESTADÍSTICOS

PRUEBA ESTADÍSTICA

$W$  (Shapiro-Wilk) = 0,954  
 $W_{crítico}$  = 0,788

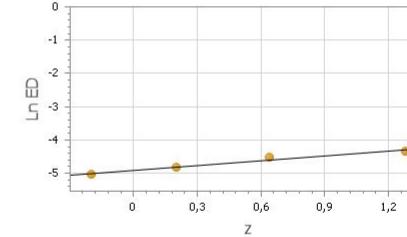
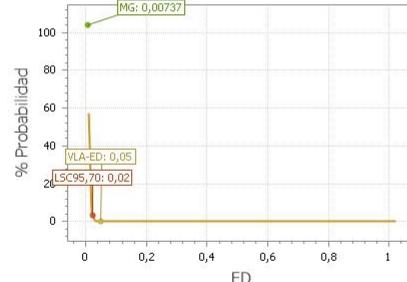
$MG$  = 0,0074  
 $DSG$  = 1,618

$LSC_{95,70}$  = 0,02  
 $U_R$  = 3,98  
 $U_T$  = 2,187

## CALCULADORA

Sugerencia: Realizar nuevas mediciones para evaluar la exposición de una o más jornadas de trabajo en un periodo máximo de 30 meses.

Código de recuperación de datos: **590335**



## Datos de partida:

Jornada 1  
SCR ( VLAED: 0,05 mg/m<sup>3</sup> , Tiempo de exposición: 480 min , LOQ: 0,005 mg/m<sup>3</sup> )

**Datos de partida:  
CALCULADORA****Jornada 1**SCR ( VLAED: 0,05 mg/m<sup>3</sup> , Tiempo de exposición: 480 min , LOQ: 0,005 mg/m<sup>3</sup> )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Operaciones de acabado 1 (José María)	478 min	0,008 mg/m <sup>3</sup>

Tiempo total de muestreo:	Exposición Diaria ED	Índice de exposición
478 min	0,00800 mg/m <sup>3</sup>	0,16000

**Jornada 2**SCR ( VLAED: 0,05 mg/m<sup>3</sup> , Tiempo de exposición: 480 min , LOQ: 0,005 mg/m<sup>3</sup> )

Muestra/s	Tiempo de muestreo	Concentración
Operaciones de acabado 2 (Rubén)	480 min	0,0035 mg/m <sup>3</sup>

Tiempo total de muestreo:	Exposición Diaria ED	Índice de exposición
480 min	< 0,00350 mg/m <sup>3</sup>	< 0,07000

**Jornada 3**SCR ( VLAED: 0,05 mg/m<sup>3</sup> . Tiempo de exposición: 480 min . LOQ: 0,005 mg/m<sup>3</sup> )

# That's All Folks

THANK YOU FOR  
YOUR ATTENTION

