

## **ESTRATEGIA DE MUESTREO**

### **Orígenes, beneficios, ejemplos, recursos actuales para el higienista**

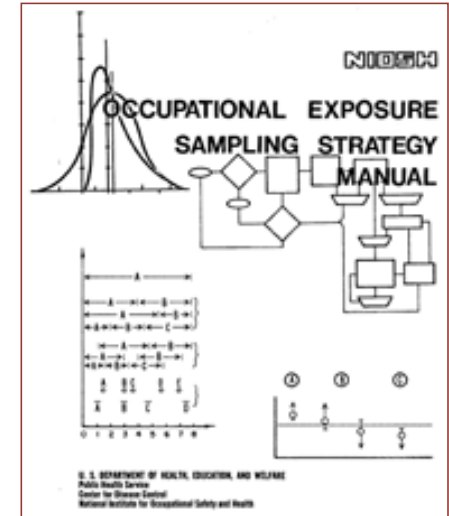
Mario Luiz Fantazzini  
Higienista Ocupacional Certificado ABHO-005  
Vice –presidente Estudios e Investigación  
Asociación Brasileña de Higienistas Ocupacionales - ABHO

# temas

- Situación histórica; beneficios
- Aspectos conceptuales
- Ejemplos de aplicaciones
- Herramientas y recursos actuales
- Clausura

# El manual de NIOSH - 1977

- Reuniendo conocimientos de higienistas y profesionales estadísticos
- Para ayudar
  - A los empresarios, a comprobar que están conformes
  - A las autoridades, a comprobar que no está conforme
  - A hacerlo con más fiabilidad y menor esfuerzo (\$\$\$)
- Sigue siendo una referencia



# Otras referencias en HO

- Siguieron, cronologicamente, los libros de AIHA (varias ediciones desde años 1990)
- Normas laborales
- Estrategias de empresa (Alcoa, DuPont)
- Normas y directivas (EN689)

# Estrategia de Muestreo

- Evaluar la exposición es un proceso que está más allá de la simple medición
- Evaluar → apreciar, juzgar
- Un proceso de conocimiento progresivo sobre la exposición de los trabajadores, para un juzgamiento de dicha exposición y su control

# Nuevos conceptos a la época (1977)

- Grupo Homogeneo de Exposición (Grupo de Exposición Similar)
- “Maximum Risk Employee”
- Nivel de Acción

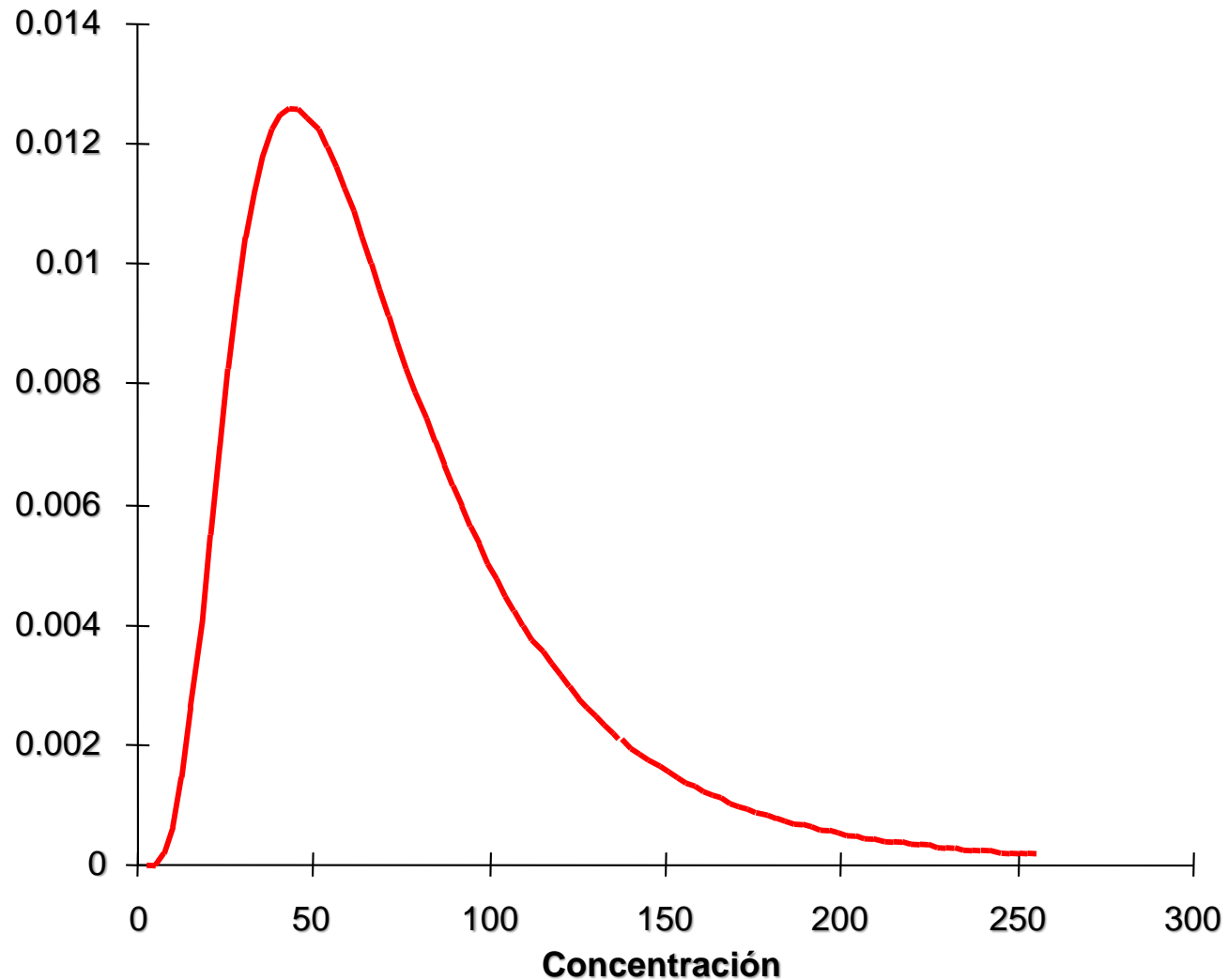
De la AIHA

- Proceso de Caracterización Básica

# Aspectos básicos

- La distribución de exposiciones de un GHE a lo largo de los días (inter-días) y sobre una jornada (intra-día) sigue un perfil lognormal.
- La variabilidad instrumental (muestreo y análisis) sigue una distribución normal
- Para agentes con límites tipo TWA, es importante obtener la exposición promedio de largo plazo
- “La película es más importante que la foto”

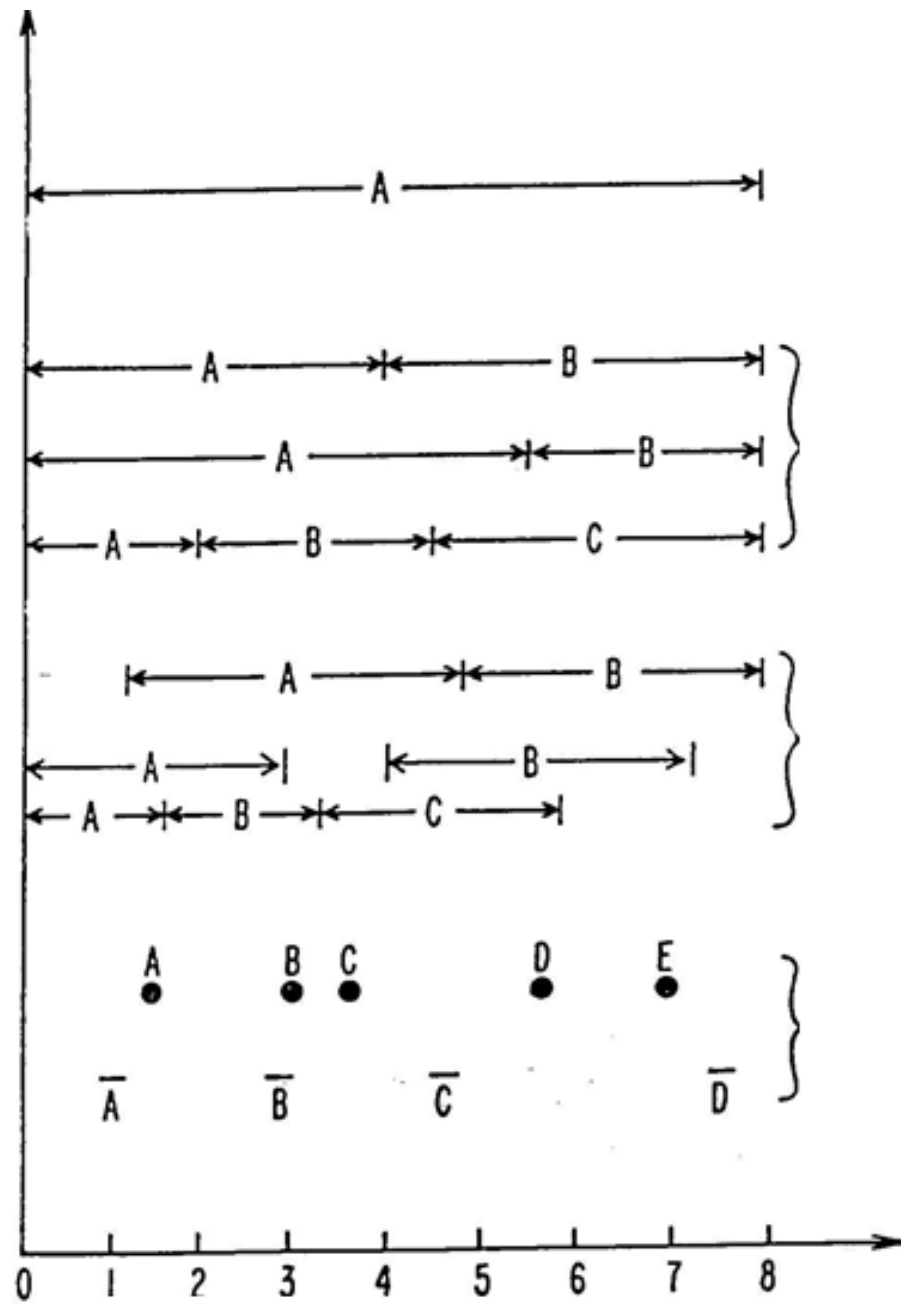
# Perfil lognormal típico





# Formas de muestreo (NIOSH)

- Muestras únicas de toda la jornada
- Muestras consecutivas de toda la jornada
- Muestras (únicas o consecutivas) parciales
- Muestras tipo “Grab Samples”



# Muestras tipo “Grab Samples”

- Cortas, de algunos segundos a muchos minutos
- Aleatorias
- Su duración no interfiere en la precisión de la estimación
- Cantidad deseable  $> 13-15$
- De interés cuando se cuenta con equipos de lectura directa

# Análisis de datos

- El análisis lognormal en el tiempo del Manual NIOSH → cálculos y papeles probabilísticos
- La 2ª edición del libro de AIHA → un disquette con la plantilla IHSTAT – Excel<sup>®</sup>
- Probablemente la primera herramienta estadística “freeware” dedicada a HO
- Posibilita validar el perfil lognormal y también el GHE
- En 2007, Daniel Drolet hace mejoras a la IHSTAT, que se torna multi- idioma

# Algunos ejemplos de aplicación

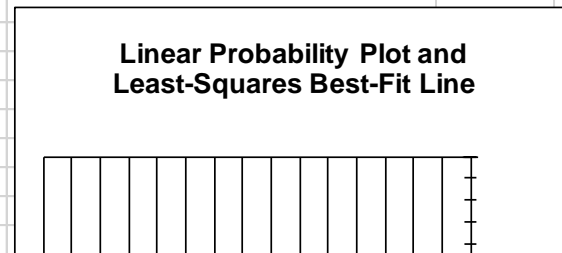
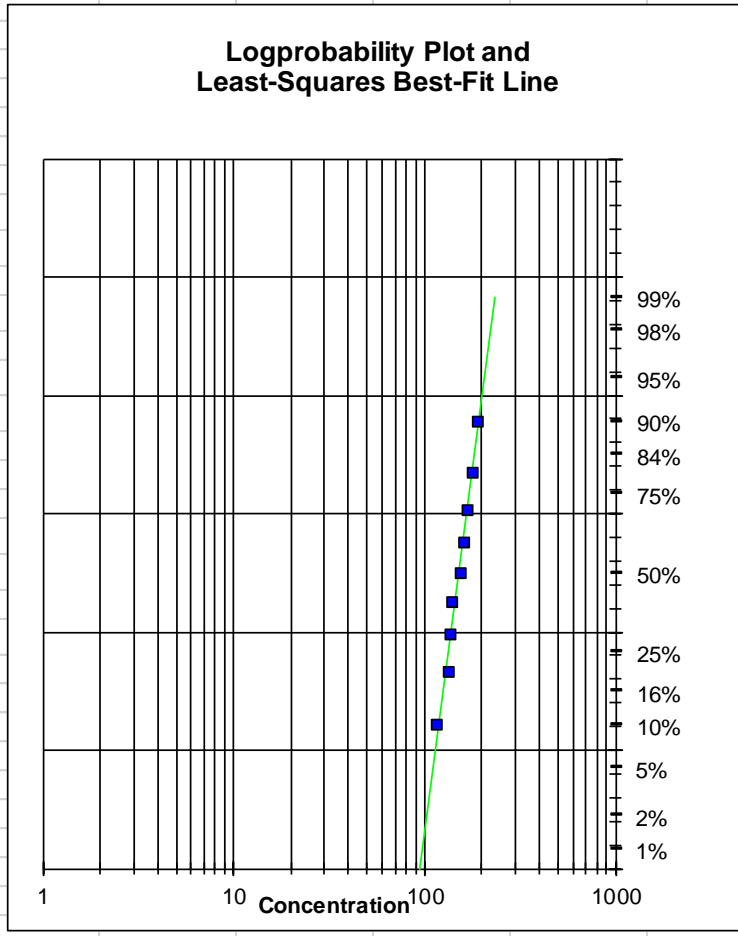
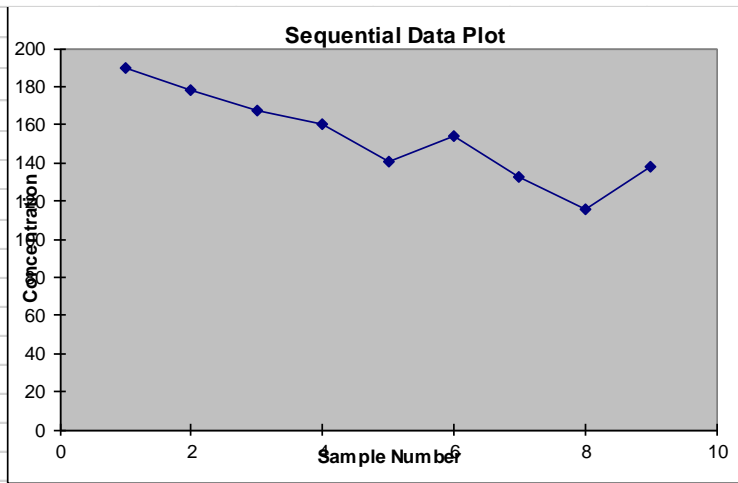
- Años 1990
- Trabajador en cabina de peaje
- Medidor de lectura directa
- Grab Samples / jornada 6h / 72 “momentos” de 5 min para muestreo
- 18 muestras aleatorias
- Análisis lognormal en la IHSTAT
- Perfectas decisiones sobre la jornada



# Algunos ejemplos

- Años 1990
- GHE de metalúrgica / sala de prensas
- Ruído (obs.: dB ya es log; usar la dosis de la jornada)
- Excelente ajuste lognormal

OEL	DESCRIPTIVE STATISTICS	
100	Number of samples (n)	9
	Maximum (max)	190
	Minimum (min)	116
	Range	74
	Percent above OEL (%>OEL)	100,000
	Mean	153,000
	Median	154,000
	Standard deviation (s)	23,393
	Mean of logtransformed data (LN)	5,020
	Std. deviation of logtransformed data (LN)	0,155
	Geometric mean (GM)	151,392
	Geometric standard deviation (GSD)	1,168
	<b>TEST FOR DISTRIBUTION FIT</b>	
	W-test of logtransformed data (LN)	0,984
	Lognormal (a = 0.05)?	Yes
	W-test of data	0,986
	Normal (a = 0.05)?	Yes
	<b>LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS</b>	
	<b>Estimated Arithmetic Mean - MVUE</b>	153,015
	LCL <sub>1,95%</sub> - Land's "Exact"	139,776
	UCL <sub>1,95%</sub> - Land's "Exact"	169,382
	<b>95th Percentile</b>	195,349
	UTL <sub>95%,95%</sub>	242,153
	<b>Percent above OEL (%&gt;OEL)</b>	99,628
	LCL <sub>1,95%</sub> %>OEL	92,267
	UCL <sub>1,95%</sub> %>OEL	>99.9
	<b>NORMAL PARAMETRIC STATISTICS</b>	
	<b>Mean</b>	153,000
	LCL <sub>1,95%</sub> - t statistics	138,500
	UCL <sub>1,95%</sub> - t statistics	167,500
	<b>95th Percentile - Z</b>	191,482
	UTL <sub>95%,95%</sub>	223,91
	<b>Percent above OEL (%&gt;OEL)</b>	98,826





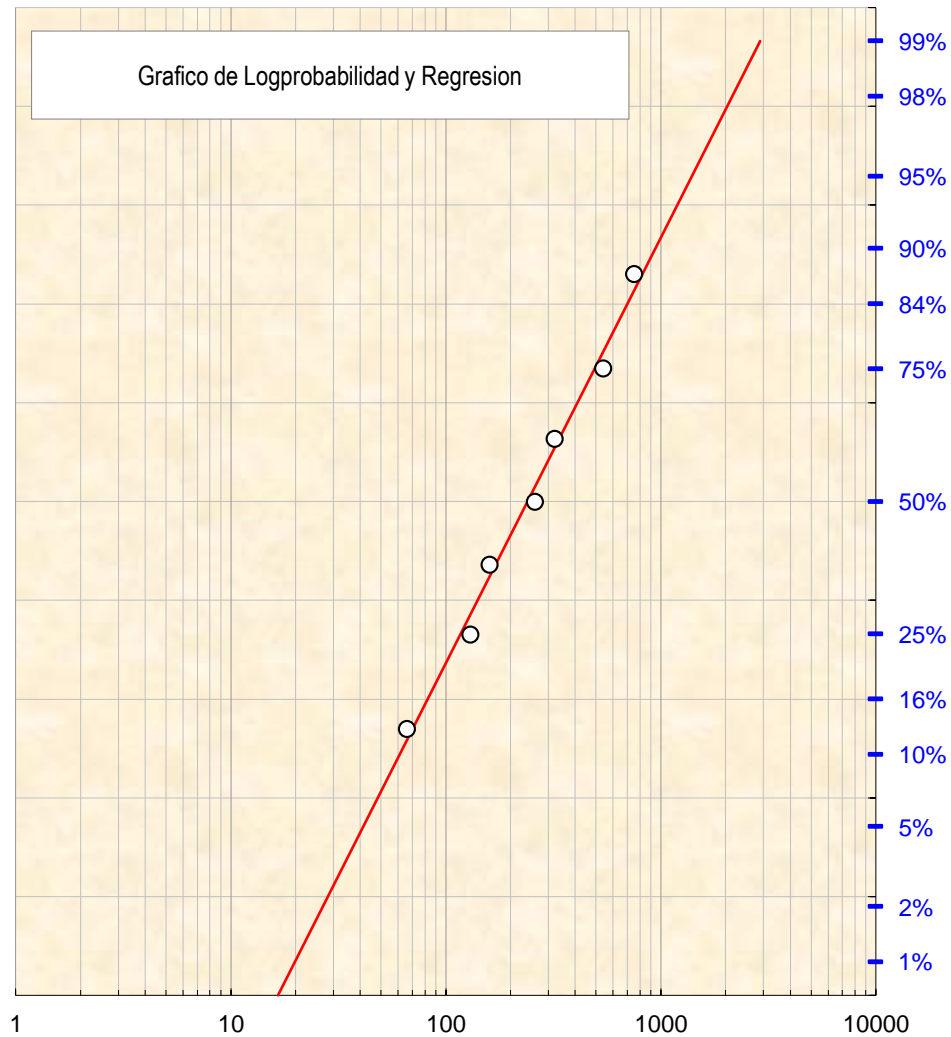
# Una aplicación de análisis estadístico a la protección individual

- Caso hipotético ilustrativo
- Mecánico de mantenimiento de planta
- Muchos locales, alta variabilidad de exposición
- 7 muestras aleatorias sobre un período (dosis)
- Cual el valor de la exposición usar, para aplicar el índice de reducción NRRsf (\*)?

M1	66
M2	130
M3	160
M4	260
M5	320
M6	540
M7	750

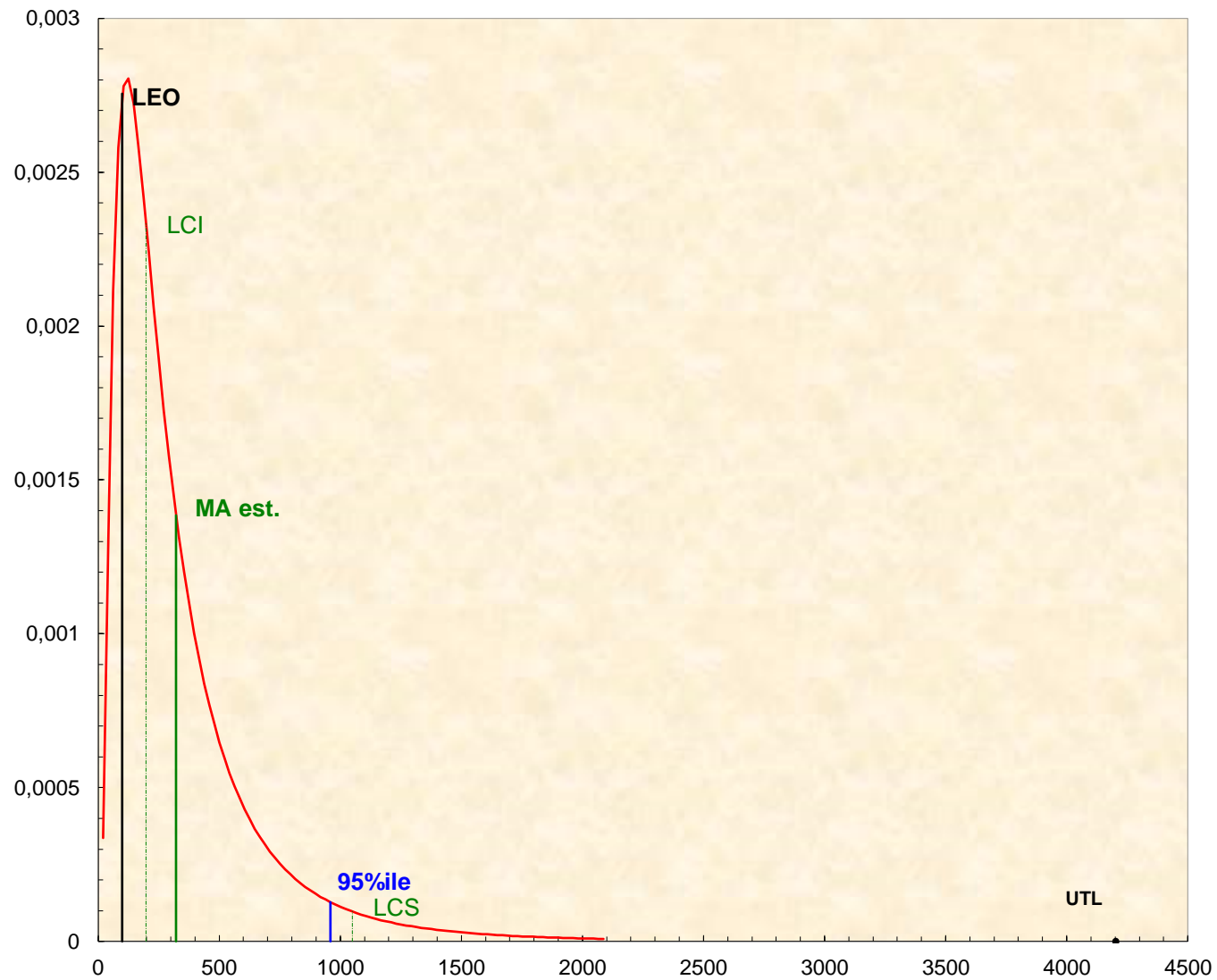
(\*) NRRsf – reducción del protector tipo “subject fit” (número único)

# Análisis en la nueva IHSTAT



# Razonamiento usual x Razonamiento con Estrategia de Muestreo

- Usual – deducir del nivel correspondiente a
  - Exposición (Dosis) Promedio
  - Más grande muestra
- Análisis con E.M. – opciones más protectoras
  - Límite de fiabilidad superior de la media
  - Punto 95 de la distribución
  - Punto 95 con 95% de fiabilidad (UTL95,95)



# Comparativamente

- Dosis promedio = 318%
- Muestra más grande = 750%
- Punto 95 de la distribución = 959%
- Límite de fiabilidad sup media = 1049%
- UTL95,95 = 4201 %

# Para aplicar el índice de reducción

- Como buena práctica,

$$\text{NRRsf (req)} = L_{\text{avg[dBA]}} - 80$$

# Protección requerida

Parámetro	Dosis (%)	Lavg (dBA)	NRRsf (req)
Dosis Promedio	318	93,3	13,3
Dosis más grande	750	99,5	19,5
P95	959	101,3	21,3
Limite fiab sup media	1049	102,0	22,0
UTL95,95	4201	112,0	32,0

Obs.: Critério 85 dBA, q=5, threshold 80 dBA. (para el Lavg)

CONVIENE TENER EN CUENTA E.M. AL ELIGIR PROTECCIÓN PERSONAL DE LOS TRABAJADORES (AUDITIVA Y RESPIRATORIA)

# Herramientas y recursos actuales

- On line, para sacar muestras aleatorias – [www.random.org](http://www.random.org)
- Sitios con calculadores estadísticos (varios)
- Los estadísticos vuelven los ojos para la Higiene Ocupacional...
  - Nueva IHSTAT (Drolet, J. Mulhausen) → sitio de la AIHA
  - Sitio de la Universidad de Montreal [www.expostats.ca](http://www.expostats.ca)



# Una herramienta bárbara

- Para solucionar el caso de los datos abajo del límite de cuantificación del método analítico
- Abordaje moderno “Robust ROS”(\*)
- No se recomienda
  - Sustituir por el propio LCM
  - Sustituir por zero (!)
  - Excluir los datos (jamás)
  - Sustituir por  $LCM/2$  o  $LCM/\sqrt{2}$  (no más...)

(\*)regression on order statistics

# El drama de los “no-detectados”

- Helsel, en su libro sobre “non-detects”, enseña un poema que los expresa bien

**“Ayer, arriba en la escalera,  
He encontrado un hombre que no estaba ahí  
Él no estaba ahí de nuevo, hoy  
Quisiera tanto que él se fuera...”**

(Hughes Mearns)

# La NDExpo

- Helsel, Lavoué, Lemay, Drolet, Dufresne
- El proceso ROS hace un trabajo semejante al abordaje gráfico, ajustando los datos no detectados a la distribución evidenciada por los datos leídos.
- Con los valores ajustados se puede ingresar en la IHSTAT y hacer el análisis.

## NDExpo – Treatment of non-detects in industrial hygiene samples

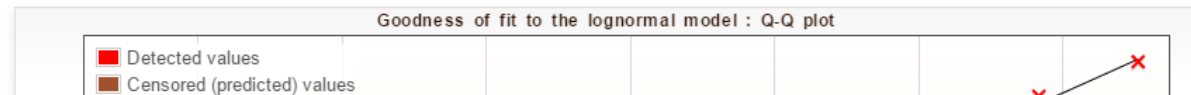
Raw data	type	Final value
<25	ND	12.08
<25	ND	23.06
<25	ND	21.32
<25	ND	14.18
<25	ND	16.07
<25	ND	17.85
<25	ND	19.6
<25	ND	9.49
26	detected	26
30	detected	30
31	detected	31
31	detected	31
37	detected	37
39	detected	39
44	detected	44
45	detected	45
49	detected	49
49	detected	49

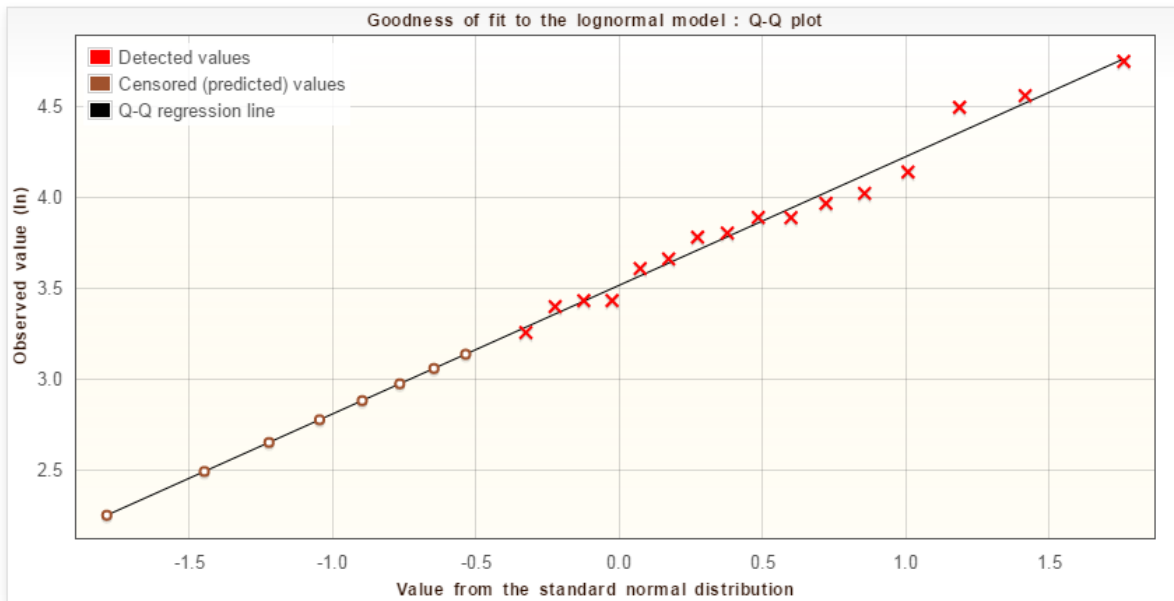
raw	pp	0.5	final
<25	0.074074	-1.446104	12.081082
<25	0.296296	-0.535083	23.063748
<25	0.259259	-0.645631	21.323243
<25	0.111111	-1.22064	14.177686
<25	0.148148	-1.044409	16.066789
<25	0.185185	-0.89578	17.85436
<25	0.222222	-0.76471	19.595075
<25	0.037037	-1.786156	9.490391
26	0.372549	-0.32511	26
30	0.411765	-0.223008	30
31	0.45098	-0.123185	31
31	0.490196	-0.024577	31
37	0.529412	0.073791	37
39	0.568627	0.172881	39
44	0.607843	0.273702	44
45	0.647059	0.377392	45
49	0.686275	0.485318	49
49	0.72549	0.59923	49
53	0.764706	0.721522	53
56	0.803922	0.855712	56
63	0.843137	1.007436	63
90	0.882353	1.186831	90
96	0.921569	1.415702	96

Buttons: New dataset, Remove empty rows, Calculate, Import

Visite el sitio on line, ajuste sus datos no detectados y ingrese en la IHSTAT.



39	detected	39	49	0.72549	0.59923	49
44	detected	44	53	0.764706	0.721522	53
45	detected	45	56	0.803922	0.855712	56
49	detected	49	63	0.843137	1.007436	63
49	detected	49	90	0.882353	1.186831	90
49	detected	49	96	0.921569	1.415702	96



Flot 0.8.1 - 22/08/2015 20:06:35

# Estrategia de Muestreo

Es la herramienta para el conocimiento y la administración de las exposiciones a los agentes ambientales.

Mario Fantazzini  
mfantz@uol.com.br