

El Monitoreo Biológico como Herramienta en la Protección del Trabajador: Experiencia en el Canal de Panamá

Ing. José Carlos Espino
Dr. Rodrigo Solís

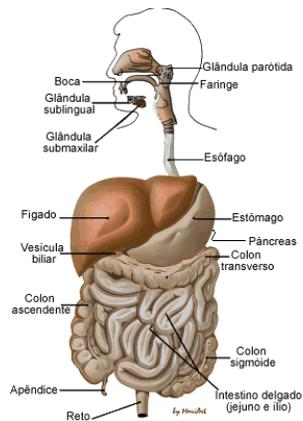
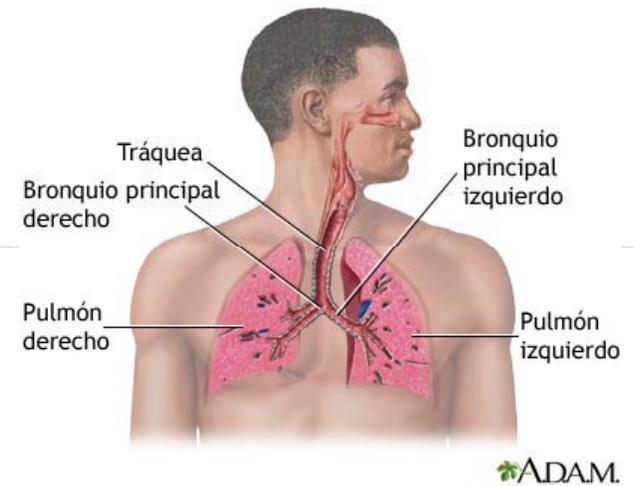


ITS CONSULTANTS

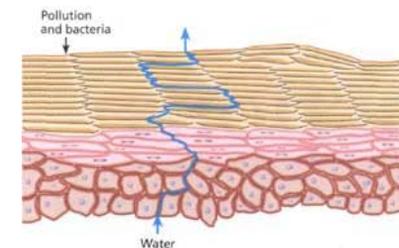


Rutas de exposición a contaminantes

1. **Inhalación**
2. **Absorción dérmica**
3. **Ingestión**
4. **Inyección**

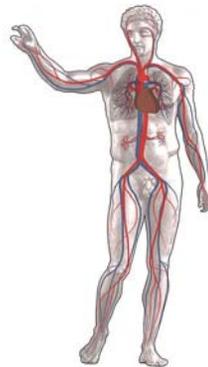


ADAM.



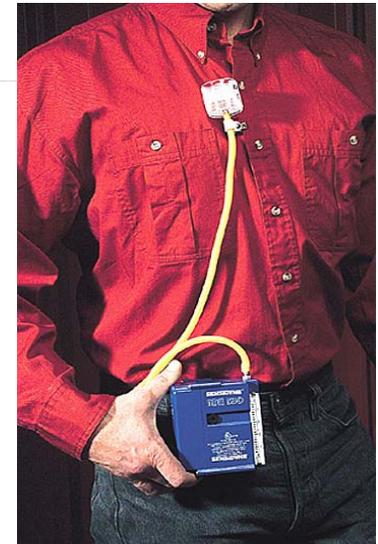
Medios para evaluar la exposición

- Muestreo del aire
 - Muestreo en la piel
 - Muestreo en superficie
 - Monitoreo biológico – (Mide dentro del cuerpo)
- Mide fuera del cuerpo**



Monitoreo aéreo

- Buena aceptación por parte del colaborador.
- Se han establecido límites permisibles entre varias organizaciones (ACGIH, OSHA, NIOSH, AIHA, etc.)
- Buen equipo de muestreo
- Métodos estándar disponibles



Debilidades del muestreo aéreo

No contempla:

- Todas las rutas de exposición (por ejemplo la piel e ingestión).
- La genética de la persona en la absorción de la dosis inhalada.
- Mal uso o funcionamiento del EPP.
- Exposiciones a todos los contaminantes.
- Individuos sensitivos.

Monitoreo dérmico



Debilidades del muestreo dérmico

- Pocas herramientas están disponibles para el higienista ocupacional para evaluar la exposición dérmica.
- No se han establecido límites ocupacionales de exposición por la piel.
- Hay relativamente pocas sustancias que se han investigado en lo referente a su absorción a través de la piel versus la inhalación.
- Existe un falta de data cuantitativa referente a la exposición dérmica para poder monitorear la exposición.

¿Qué es el monitoreo biológico?

- Consiste en la medición de la concentración de una sustancia química determinada en el medio biológico del trabajador expuesto. Es un indicador de la absorción total de una sustancia.
- Constituye una de las herramientas más importantes para la evaluación de un posible riesgo a la salud.

¿Qué son los BEI's?

- Los índices de exposición biológica (Biological Exposure Indices - BEIs®) son valores guías para la evaluación de los resultados de los resultados del monitoreo.
- Los BEI's® indican valores que generalmente no causarían efectos adversos en trabajadores sanos.
- El BEI® puede ser el contaminante mismo o un metabolito del mismo.

Los BEI's son publicados por la ACGIH



Las brechas entre las guías de exposición

+ 250,000 sustancias

ACGIH TLV's
n=861

Notación de "skin"
n=196

BEI*
n=40

Fuente: ACGIH TLV/BEI®

*15 con notación de "piel"

Otros estándares y guías de monitorio biológico

- OSHA (obligatorios en EEUU)
 - Plomo
 - Cadmio
- BAT,s (Alemania)



Aplicación del monitoreo biológico

La aplicación de un programa monitoreo biológico es la única manera de verificar las predicciones del comportamiento de los cambios a lo largo de las diferentes etapas de aplicación del riesgo o agente causante de una enfermedad en el trabajo.



Biomarcadores

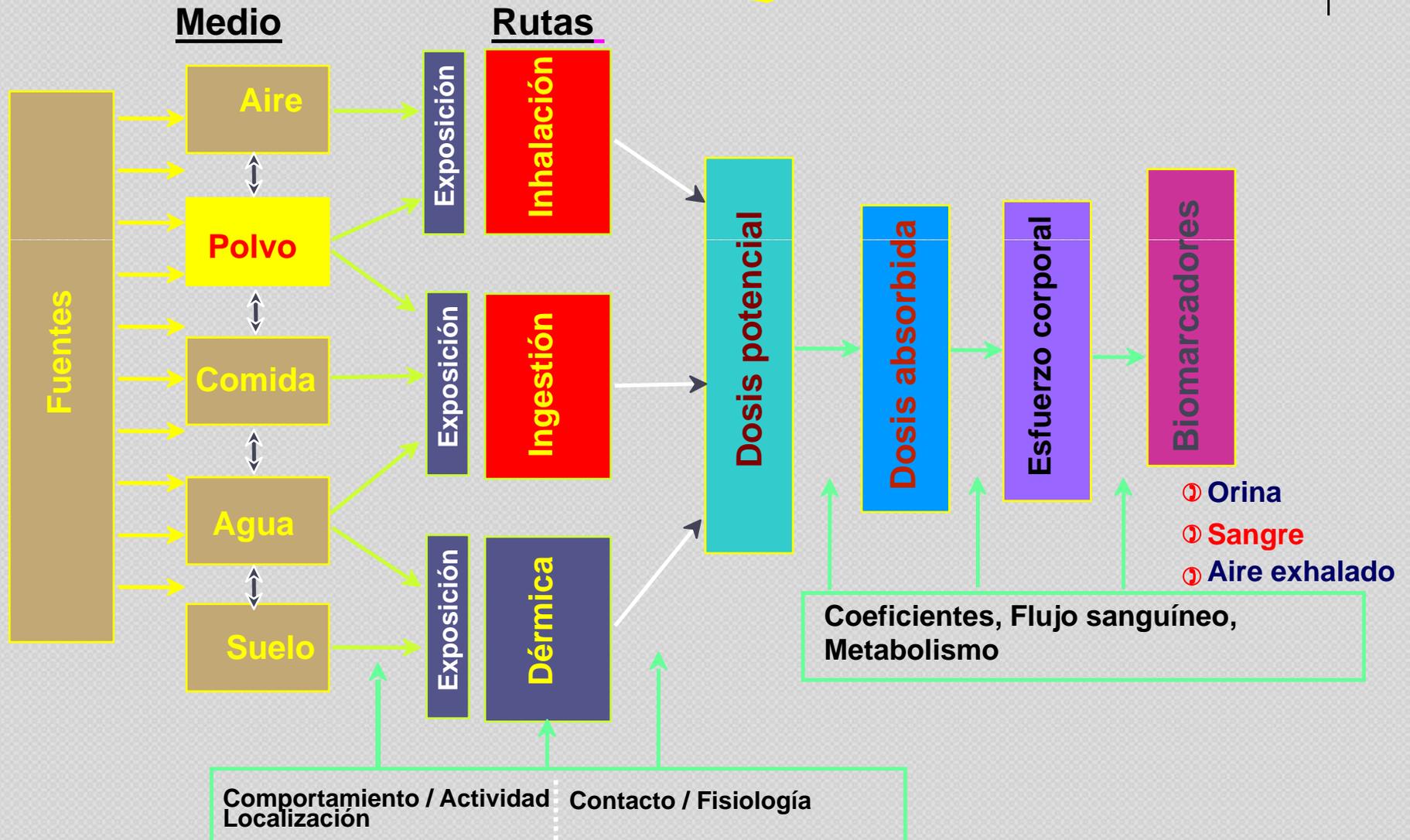
Se utilizan para:

- Detectar la presencia de una exposición.
- Determinar las consecuencias biológicas de la exposición.
- Detectar los estados iniciales e intermedios de un proceso patológico.
- Identificar a los individuos sensibles de una población.
- Fundamentar la decisión de intervenir, tanto a nivel individual como ambiental.

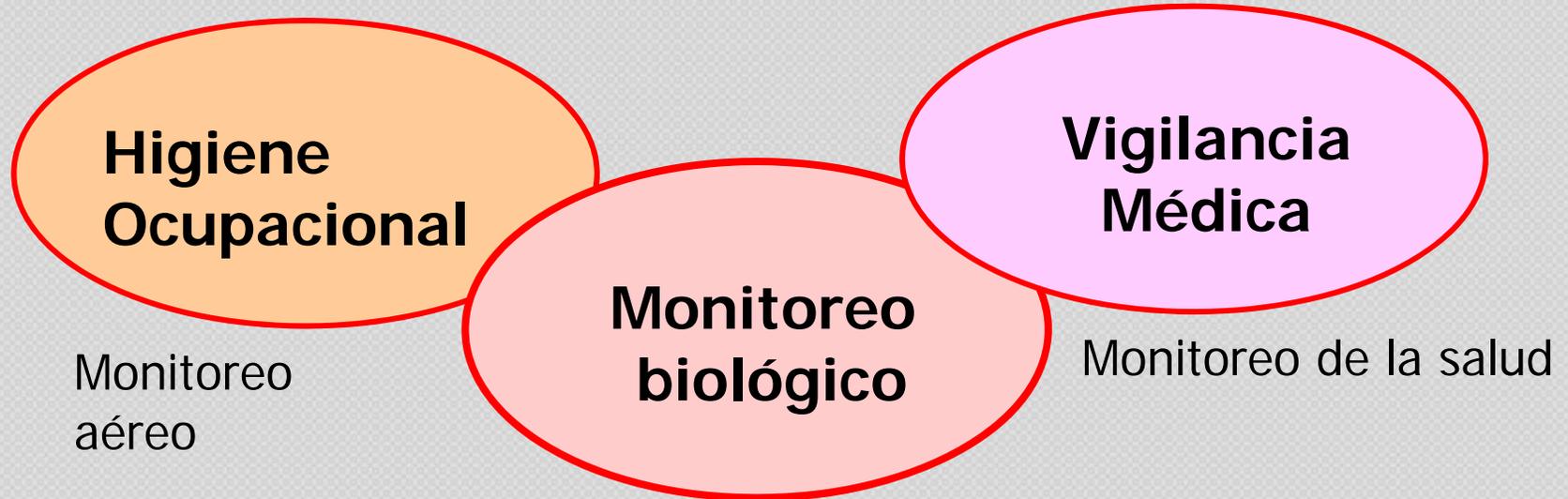
Exposición - efecto

EXTERNA

INTERNA

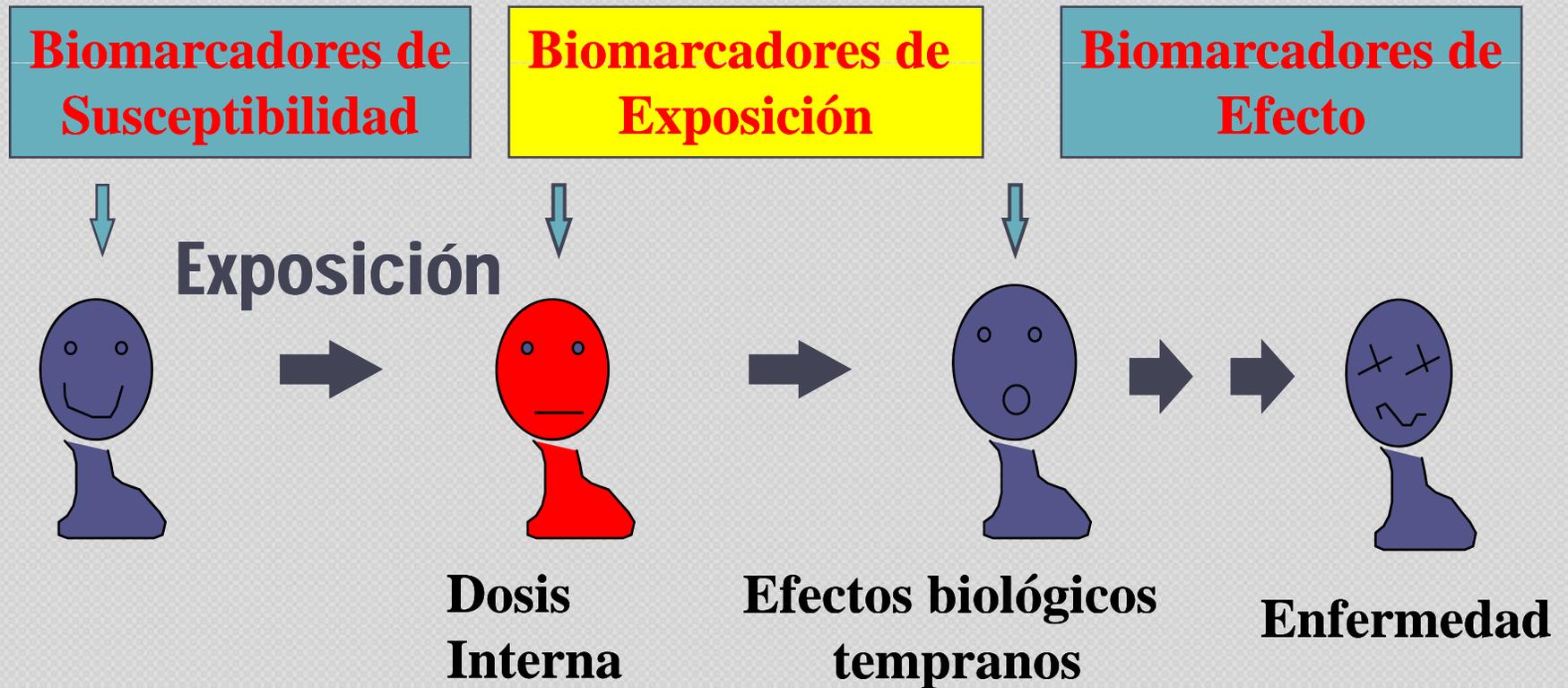


Papel del monitoreo Bx



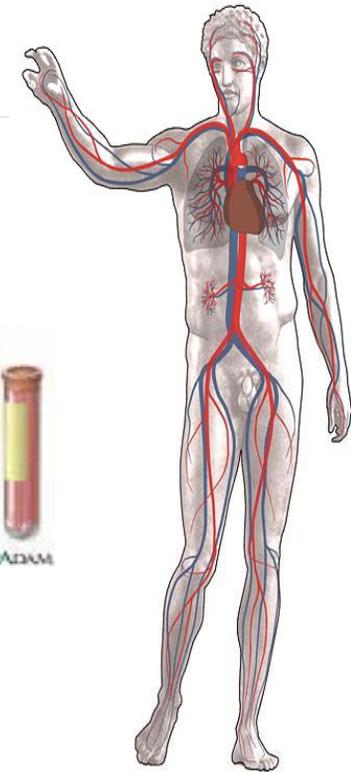
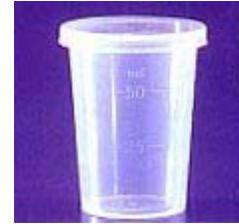
- Detecta exposiciones dérmicas, por inhalación e ingestión.
- Detecta exposiciones fuera del lugar de trabajo.
- Evalúa la efectividad del EPP
- Considera los aspectos fisiológicos del trabajador (respiración, metabolismo y variabilidad)

Monitoreo Biológico



Medios de monitoreo biológico

- Orine
- Sangre
- Aire expirado



Ventajas del monitoreo biológico

- Se pueden evaluar las variaciones individuales en la absorción de contaminantes.
- Mide la exposición total a través de todas las rutas de exposición.



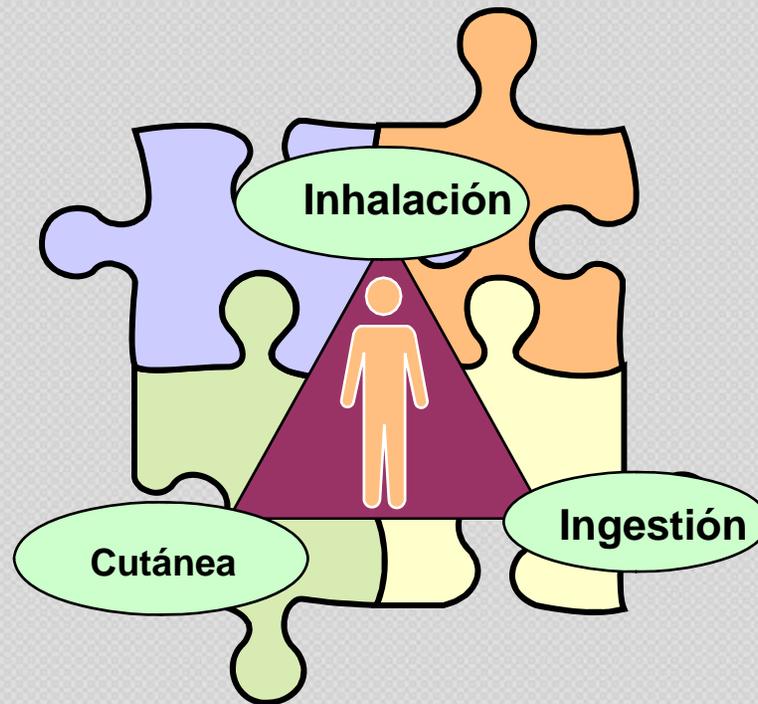
Ventajas del monitoreo biológico

- Se evalúa la efectividad del EPP y las prácticas de trabajo.
- Se identifican las exposiciones fuera del trabajo.
- Se identifican las diferencias individuales entre trabajadores.
- Se confirma la absorción cuando existe exposición oral y/o cutánea.
- Provee retroalimentación individual a los trabajadores y es un incentivo a su propia protección.

Debilidades

- No es tan simple como el monitoreo de aire.
- Refleja la exposición total, no solo ocupacional.
- Puede ser invasiva.
- Los trabajadores pueden percibir que los utilizan como conejillos de india.
- Los marcadores pueden no ser específicos al agente.
- Hay pocas guías o estándares disponibles.
- Los métodos analíticos pueden no estar disponibles o pueden ser costosos.

**El monitoreo biológico es
mejor para estimar la dosis
absorbida y el riesgo
total de exposición**



Experiencia en la Autoridad del Canal de Panamá



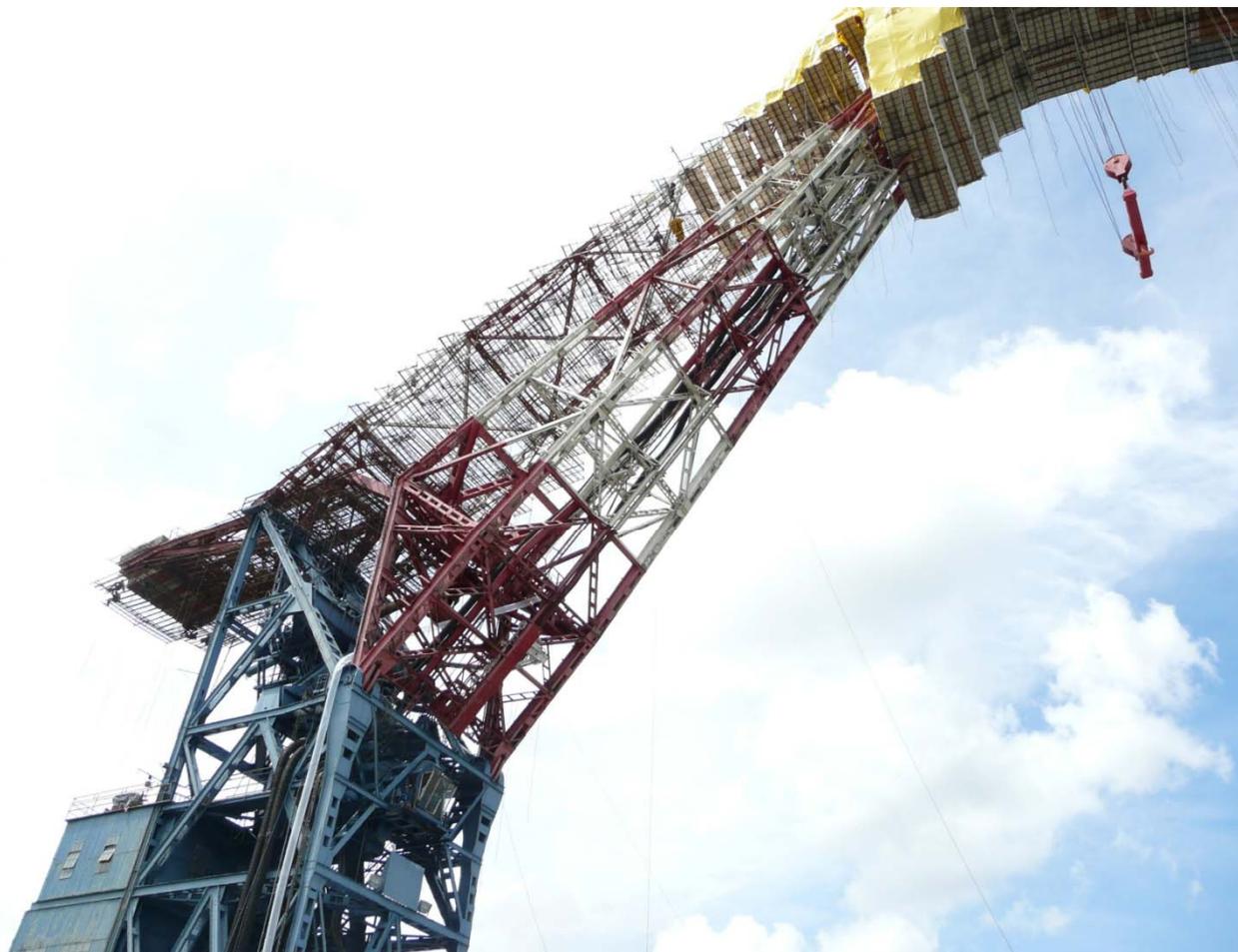
Proyecto

- Pintura de la grúa Titán para la ACP.
- El proyecto incluía la remoción de la pintura existente que contenía plomo y su reemplazo con otro tipo de pintura.
- Como requisito del contrato, se debía controlar la exposición de los trabajadores al plomo.
- El estudio se realizó en conjunto con la empresa ITS Panamá S.A. (consultor) y Envirolab S.A. (laboratorio de higiene ocupacional).

Grúa Titán de la ACP



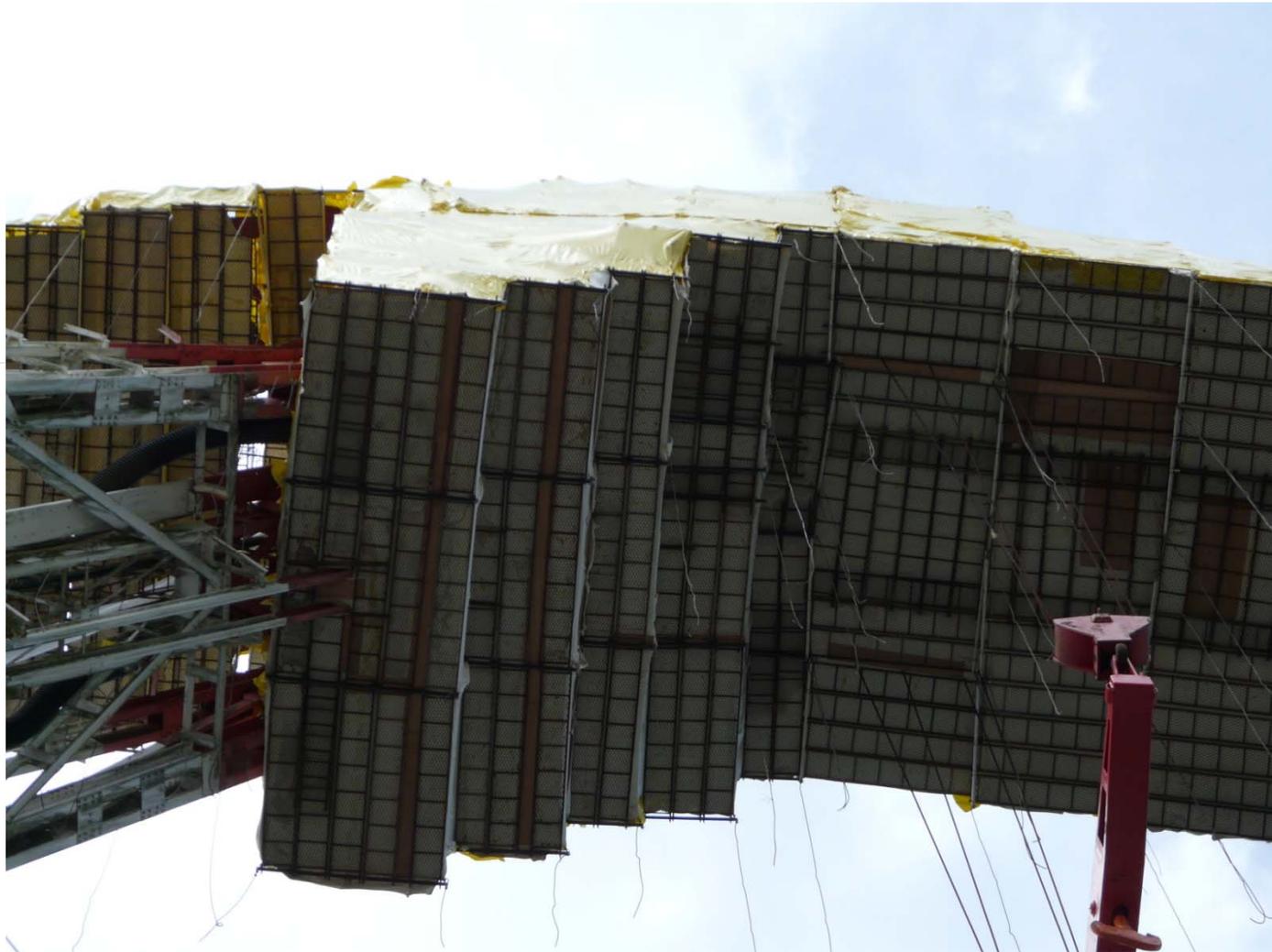
Grúa Titán



Encapsulado del área de trabajo



Sistema de andamiaje



Sistema de ventilación local



Límite máximo permisible aéreo

- 0,05 mg/m³ (ACGIH TLV)
- Equipo de protección respiratoria utilizado: SAR (*Supplied Air Respirator*) con un APF de 1000 (29CFR 1910.134, tabla 1)
- Concentración ambiental máxima: 50 mg/m³

29 CFR 1910.134 - Table 1. -- Assigned Protection Factors

Type of respirator ^{1, 2}	Quarter mask	Half mask	Full face piece	Helmet/ hood	Loose-fitting face piece
1. Air-Purifying Respirator	5	³ 10	50	.....	.....
2. Powered Air-Purifying Respirator (PAPR)	.....	50	1,000	⁴ 25/1,000	25
3. Supplied-Air Respirator (SAR) or Airline Respirator					
• Demand mode	.....	10	50	.....	.....
• Continuous flow mode	.....	50	1,000	.....	.....
• Pressure-demand or other positive-pressure mode	.....	50	1,000	⁴ 25/1,000	25

4. Self-Contained Breathing Apparatus (SCBA)					
• Demand mode	.....	10	50	50	.....
• Pressure-demand or other positive-pressure mode (e.g., open/closed circuit)	.....	.....	10,00	10,00	.....
	.....	.....	0	0	.....

NIOSH 7082

LEAD by Flame AAS

7082

Pb MW: 207.19 (Pb) CAS: 7439-92-1 (Pb) RTECS: OF7525000 (Pb)
223.19 (PbO) 1317-36-8 (PbO) OG1750000 (PbO)

METHOD: 7082, Issue 2

EVALUATION: FULL

Issue 1: 15 February 1984 Issue 2:
15 August 1994

ACCURACY

RANGE STUDIED: 0.13 to 0.4 mg/m³ [1];
0.15 to 1.7 mg/m³ (fume) [2]

BIAS: - 3.1%

OVERALL PRECISION(\hat{S}_{RT}): 0.072 [1],
0.068 (fume) [2]

ACCURACY: \pm 17.6%

* ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETER

Sistema de purificación de aire respirable



Plomo

El plomo es un metal gris-azulado que ocurre naturalmente en pequeñas cantidades en la corteza terrestre. El plomo se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente. La mayor parte proviene de actividades como la minería, manufactura industrial.



¿Cómo puede ocurrir la exposición?

- Comiendo alimentos o tomando agua que contiene plomo.
- En algunas viviendas antiguas, las cañerías de agua pueden tener soldaduras de plomo. El plomo puede pasar al agua.
- Pasando tiempo en áreas donde se han usado pinturas con plomo y que están deteriorándose. Esta pintura en mal estado puede contribuir al polvo de plomo.
- *Trabajando en una ocupación en la que se usa plomo o practicando aficiones en las que se usa plomo, por ejemplo, en la manufactura de vidrios de colores, remoción de pintura.*

Signos evidentes de intoxicación por plomo

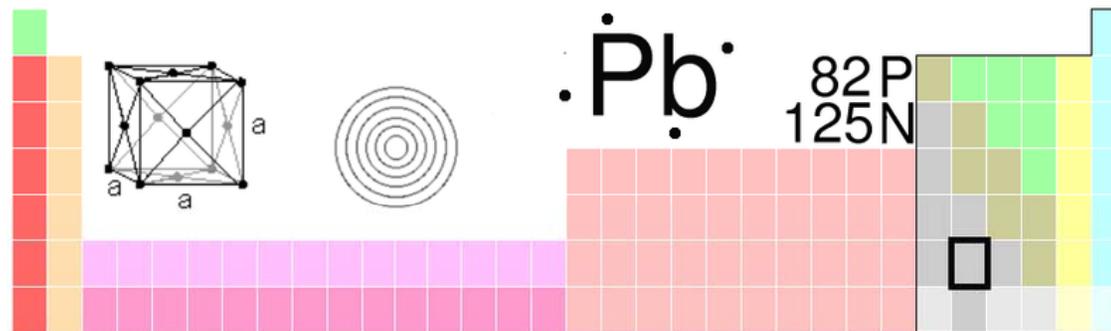
- El plomo puede afectar a casi todos los órganos y sistemas en el cuerpo.
- El más sensible es el sistema nervioso, tanto en niños como en adultos.
- La exposición prolongada de adultos puede causar un deterioro en el resultado de algunas pruebas que miden funciones del sistema nervioso.
- También puede producir debilidad en los dedos, las muñecas o los tobillos.

Signos evidentes de intoxicación por plomo

- La exposición al plomo también produce un pequeño aumento de la presión sanguínea, especialmente en personas de mediana edad y de edad avanzada, y puede causar anemia.
- La exposición a niveles altos de plomo puede dañar seriamente el cerebro y los riñones de niños y adultos y causar la muerte.
- En mujeres embarazadas, la exposición a niveles altos de plomo puede producir pérdida del embarazo.
- En hombres, la exposición a altos niveles puede alterar la producción de espermatozoides.

Límites máximos permisibles utilizados – Plomo

- TLV : 0,05 mg/m³ (A3)
- BEI: Plomo en sangre: 30 µg/100 ml (sangre).



Consideraciones en el monitoreo biológico

- ✓ ¿Por qué está haciendo este muestreo?
- ✓ ¿Quiénes serán muestreados?
- ✓ ¿Qué va a medir?
- ✓ ¿Cuándo y donde va a muestrear?
- ✓ ¿Cómo va a transportar y almacenar las muestras?
- ✓ ¿Quién y cómo va a analizar las muestras?
- ✓ ¿Cómo se van a reportar los resultados?
- ✓ ¿Qué criterio se utilizará para determinar las acciones a tomar?
- ✓ ¿Quién hará las conclusiones?

Límites máximos permisibles utilizados – Plomo

LEAD [7439-92-1]
Lead in blood

Not critical

30 µg/100 ml

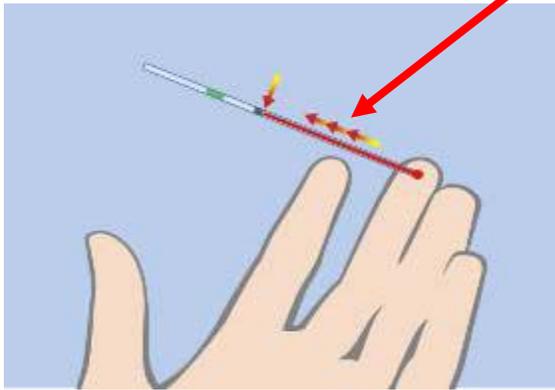
Note: Women of child-bearing potential, whose blood Pb exceeds 10 µg/dl, are at risk of developing a child with a blood Pb over the current Centers for Disease Control Guideline of 10 µg/dl. If the blood Pb of such children remains elevated, they may be at increased risk of cognitive deficits. The blood Pb of these children should be closely monitored and appropriate steps should be taken to minimize the child's exposure to environmental lead. (CDC: Prevention Lead Poisoning in Young Children, October 1991; see BEI and TLV Documentations for Lead).

Equipo: LeadCare II

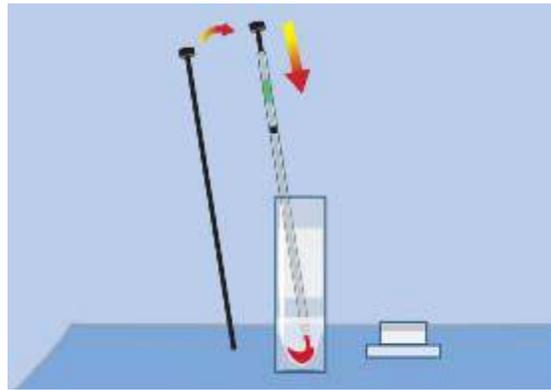


Procedimiento: LeadCare II

Lanceta



1. Collect



2. Dispense



3. Test

Toma de muestras



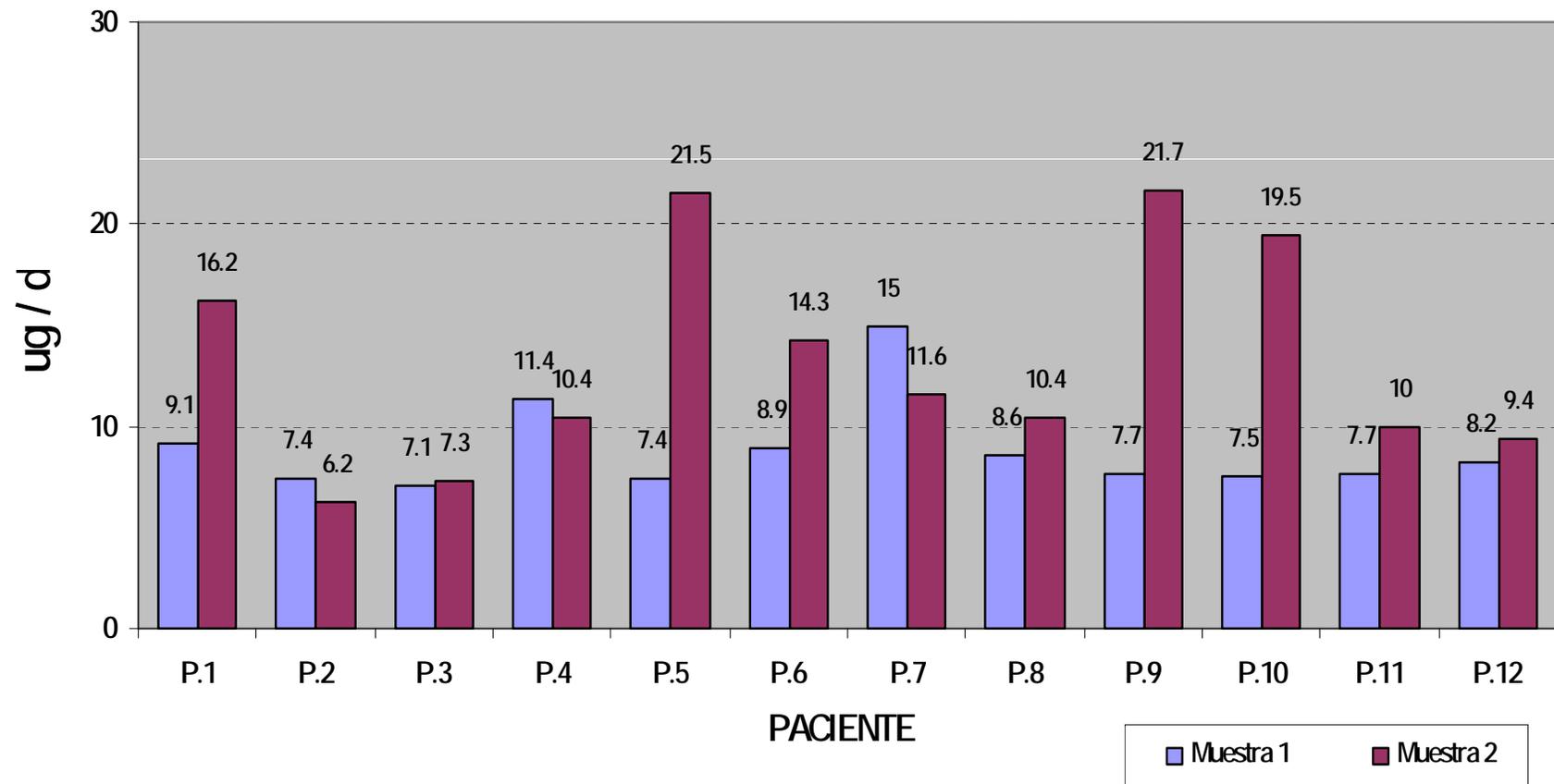
Valores referenciales utilizados

- ✓ Valores normales para la toma de precaución: la concentración de plomo en la sangre no debe exceder 10 $\mu\text{g/dL}$.
- ✓ Las concentraciones de plomo en la sangre superiores a 10 y menores a 40 $\mu\text{g/dL}$ indican una alerta en un posible envenenamiento por plomo.

Valores referenciales utilizados

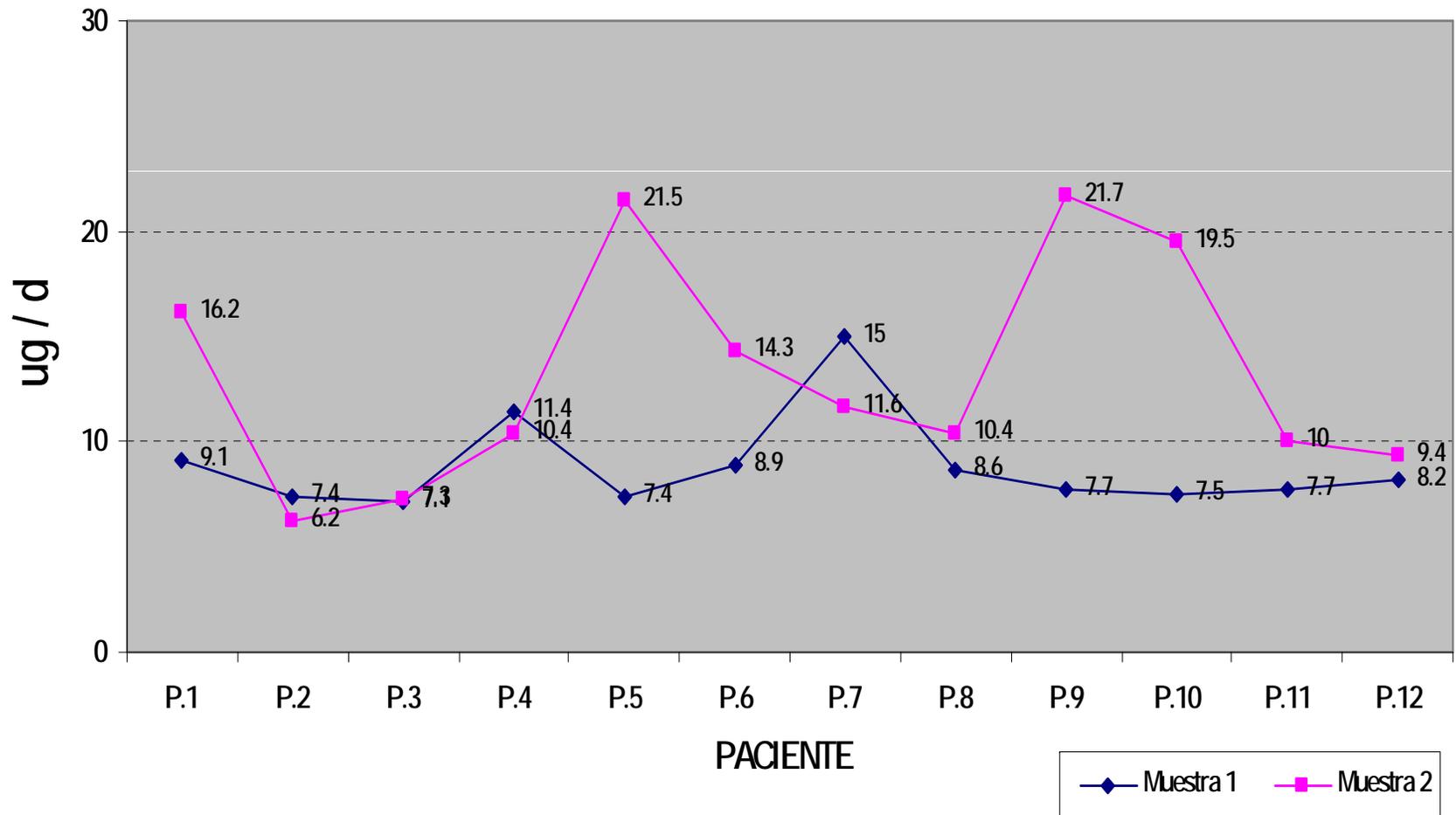
- De 40 a 80 $\mu\text{g/dL}$. según la OSHA se considera como un colaborador con una intoxicación por plomo lo que es pre-saturismo.
- 80 $\mu\text{g/dL}$. en adelante se considera un colaborador enfermo por intoxicación por plomo

MUESTRA DE PLOMO



Tendencia

MUESTRA DE PLOMO





¿Preguntas?