

# Resolviendo preguntas de la clase 3



## ¿Qué PM habría en una cocina?

Tomar en cuenta el combustible que se utiliza.

PM 2.5

PM 1

**Contaminación del aire en los hogares:**

**En el 2012 → 2.3 millones de defunciones**

# ***Características y efectos de los contaminantes del aire***



## ***Monitoreo de la calidad del aire*** MATERIAL PARTICULADO

- Parte 2 -

Peggi Carhuallanqui Mejia

Gabo Sicha Huaman

## C.4





# Frecuencias y Períodos de Monitoreo

## Monitoreos discontinuos

*Priorizar la mayor  
existencia de  
contaminantes.*

Tipo de tecnología	Tipo de monitoreo	Periodo de medición (en base al ECA)	Mínima suficiencia de información válida requerida	Frecuencia mínima por muestra o registro
Automática	Continuo	1 hora	>75% (1 hora)	Continua por 5 días
		8 horas	>75% (6 horas)	Continua por 5 días
		24 horas	>75% (18 horas)	Continua por 5 días
		Mensual	>14% (5 días)	Continua por 5 días
		Anual	1 mes	Continua por un mes
Manual	Discontinuo	1 hora	>90% (1 hora)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una muestra horaria al día por 5 días consecutivos, o</li> <li>• Una muestra horaria cada 6 días dentro del periodo de un mes</li> </ul>
		8 horas	>90% (7 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una muestra octohoraria al día por 5 días consecutivos, o</li> <li>• Una muestra octohoraria cada 6 días dentro del periodo de un mes</li> </ul>
		24 horas	>90% (22 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una muestra diaria por 5 días consecutivos, o</li> <li>• Una muestra diaria cada 6 días dentro del periodo de un mes</li> </ul>
		Mensual	>14% (5 días)	<u>Sobre la base de muestreos diarios:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una muestra diaria por 5 días consecutivos, o</li> <li>• Una muestra diaria cada 6 días dentro del periodo de un mes</li> </ul> <u>Sobre la base de muestreos mensuales:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una muestra integrada de un mes</li> </ul>
		Anual	1 mes	Una muestra integrada de un mes

# 1

**Diseño de  
la Red de  
Monitoreo**

1.1.-

Definición de Objetivos

1.2.-

Número de Estaciones y localización

1.3.-

Selección de Parámetros

-

1.4.-

Determinación del tiempo de muestreo

1.5.-

Accesibilidad, seguridad y disponibilidad de energía



## D) MÉTODOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE: POR SU TECNOLOGÍA



2

**D.**

## **Métodos**

**Sistemas Manuales Pasivos**

**Sistemas Manuales Activos**

**Sistemas Automáticos**

**Sensores Remotos**





## ● Aspectos Básicos para la captura de muestra

- Es complicado trasladar una cantidad “x” de metros cúbicos.
- Entonces, el mecanismo debe ser:
- **captura de analito o sustancia de interés.**
- Para la toma de muestra, el dispositivo debe permitir lo siguiente:
  1. *Ingresar la muestra de aire*
  2. *Contar con un medio de colección para la sustancia de interés*
  3. *En el caso de los equipos automáticos*
  4. *Controlar y medir el paso del aire*



**D.**

## **Métodos**

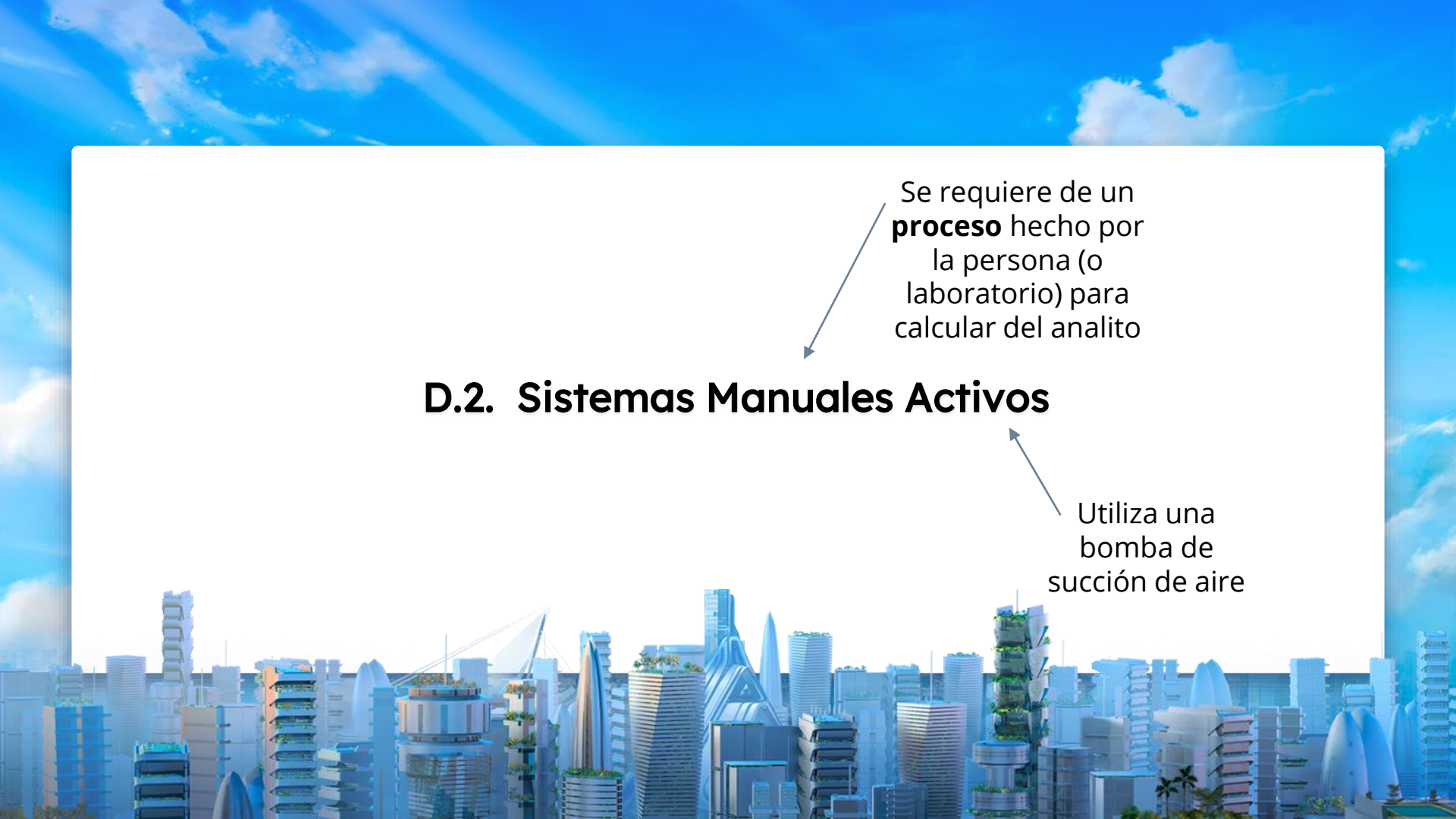
**Sistemas Manuales Pasivos**

**Sistemas Manuales Activos**

**Sistemas Automáticos**

**Sensores Remotos**





Se requiere de un **proceso** hecho por la persona (o laboratorio) para calcular del analito

## D.2. Sistemas Manuales Activos

Utiliza una bomba de succión de aire

## D.2. Sistemas Manuales Activos

### Método Activo para Material Particulado (gravimétrico):

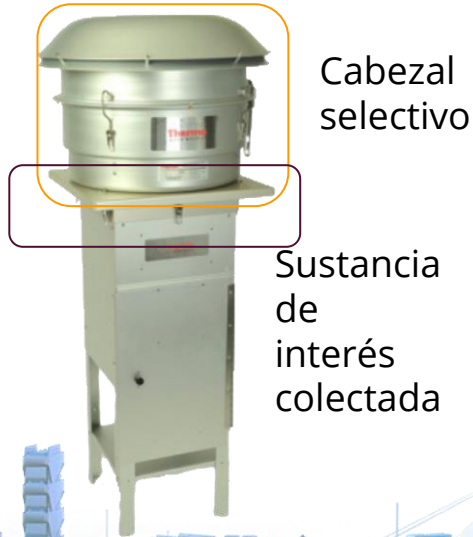
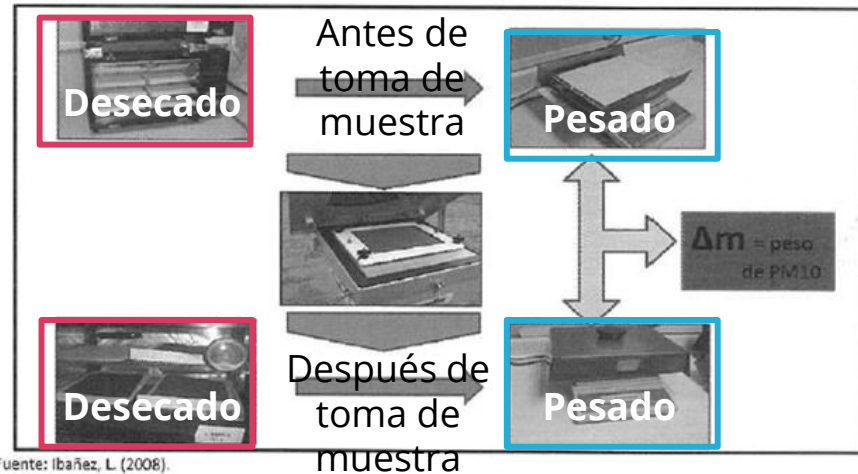


Figura 2. Ejemplo del proceso del Método Gravimétrico para Material Particulado





**No se colecta la muestra para ser analizada en laboratorio.**

Sino, determina la concentración en una **cámara de análisis** dispuesta en el mismo equipo.

### **D.3. Sistemas Automáticos**

También utilizan una bomba de succión



## D.3.1. Métodos automáticos para material particulado

### 1.1. Atenuación de Rayos Beta:

Se basa en la **respuesta óptica** de una muestra.

Radiación emitida por fuente radiactiva, conforme aumenta la masa de partículas en el filtro, se atenuará el paso de esta radiación beta.

### 1.2. Microbalanza oscilatoria de Elemento Cónico

**(TEOM):** Utiliza un **filamento** que sostiene un **filtro** de **13 mm** de diámetro (muestra). Este filamento se somete a una **oscilación** constante, cuya **frecuencia** se irá reduciendo conforme aumente la masa de partículas en el filtro.



### 1.3. Dispersión de luz:

Se basa en la respuesta de las partículas del analito. Se emite un haz de luz a la corriente de aire que ingresa.

La respuesta a este haz de luz permite determinar el tamaño de la partícula así como la cantidad de partículas en la muestra.





# E) MÉTODOS DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE: POR SU GRADO DE EXACTITUD

## *clasificación por presición*

*Métodos de Referencia  
equivalentes*

*métodos*

*EPA (Técnicas de oro)  
diferentes*

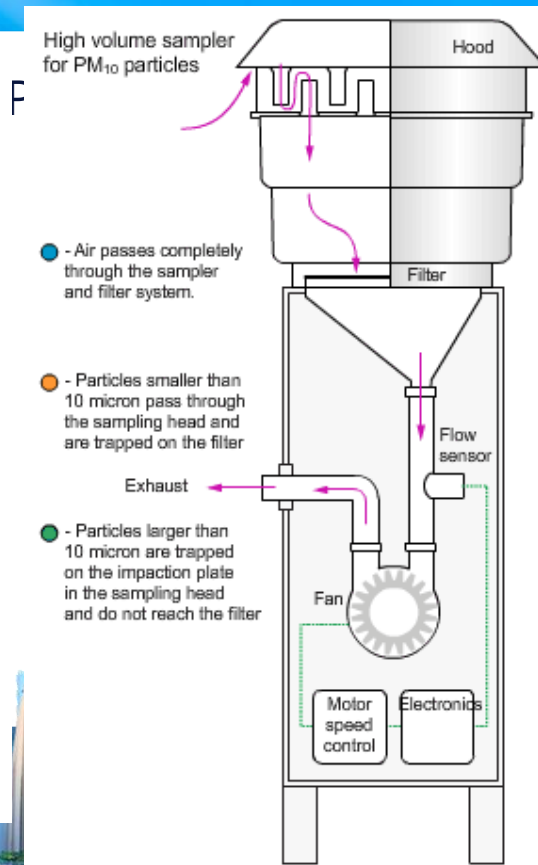
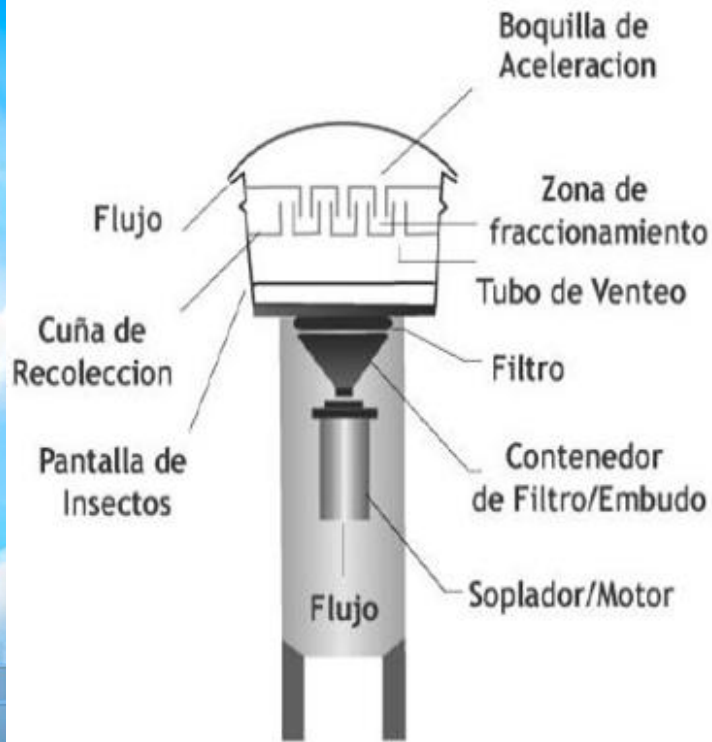
*tecnologías*

*información exacta  
exactitud similar al de referencia*

## ***Métodos para el material particulado***

N°	Sección	Parámetro	Tipo de método	Denominación genérica del método	Norma técnica correspondiente*
01	E.1.1.1	PM <sub>10</sub>  PM <sub>2,5</sub>	Método de Referencia	Separación inercial/filtración (gravimetría).	Norma Técnica Peruana: NTP 900.030, o NTP que la reemplace.
02	E.1.2.1		Método Equivalente	Atenuación de rayos beta	<p>Aquellos que se encuentren en una de las siguientes listas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EPA (USA), denominada "List of designated reference and equivalent methods",</li> <li>• MCerts (Inglaterra), denominada "Continuous ambient air monitoring systems (CAMS)", o</li> <li>• TUV (Alemania), denominada "Certified equipment for continuous emission and ambient air monitoring".</li> </ul>
03	E.1.2.2			Microbalanza Oscilatoria de Elemento Cónico (TEOM)	
04	E.1.2.3			Dispersión de la luz	

# PM10: MÉTODO DE REFERENCIA - SEPARACIÓN INERCIAL/FILTRACIÓN ALTO VOLUMEN 1130L/MIN







<https://www.youtube.com/watch?v=FxJmR2Y2cNk>

# ***PM10: MÉTODO DE REFERENCIA - SEPARACIÓN INERCIAL/FILTRACIÓN BAJO VOLUMEN 16.67 L/MIN***

**Diferencias entre alto y  
bajo volumen ?  
Qué consecuencias genera  
en el diseño del equipo ?  
Cual es el mejor ?**

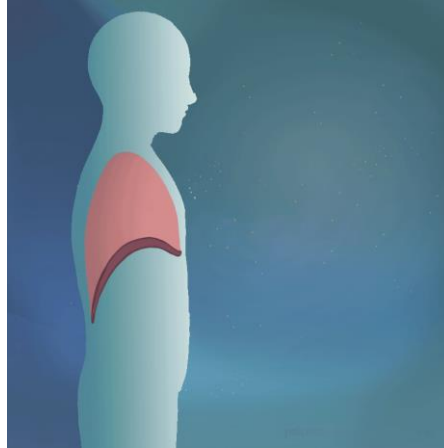
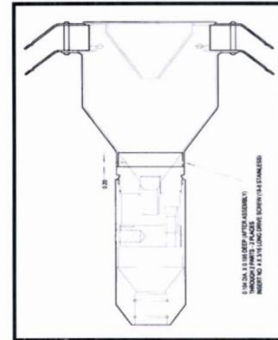


Figura 5. Esquema de un cabezal selectivo de bajo volumen para PM<sub>10</sub>



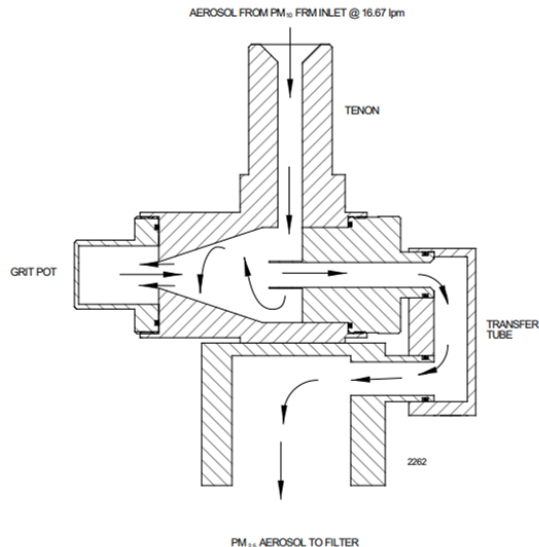
**\*Fracción material grueso  
diferencia aritmética entre el  
resultado de  
= PM10-PM2.5**



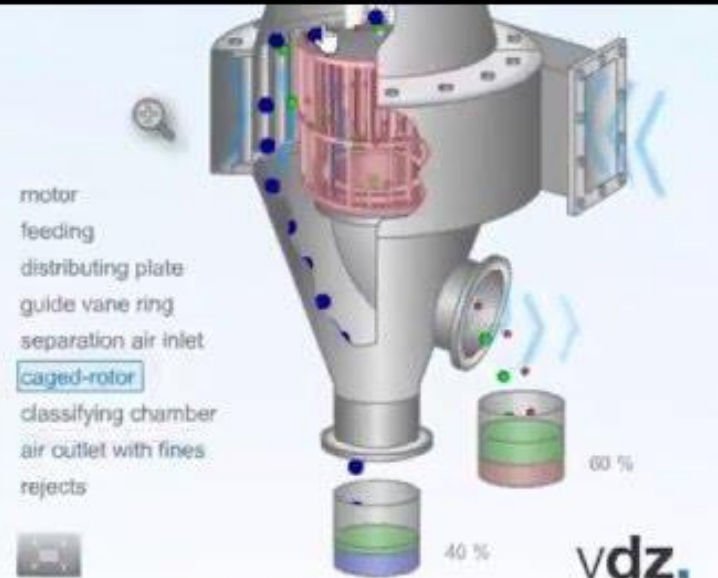
## ***PM 2.5: MÉTODO DE REFERENCIA - SEPARACIÓN INERCIAL/FILTRACIÓN BAJO VOLUMEN 16.67 L/MIN = 1M3/HORA***

**1ra etapa: seleccionar  
partículas pm10**

**2da etapa: Separador selectivo  
de PM 2.5 tipo WINS o VCC**



**\*En el caso del PM<sub>1</sub>, se cuenta  
con el selector SCC 2.229**





**Tipos de filtros**  
Existen muchas más, sin embargo, el protocolo menciona los recomendados para algunos equipos

Filtro de Cuarzo



Filtro de Teflón



Filtro de Vidrio



Desecadores



Balanza Analítica



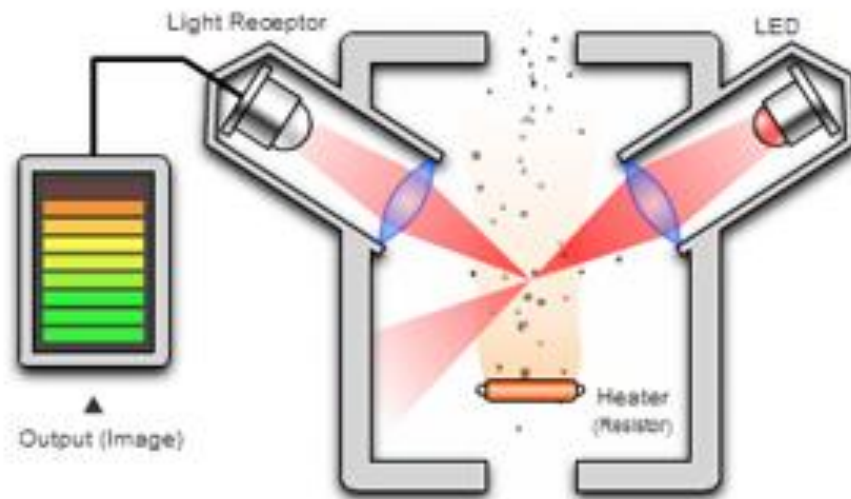
## Dispersión de la luz

Bajo volumen 16.67 l/min

\*No requiere de la separación selectiva de partículas

\*\*Entrada de cabezal omnidireccional

\*Registro digital



*DataRam4 se da por bombeo interno de aire, contiene dos diodos de emisión de luz que emiten longitudes de onda de pico de 660 y 800 nm en una frecuencia de 27 pulsos por segundo*



## EJEMPLOS: EQUIPOS DE CALIDAD DE AIRE EN PERÚ



Estación: CAMPO DE MARTE  
 Dirección: Campo de Marte de Jesus Maria, Jr. Nazca s/n  
 Coordenadas: Lat : 12°4'13.9" S Long : 77°2'35.4" W - Alt : 123 msnm



### FICHA DE LA ESTACIÓN DE VIGILANCIA AMBIENTAL DE LA OROYA

#### INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESTACIÓN

Código de Estación	Ubicación	Distrito	Provincia	Departamento	Inicio de Operación	Coordenadas UTM		Datum	Zona
						Este	Norte		
CA-CC-01	Calle Comandante Zarate cuadra N° 1 - La Oroya, en la azotea de la casa de la cultura de la Municipalidad provincial de Yuli. Aproximadamente a 700 m del Complejo metalúrgico La Oroya	La Oroya	Yauli	Junin	14/12/2017	401757	8726374	WGS-84	18 Sur

#### PARÁMETRO DE CALIDAD DEL AIRE

Parámetro	Equipo	Método de medición	Técnica de medición	Marca	Modelo
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Analizador de gases	Automático	Fluorescencia ultravioleta	Thermo Scientific	43i

#### PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

Parámetro	Equipo	Método de medición	Técnica de medición	Marca	Modelo
Dirección de viento	Estación meteorológica	Automático	-	Campbell	CR1000
Velocidad de viento	Estación meteorológica	Automático	-	Campbell	CR1000

#### Analizador ZUVE

Monoxido de Carbono CO	06/08/2010	06/06/2020	Automatico	Infrarrojo No Dispersivo Analizador T300	TELEDYNE
Ozono Troposferico O3	06/08/2010	06/06/2020	Automatico	Fotometria UV Analizador 4005	TELEDYNE

# F) Criterios para la selección de métodos de medición



- 
1. Tener en cuenta la variabilidad de la concentración de los parámetros a medir (vinculadas a su fuente)

*Tránsito vehicular - variación horaria - métodos automáticos*

1. Tener en cuenta el tipo de información que se pretende obtener:

*información en tiempo real o promedios*



# Criterios para la selección de métodos de medición

Tabla 7. Criterios para la selección de métodos de medición

Requerimiento temporal de la información	Enfoque del monitoreo	Consideraciones generales	Método a seleccionar	Aspectos a considerar
Continuo, a nivel horario y en tiempo real	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoreo vinculado a planes de acción para la mejora de la calidad del aire.</li> <li>Monitoreo orientado a la prevención/evaluación de riesgos en salud ambiental.</li> </ul>	Presupuesto suficiente/ disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad.	Método de referencia o equivalente automático	Los resultados obtenidos pueden ser comparados con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes.
		Presupuesto limitado/ dificultades respecto de la disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad.	Procedimiento alternativo automático	Salvo se cumpla lo indicado en el capítulo G del presente protocolo, los resultados obtenidos no se pueden comparar con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoreo en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y de servicios.</li> </ul>	La información generada es utilizada para los reportes de monitoreo vinculados a instrumentos de gestión ambiental.	Método de Referencia o equivalente automático	Los resultados obtenidos pueden ser comparados con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes.
		La información generada es utilizada para controles internos.	Procedimiento alternativo automático	Salvo se cumpla lo indicado en el capítulo G del presente protocolo, los resultados obtenidos no se pueden comparar con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes.

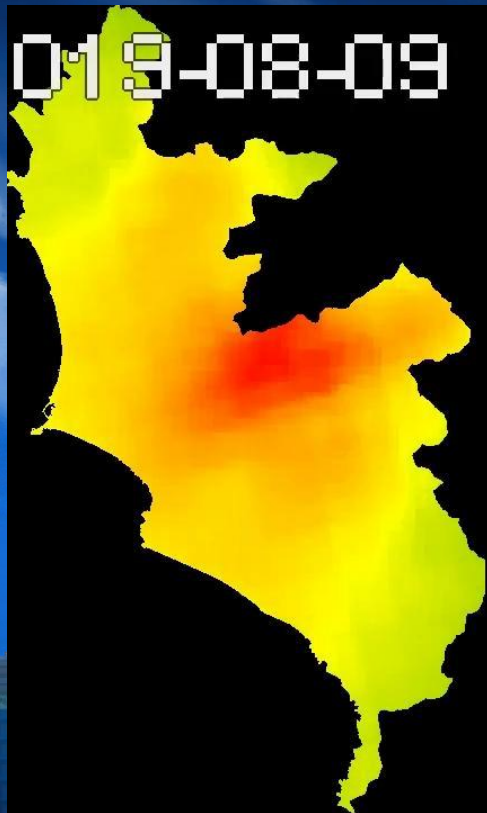
# G) ANÁLISIS PARA LA APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN ALTERNATIVOS

- Monitoreos vinculados a planes de acción para la mejora de la calidad del aire.
- Monitoreos orientado al análisis de efectos en salud ambiental.
- Monitoreos en áreas asociadas a actividades extractivas, productivas y de servicios, únicamente cuando se busque generar información para controles internos



# SATELITAL

019-08-09



# LOW COST

## Cómo medimos la calidad del aire

**Medieval pesquero**  
Un pequeño barco pesquero utiliza una red de pesca, que a su vez el viento levanta y levanta las partículas de la atmósfera.

**Causas**  
Sensores electroquímicos: detectan la presencia de gases (CO, óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) y sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S)).

**Nivel de presión sonora**  
Un micrófono con un amplificador mide el nivel de ruido en decibelios (dB) en tiempo real.

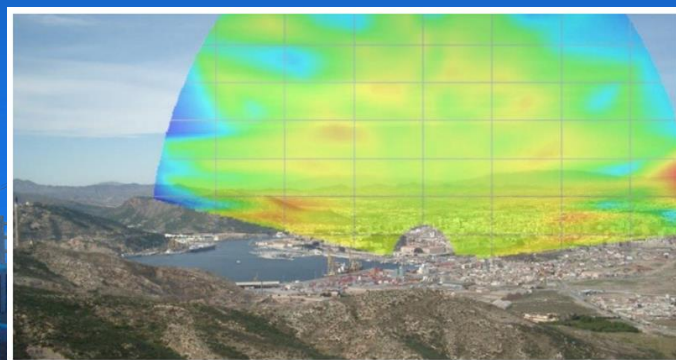
**Parámetros meteorológicos**  
Se mide la velocidad y la dirección del viento, la temperatura y la humedad (RH) y un sensor de presión atmosférica (P).

Módulo (Paisa)

www.munlima.gob.pe

MUNICIPALIDAD DE LIMA

# LIDAR



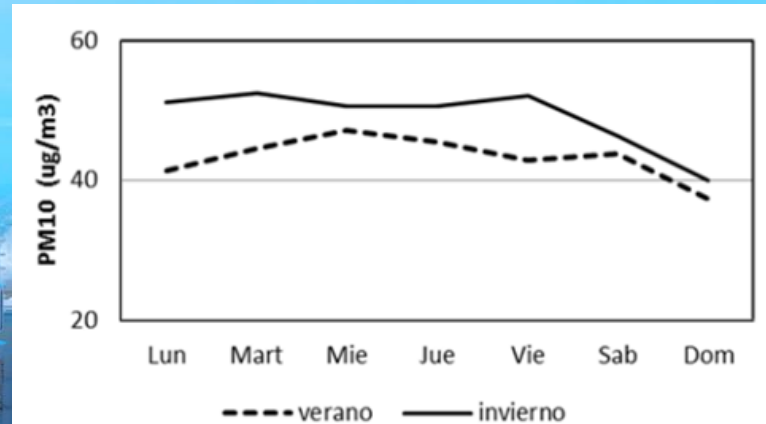
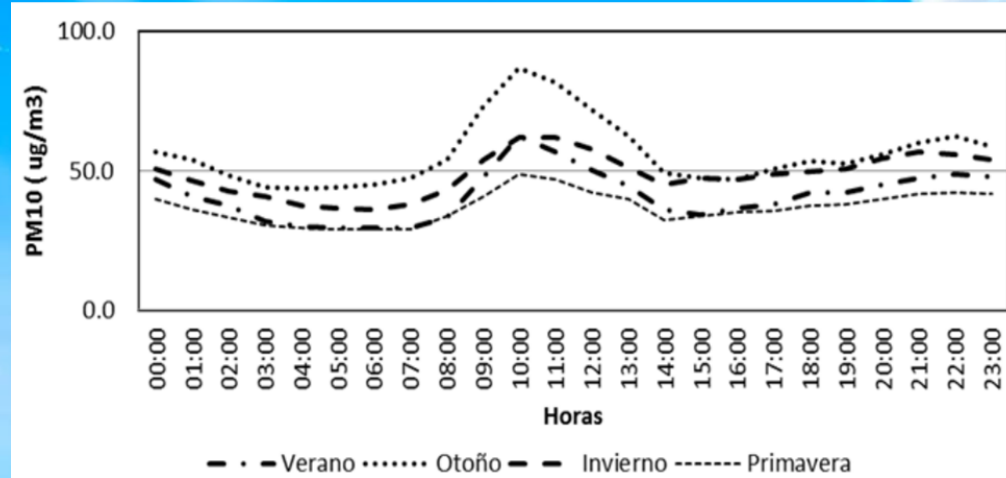
# DRONES



Figura 65: Representación espacial de contaminantes medidos mediante DIAL.



# ¿Cómo se comporta el Material particulado ?



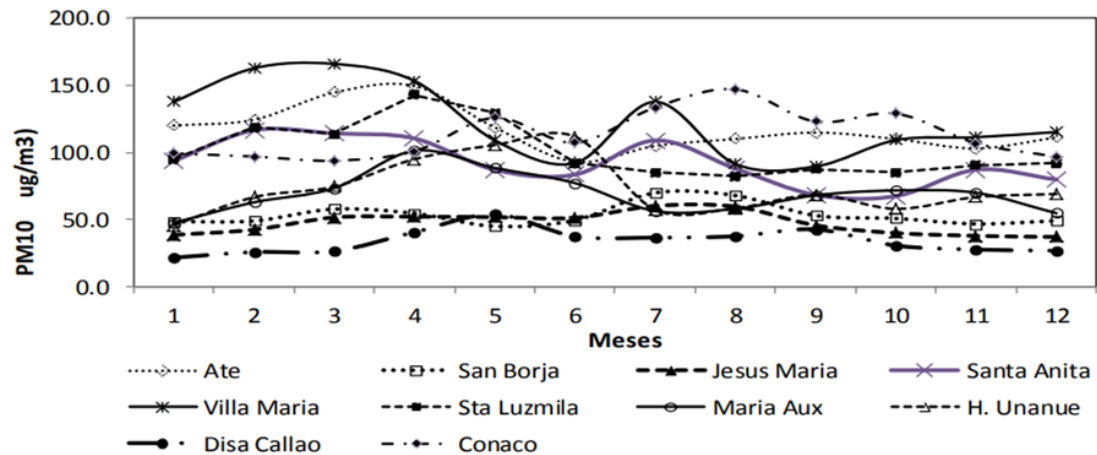
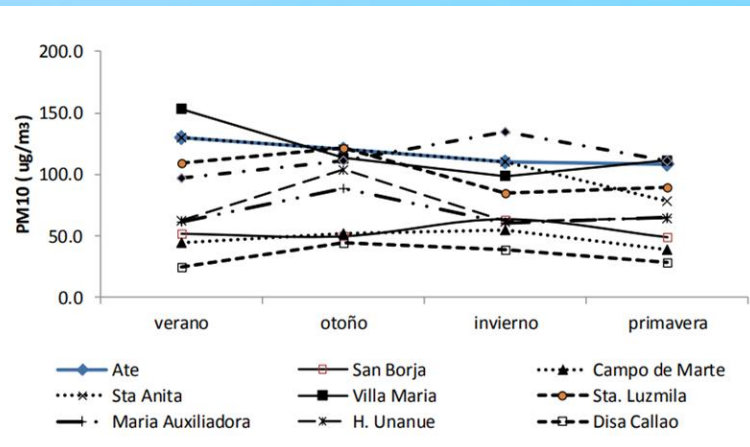


Figura 4. Variación mensual multianual del  $PM_{10}$  para las estaciones de la red del SENAMHI (Periodo 2011- 2014) y la red de la DIGESA (periodo 2007-2014).



# ÍNDICE DE CALIDAD DE AIREA - INCA



## Resolución Ministerial

N° 181 -2016-MINAM

Lima,

14 JUL. 2016

Visto, el Memorando N° 291-2016-MINAM/VMGA del Viceministerio de Gestión Ambiental; el Informe Técnico N° 0032-2016-MINAM/VMGA/DGCA/AIRE de la Dirección General de Calidad Ambiental; el Memorando N° 416-2016-MINAM/OAJ de la Oficina de Asesoría Jurídica; y demás antecedentes; y,

### CONSIDERANDO:

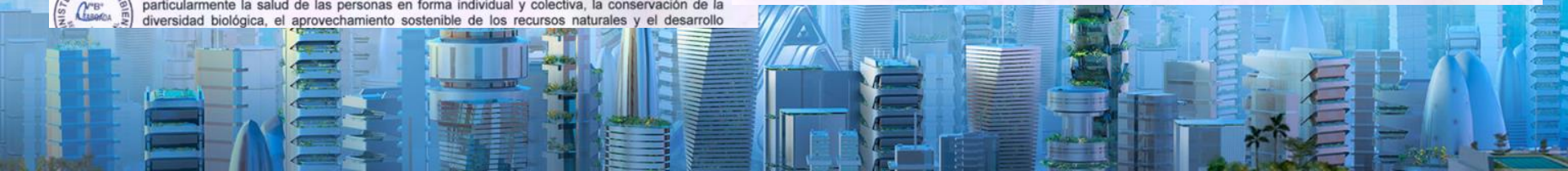
Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, según el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo



Material particulado (PM10) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Ecuación
0 – 50	0-75	$I(\text{PM10}) = [\text{PM10}] * 100/150$
51 – 100	76-150	
101 – 167	151-250	
>167	>250	

Material particulado (PM2.5) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Ecuación
0 – 50	0 -12.5	$I(\text{PM2.5}) = [\text{PM2.5}] * 100/25$
51 – 100	12.6-25	
101 – 500	25.1-125	
>500	>125	





# *GRACIAS*