



**CONFERENCIA SOBRE
CONTAMINACION
AMBIENTAL Y OPERACION
DE INSTRUMENTOS DE
CONTROL AMBIENTAL**



INTRODUCCION

A partir de 1969 aumentó el interes público en relación con la contaminación del aire, aumento de niveles

No existe un problema de contaminación del aire sino mas bien una familia de problemas relacionados

El problema global de la contaminación del aire toma la siguiente forma:

Emisiones → acarreo o transporte → dilucion y modificacion en la atmosfera
efectos sobre las personas, bienes y medio ambiente



DEFINICION CONTAMINACION AIRE

La contaminación del aire es la presencia de material indeseable producido por el hombre, en cantidades lo suficientemente grandes como para producir efectos nocivos.

Daños a:

- Salud humana**
- Vegetación**
- Los bienes humanos**
- Medio ambiente global**
- Ofensas esteticas (aire, color, café o brumoso)**
- Olores desagradables**



Algunos de los contaminantes mas importantes del aire son los contaminantes secundarios, los cuales se forman en la atmosfera a partir de precursores y/o contaminantes primarios. El significado de PPM en volumen o mol, cuando se aplica a los gases, y de PPM en masa o peso, cuando se aplica a liquidos y solidos.

FUENTES	PM10-SOX- CO -NOX-VOC				
Transporte	1.5	0.1	43.5	7.3	5.1
Quema de combustibles	1.1	16.6	4.7	10.6	0.67
Procesos industriales	1.85	3.2	4.7	0.6	7.9
Disposicion de desechos solidos	0.3	0.02	2.1	0.1	0.7
Diversas	0.75	0.01	7.2	0.21	0.6



Emision:
Fuentes
Medicion
Control



Atmosfera:
Acarreo
Dilucion
Modificacion



Efectos sobre:
Salud humana
Materiales
Clima global



Extracción de los contaminantes
Por mecanismos naturales



CLASIFICACION CONTAMINANTES

Contaminantes Primarios: -Material Particulado(MP)
-Monoxido de Carbono (CO)
-Oxido de Nitrogeno (NO)
-Hidrocarburos (HC)

Contaminantes Secundarios: -Dioxido de nitrogeno NO₂
-Ozono O₃

EJEMPLO:





UNIDADES

**Emisiones de vehiculos: g/milla; g/kilometros;
milla vehiculo/hora; km recorridos/hora; milla/galon;
kilometros/galon.**

Modelos matematicos: g/s; $\mu\text{g/s}$

Concentración: ppm ; $\mu\text{g/m}^3$; ppb

ppb=ppmm= $\mu\text{g/kg}$

$\mu\text{g/m}^3 = \text{ppm} \times \text{peso molecular} (10^3)$

24.5



Filosofías del control de la contaminación del aire

-Norma sobre emisiones

Filosofía aire limpio

-Reglamentaciones actuales de la EPA

-NSPS (New Source Performance Standards)

(Normas de comportamiento para las nuevas fuentes estacionarias)

(Version de 1991 de la 40CFR 60, resolución 391 de 2001 para Bogotá D.C/decreto 02/82 resto país)

-Norma sobre normas de la calidad del aire

-Situación del valor de umbral (“Que tan limpio debe ser el aire”)

(NAAQS) National Ambient Air Quality Standards (EPA)

-Filosofía de impuestos por emisiones.

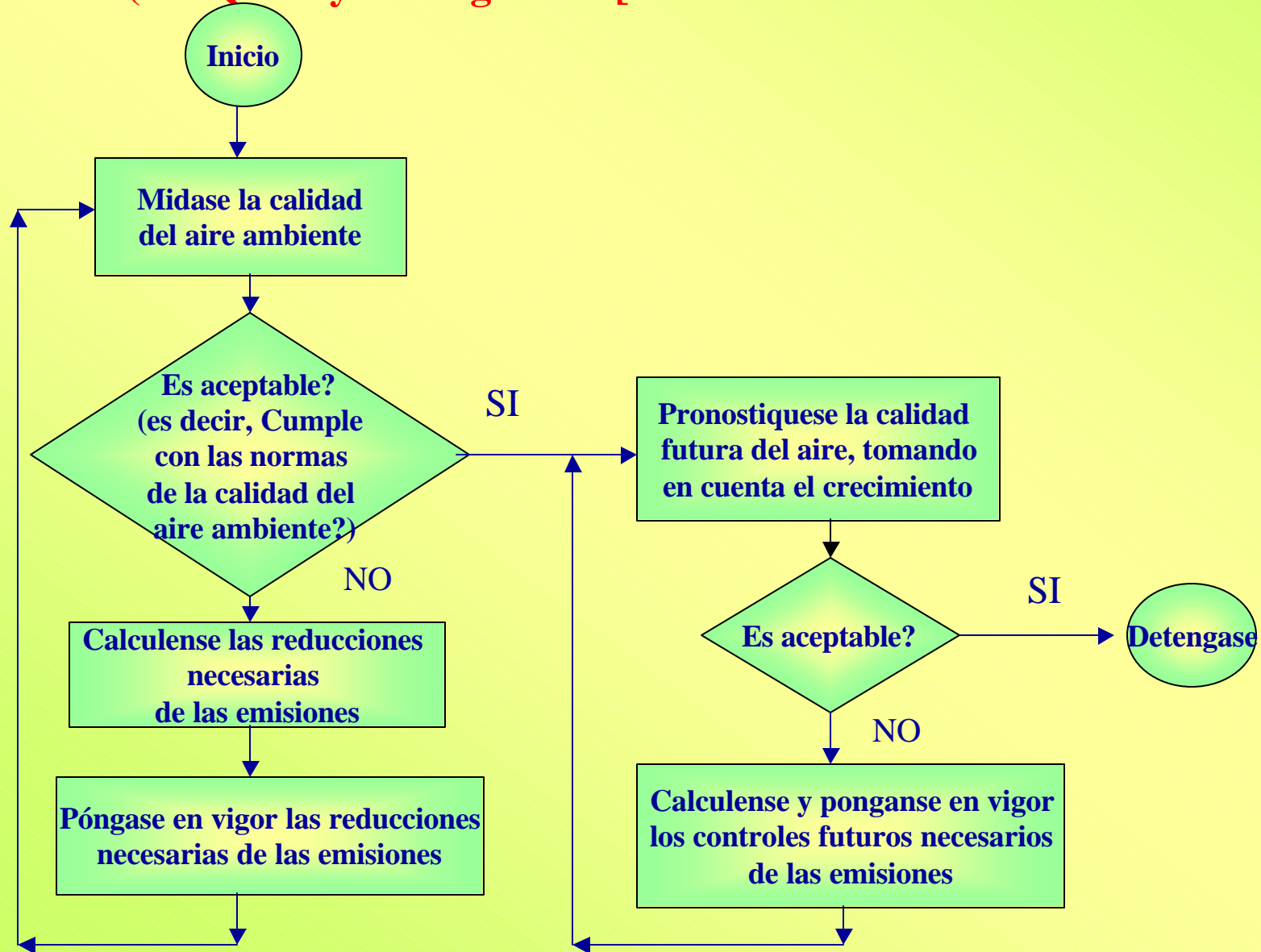
Incentivos económicos

Filosofía del costo beneficio

- Reducir la concentración del aire ambiente por medio de gastos para control de la contaminación



Proceso de las National Ambiente Air Quality Standards (Air Quality Management [Administración de la Calidad del Aire])





CONTAMINANTES CRITERIO O CONVENCIONALES

- Particulas totales suspendidas PST (TSP)
- Particulas finas respirables PM10
- Dioxido de Azufre SO_2
- Dioxido de Nitrogeno NO_2
- Monoxido de Carbono CO
- Ozono O_3



METODOS ANALITICOS STANDARD APROBADOS POR LA EPA

En la terminología de la EPA, para cada contaminante del aire existe un método de referencia, que es el método de prueba considerado como estándar contra el cual se pueden probar otros métodos, existen métodos equivalentes, que se han comprobado contra el método de referencia y se ha encontrado que dan resultados similares. En general, los métodos equivalentes son mas sencillos de llevar a cabo y menos caros que los de referencia.

Material particulado, con un diametro de 10 μ menos (PM₁₀)

En un muestreador de alto volumen, con una boquilla diseñada para excluir las particulas con un diametro mayor de 10 micras, se hace pasar un volumen grande y medido de aire a través de un filtro pesado previamente, el cual entonces se vuelve a pesar.



Bióxido de Azufre (SO₂) En el método de West-Gaeke se hace burbujear un volumen conocido de aire través de una solución de tetracloromercurato de sodio, el cual forma un complejo con el SO₂. Después de varias reacciones intermedias, la solución se trata con pararrosanilina, con el fin de formar el ácido metilsufónico de pararrosanilina, de color intenso, cuya concentración se determina en un colorímetro.

Ozono (O₃) El aire se mezcla con etileno, el cual reacciona con el ozono en una reacción que emite luz (quimiluminescente). La luz se mide con un tubo fotomultiplicador.

Monóxido de carbono (CO) La concentración se mide por medio de absorción infrarroja no dispersiva (NDIR). Aquí no dispersiva significa que la radiación infrarroja no es dispersada por un prisma o rejilla hacia longitudes de ondas específicas; en lugar de ello se usan filtros para obtener una banda de longitudes de onda que el CO absorbe fuertemente.



Hidrocarburos (no metano) La norma es para los hidrocarburos, con exclusión del metano. El gas se pasa por un detector de ionización por llama (FID), en donde se queman los hidrocarburos en una llama de hidrógeno. Los hidrocarburos causan más ionización que el hidrógeno; esta ionización se detecta electrónicamente. Parte de la muestra se desvia hacia un cromatógrafo de fase gaseosa, en donde el metano se separa de los otros gases y, a continuación, se cuantifica. Su concentración se resta del valor total de hidrocarburos obtenidos con el FID.

Bióxido de Nitrogeno (NO₂) El NO₂ se convierte en NO, el cual, a continuación, se hace reaccionar con el ozono. Se mide la luz emitida por esta reacción quimiluminescente. En virtud de que el aire ambiente contiene NO (muchas veces más que NO₂), se corre una muestra paralela, sin conversión del NO₂ en NO, y la lectura resultante de este último se resta de la lectura combinada de NO y NO₂ para obtener el valor de NO₂. Normalmente, el instrumento da también información sobre la concentración de NO.



API INCI **(AdVanced POLLution Incorporated)**

1988-API es fundada por MR.Ed Etness

1989-Primer producto analizador SO₂ Modelo 151

1990-Primer producto todo digital – Analizador de SO₂ Modelo 100

1993-Analizador de O₃ mas popular en el mundo

1994-Linea de equipos para calibracion

1995-API es reconocida dentro de las 500 compañías de mas rápido crecimiento

1996-API llega a ser la #1 en USA

1996-Introduce productos medicos y semiconductores



Linea de Productos Calidad del Aire API INC

- *SO₂- Analizador de fluorescencia UV Modelo 100A
- *H₂S-Analizador de fluorescencia UV Modelo 102A
- *Azufre total reducido-Analizador trs de fluorescencia UV Modelo 102A
- *NO-NO₂-NOX-Analizador de quimiluminiscencia Modelo 200A
- *NH₃-Analizador de quimiluminiscencia Modelo 201A
- *CO-Analizador de correlacion de filtro de gas Modelo 300
- *O₃-Analizador de absorcion UV Modelo 400
- *Calibrador O₃-Calibrador de Ozono Modelo 401
- *Calibracion (automatica)-Calibrador de flujo masico Modelo 700
- *Calibracion (manual)-Estacion de Calibracion Modelo 702
- *Aire Cero-Sistema aire cero Modelo 701



Evolucion de instrumentacion de Monitoreo de Aire

Antes de 1930

Canarios ,Llamas, Animales

1930-1960: Muestreo mediante materiales reactivos para post-muestra y analisis, incluye burbujeadores, filtros, tubos absorbentes.

1960-1970: Primera generacion de analizadores continuos quimica humeda, PID, FID

1970-1985: Segunda generacion de analizadores continuos: Quimiluminiscencia, GFC, Fluorescencia.

1985-1993: Analizadores a base de microprocesadores.

1993-Presente: Segunda generacion de Analizadores a base de microprocesadores diagnosticos remotos, calibraciones automaticas almacenamiento de datos y desarrollo de comunicaciones.



Que hay en un shelter o remolque Moderno?

1. Analizadores y muestreadores

SO₂, O₃, NO-NO₂-NO_X, CO, HC, PM₁₀, TSP, etc...

2. Equipo de calibracion

Calibrador de flujo masico, sistema aire cero, gases de calibracion, equipo de auditoria de flujo.

3. Equipo Meteorologico

Velocidad viento, direccion del viento, temperatura, humedad relativa, presion, radiacion solar, precipitacion perfil de aire.

4. Captura de datos

Computador, datalogger transductor meteorologico, registrador grafico, pc portatiles etc....

5. Telemetria

Modem, telefono, telefono celular, VHF, comunicaci3n satelital etc..

6. Equipo de manejo de gases

Manifold de muestra, manifold de salida reguladores tuberia PTFE, tuberia SS, conectores.

7. Otros equipos

Aire acondicionado, shelter (remolque o cabina), muebles, acondicionamiento de energia.



Metodos de muestreo (resolucion 391/2001)

MANUALES

CONTAMINANTE	TOMA DE MUESTRA	METODO DE ANALISIS
Particulas totales suspendidas	Muestreador HI-Vol (alto volumen)	Gravimetrico
SO2	Burbujeadores de gases (rac-3)	Colorimetrico (pararosanilina)
NO2	Burbujeador de gases (rac-3)	Colorimetrico (neda)
PM10	Clasificador de alto volumen	Gravimetrico

AUTOMATICOS

CONTAMINANTE	TOMA DE MUESTRA	METODO DE ANALISIS
Particulas en suspensión	Analizador Beta	Absorción rayos beta
SO2	Analizador	Conductimetria/UV fluorescencia
NO2	Analizador	Quimi-luminiscencia
O3	Analizador	Quimi-luminiscencia Absorción UV
CO	Analizador	Infrarrojo no dispersivo, Infrarrojo con correlación de filtro de gas
Hidrocarburos	Analizador	FID Ionización de llama



Que es el monitoreo del aire ambiente?(AAM)?

- Mediciones directas de contaminantes del aire (y parámetros meteorológicos)
- Mediciones pueden usar las técnicas continuos, intermitentes, o muestras de grúa
- Se puede actualizar un análisis químico automaticamente con el equipo de monitoreo o manualmente en un laboratorio fuera de sitio



Porqué se Actualiza el Monitoreo Ambiente del Aire?

- Para determinar donde sucede la contaminación del Aire cuáles contaminates están presente, y a que nivel de concentración
- Para definir el estado natural y magnitud de los problemas locales de la calidad del Aire
- Para determinar niveles de exposición de comunidad en su totalidad
- Para medir el desarrollo de cumplimiento hacia las pautas o metas
- Como parte de un programa gerencial de calidad del aire



1. INTRODUCCIÓN A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA



1. CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La presencia o acción de los contaminantes en condiciones tales que duración, concentración o intensidad afectan la vida y la salud de las personas, animales o vegetal, los bienes naturales del hombre o de la comunidad o interfieran su bienestar.

2. REPRESENTACIÓN DE LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE

- 2.1 Fuentes de Emisión
- 2.2 Mecanismo de Transporte
- 2.3 Cuerpos receptores



3. FUENTES

3.1 Naturales

3.2 Artificiales

3.2.1 Fuentes estacionarias o fijas

3.2.2 Fuentes fijas

4. TIPOS DE EMISIÓN

4.1 Emisiones gaseosas

4.2 Emisiones particuladas

4.3 Emisiones de polvos, humos, nieblas



5. MATERIAL PARTICULADO

- Sólidos o líquidos de tamaño muy pequeño.
- La composición de las partículas depende del tipo de fuente.
- Las partículas menores de 10 micras, la velocidad de sedimentación es despreciable comparada con la velocidad del viento y la turbulencia.
- Las partículas cuyo diámetro está entre 0.1 y 10 micras se denominan partículas en suspensión.



5.1 Composicion Quimica

- Cenizas de carbón
- Hidrocarburos solubles en solventes orgánicos (Benceno)
- Material soluble en agua (Sulfato de amonio)
- Cenizas insolubles (hierro, plomo, manganeso)

5.2 Importancia

- Afecta la salud de las personas
- Reduce la visibilidad
- Reacciona con otros contaminantes



6. CONTAMINANTES INORGÁNICOS

- Gases de azufre SO_2 , SO_3 , SO_4 , H_2S
- Óxidos de carbono CO , CO_2
- Gases Nitrogenados

7. CONTAMINANTES ORGÁNICOS

- Hidrocarburos
- Aldehídos y Cetonas
- Ácidos Orgánicos

8. TRANSPORTE DE CONTAMINANTES

- Condiciones de la Fuente
- Factores Meteorológicos
- Factores Topográficos



9. RECEPTORES

- Hombres, Animales, Plantas, Materiales.

10. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN SOBRE LOS MATERIALES

- Ensuciándolos
- Deteriorándolos

11. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE SOBRE LA VEGETACIÓN

- Fitotóxicos
- SO₂, Nitrato de peroxiacetilo (PAN), Cloro, Cloruro de Hidrógeno, Mercurio



12. EFECTOS DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE SOBRE LA SALUD

Depende de:

- Propiedades fisicoquímica de los contaminantes
- Tamaño, densidad, viscosidad,, forma, carga eléctrica, volatilidad, solubilidad, reactividad química.
- Tiempo de exposición
- Concentración
- Vía de exposición
- Mecanismo de defensa y metabolismo del contaminante en el humano.



13. RESPUESTA BIOLÓGICAS HUMANAS A LA EXPOSICIÓN DE CONTAMINANTES

- Fijación del contaminante en los tejidos (No se asocia con otros cambios biológicos.)
- Cambios fisiológicos o metabólicos de significado incierto.
- Cambios fisiológicos o metabólicos bien definidos (Enfermedad centinela)
- Morbilidad
- Mortalidad

14. GRUPOS DE LA POBLACIÓN MÁS SUCEPTIBLES A LA CONTAMINACIÓN

- Niños
- Ancianos
- Enfermos



15. MECANISMOS DE ACCIÓN DE LOS CONTAMINANTES

- Contactos :
Piel, Mucosa
- Vías de entrada :
Sistema respiratorio

16. DIÓXIDO DE AZUFRE

- Umbral de olor 0.5 y 0.7 ppm
- Umbral de sabor 0.3 a 1.0 ppm



17. EFECTOS AGUDOS CAUSADOS POR EL DIÓXIDO DE AZUFRE

- Espasmos pasajeros de los músculos lisos de los bronquios
- Resistencia al paso del aire
- Aumento de la producción de mucus
- Inflamación grave de la mucosa descamación del epitelio
- Espasmo bronquial se agrava con presencia de aire frío

18. EFECTOS CRONICOS CAUSADOS POR EL DIÓXIDOS DE AZUFRE

- Aumento de la producción de mucus
- Engrosamiento fibrotico de las paredes de los bronquios (animales)



19. EFECTOS DEL TRIOXIDO DE AZUFRE Y DEL ÁCIDO SULFURICO

- El SO₃ es más irritante que el SO₂ produce bronco espasmo.
- El Dióxido y Trióxido de Azufre, el Ácido Sulfúrico y los Sulfatos aumentan la frecuencia cardiaca y la tasa respiratoria.

20. EFECTOS DEL MONÓXIDO DE CARBONO

- Reacciona con la hemoglobina para formar carboxihemoglobina (COHb)
- Afinidad de la hemoglobina por el CO es 20 a 300 veces mayor que por el O₂

21. EFECTOS DEL PLOMO

- Entrada al organismo:
Ingestión, inhalación
- Propiedades:
Se acumula en el organismo principalmente en huesos.
Afecta sistemas neurológico, sanguíneo, endocrino, hepático, cardiovascular, inmunológico y gastrointestinal.



22. EFECTOS DEL OZONO

– Propiedades

Gran oxidante, altamente reactivo y olor penetrante

Es un subproducto de una serie de reacciones fotoquímicas (óxido nitroso, hidrocarburos, Monóxido de carbono)

– Síntomas

Irritación en la vista, nariz y garganta

Afecta los vegetales (lechuga, espinacas y el tabaco)

Afecta muchos materiales (goma, plásticos, tintes, pintura)



2. CRITERIOS DE DISEÑO DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO DE CONTAMINACION DEL AIRE



Qué es Monitoreo ?

Son mediciones directas de contaminantes del aire así como de parámetros meteorológicos.

Las mediciones se pueden hacer en forma continua o discontinua

Los muestreos o mediciones se pueden estar actualizando con un equipo automático o a través de una muestra y su análisis se complementa en laboratorio



I OBJETIVOS DE UNA RED DE MUESTREO DEL AIRE



OBJETIVOS GENERALES

1. Determinar la maxima concentracion que se espera ocurra en el area cubierta por la red
2. Determinar la concentracion representativa de areas desamente pobladas
3. Determinar el impacto de los niveles de contaminacion ambiental de fuentes significantes o categorias de fuentes
4. Determinar los niveles historicos de la concentracion de contaminantes



OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. ESTABLECER NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE
2. ESTABLECER PROGRAMAS ADECUADOS DE CONTROL
3. OBSERVAR TENDENCIAS DE LA CONTAMINACION A LARGO PLAZO
4. VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE Y EVALUAR ESTRATEGIAS DE CONTROL
5. ACTIVAR PROCEDIMIENTOS DE CONTROL EN SITUACIONES DE EMERGENCIA
6. EVALUAR LOS RIESGOS DE LA CONTAMIANCION PARA LA SALUD HUMANA
7. DETERMINAR LOS RIESGOS PARA EL MEDIO AMBIENTE
8. OBTENER INFORMACION PARA PLANIFICAR EL USO DE LA TIERRA
9. VALIDAR MODELOS DE DISPERSION
10. INVESTIGAR QUEJAS CONCRETAS
11. LLEVAR A CABO ENCUESTAS DE EVALUACION INICIAL



II ETAPAS DEL DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AIRE



- ETAPA 1** DIAGNOSTICO SITUACIONAL
- ETAPA 2** EVALUACION INICIAL DE LA SITUACION EN
TERRENO
- ETAPA 3** ANALISIS DE LOS RESULTADOS
- ETAPA 4** IDENTIFICACION DE LOS OBJETIVOS.
AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA
INFORMACION BASICA.
EVALUACION DE LOS RECURSOS DISPONIBLES
- ETAPA 5** SELECCION DEL PROCEDIMIENTO DE VIGILANCIA
- ETAPA 6** DISEÑO DE LA RED
INICIACION DE ACTIVIDADES AFINES
- ETAPA 7** EJECUCIO DEL PROGRAMA



III ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE LA RED DE MUESTREO DEL AIRE



1. CONTAMINANTES A DETERMINAR
2. PARAMETROS METEOROLOGICOS
3. NUMEROS DE ESTACIONES
4. UBICACION DE LAS ESTACIONES
5. CLASE DE INSTUMENTOS
6. PERIODOS DE MUESTREO
7. METODOS Y FRECUENCIA DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS
8. SISTEMA DE RECOLECCION DE DATOS
9. ANALISIS DE LOS DATOS Y SUMINISTRO DE INFORMACION
10. Diagrama de una estacion



1. CONTAMINANTES A DETERMINAR:

1.1 INVENTARIO EMISORES

Industria

Vehiculos Automotores

Incineradores

Quemas Abiertas

1.2 PROCESOS TIPICOS DE LA REGION

Papel

Cemento

Caña de azucar

Alimentos

Metal Mecanica

1.3 INVENTARIO DE EMISIONES

Particulas en suspension (PTS)

Hidrorcarburos

(HC)

Monoxido de carbono (CO)

Anhidrido sulfuroso (SO₂)



2. PARAMETROS METEOROLOGICOS

- 2.1 Velocidad y dirección del viento
- 2.2 Regimen de lluvias
- 2.3 Variación diaria y annual de temperatura
- 2.4 Variación diaria y annual de precipitación
- 2.5 Variación de la temperatura con la altura
- 2.6 Alta y duración de inversiones de temperatura

3. NUMERO DE ESTACIONES DE MUESTREO

- 3.1 Parametros de diseño:
 - Area geografica que cubrira la red
 - Variabilidad de la concentracion de contaminantes
 - Condiciones topográficas del área
 - Objetivo de la red



4. UBICACION DE LAS ESTACIONES

4.1 SELECCIÓN DE ZONAS REPRESENTATIVAS

Mapa de la ciudad zonificado segun el uso del suelo.

Representacion grafica de la variaciones de la direccion y velocidad del viento (Rosa de los vientos.)

Condiciones topográficas de la ciudad.

Trazo de una red geometrica.

Utilización de modelos matemáticos de dispersión.

4.2 SELECCION DE SITIOS ESPECIFICOS DENTRO DE LA ZONA

Disponibilidad de terreno.

Acceso a los sitios de muestreo

Disponibilidad de corriente eléctrica.

Seguridad del sitio.

Protección contra vandalismo



5. CLASE DE INSTRUMENTOS

5.1 TIPOS DE SENSORES

5.1.1 Contacto

5.1.2 Remotos

5.2 DEFINICIONES

5.2.1 SENSOR DE CONTACTO:

Es aquel que necesita estar en contacto con el fenómeno para poder medir una o más de sus propiedades.

5.2.2 SENSORES DE CONTACTO ESTÁTICO:

Son aquellos que no tienen mecanismo activo de muestreo sino que el aire pasa a través de ellos haciendo el contacto. Requiere Análisis de Laboratorio.



5.2.3 SENSORES DE CONTACTO MANUALES:

Son aquellos que utilizan un mecanismo activo de muestreo (Bomba de succion) pero el analisis de la muestra se hace en un laboratoriorio.

5.2.4 SENSORES DE CONTACTO AUTOMATICOS:

Los instrumentos automaticos disponen de un mecanismo activo para recolectar la muestra y efectuar analisis de esta automaticamente en el mismo lugar de la recoleccion.

5.2.5 SENSOR REMOTO:

Es aquel que obtiene informacion sobre el fenomeno sin estar en contacto con este.



6. PERIODO DE MUESTREO Y FRECUENCIA

6.1 PERIODO

Breve (una a tres horas)

Moderado (un día)

Prolongado (un mes)

SENSORES

Automaticos

Manuales

Estaticos

6.2 FRECUENCIA

6.2.1 **La vigilancia a corto plazo** de un problema específico requiere alto número de estaciones y un periodo no muy prolongado.

6.2.2 **Para evaluar las tendencias.** Muestreo intermitente (1 muestra cada seis días) la variación del promedio de una serie de datos intermitentes con una serie de datos continuos, es del 2% si la medición es **dia de por medio** y del 4% al 5% si es **cada seis días**.



Una **Frecuencia permanente** se justifica cuando se dispone de equipo automatico y el programa contempla procedimientos de urgencias en situaciones de alta contaminacion.

7. METODO Y FRECUENCIA DE CALIBRACION DE LOS EQUIPOS

Sensores Manuales	Cada seis meses	Medidor de gas seco.
Sensores Automaticos	Cada tres meses	Control de flujo y el metodo de analisis.
	Cada seis meses	El laboratorio.

8. SISTEMA DE RECOLECCION DE DATOS

SENSORES ESTATICOS MANUALES

1. Formatos diseñados pra el efecto



INSTRUMENTOS AUTOMATICOS

1. Cintas de papel de registro continuo.
2. Dispositivos analogos o colectores digitales electronicos.
3. Recoleccion manual de informacion por el operador del instrumento.

9. ANALISIS DE LOS DATOS Y SUMINISTRO DE INFORMACION

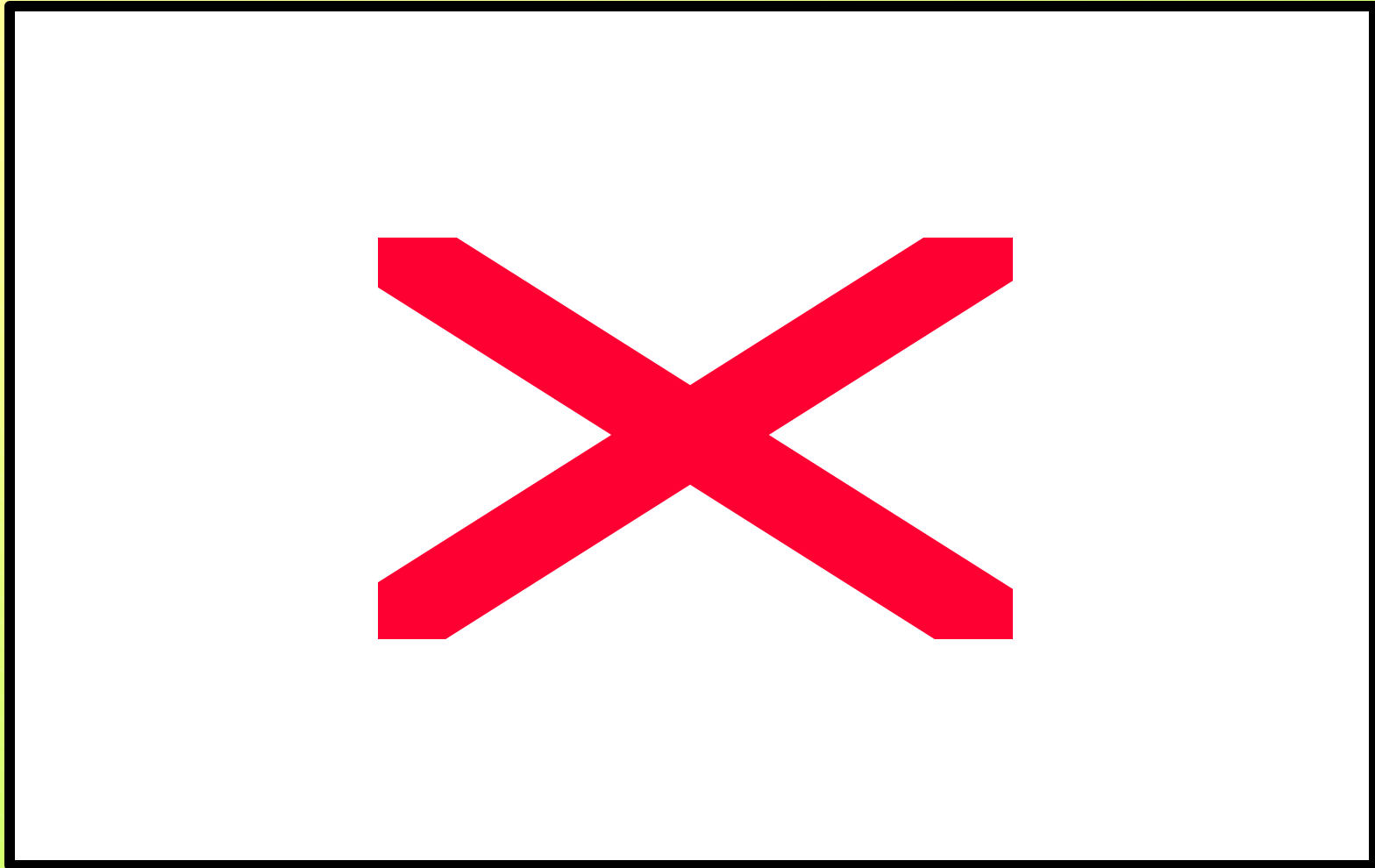
9.1 Para datos no agrupados (DNA)

9.2 Para datos agrupados (DA)

Media Aritmetica, Geometrica, Armonica, Cuadratica, Mediana, Moda, Desviacion Tipica y otras medidas de dispersion.



DIAGRAMA DE UNA ESTACION



SISTEMA DE OPERACION O FLUJO DE UNA ESTACION
DE CALIDAD DEL AIRE



BIBLIOGRAFIA

- Ing. Jose Antonio Gallego
- Bart Ecklund
- Oscar Borja