

302827 N=19  
2Ej.

UNIVERSIDAD MOTOLINIA, A.C.

ESCUELA DE QUIMICA  
CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA U.N.A.M



"DETERMINACION DE COMPUESTOS  
ORGANICOS SINTETICOS POR CROMATO-  
GRAFIA DE GASES EN AGUA RESIDUAL"

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO  
P R E S E N T A :

*VERONICA MARIA PEREZ MEDINA*

MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES JOSE Y MARIA, POR SU CONFIANZA, SU APOYO, SU PACIENCIA Y SU GRAN CARINO QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO.

A MIS HERMANOS JUAN BERNARDO Y VICTOR OSCAR, CON CARINO ESPECIAL.

A MI QUERIDO ESPOSO FELIPE, QUIEN CON SU VALIOSA AYUDA, SU AMOR INCONDICIONAL, SU CONSTANTE ESPERANZA Y SUS GRANDES CONOCIMIENTOS, ME HA APOYADO EN CADA MOMENTO A SEGUIR SIEMPRE ADELANTE.

A MIS MAESTROS, QUE CON SU APOYO Y COLABORACION HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DE CUMPLIR CON ESTA META.

AL QUIMICO JUAN IGNACIO LISTARAN CERVANTES, POR SUS FACILIDADES OTORGADAS EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO.

A TODO EL PERSONAL PROFESIONAL Y TECNICO DE LABORATORIOS ABC, QUIMICA, INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A. DE C.V., POR SU APOYO Y CONFIANZA DEPOSITADA EN MI.

GRACIAS.

## INDICE

	Pag.
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA -----1
1.2	OBJETIVOS -----2
1.3	HIPOTESIS -----2
 <b>CAPITULO II</b>	
<b>ANTECEDENTES</b>	
2.1	GENERALIDADES -----3
2.2	TIPOS DE CONTAMINANTES -----6
2.2.1	FUENTES -----7
2.2.2	ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES -----8
2.2.3	CINETICA DE LOS CONTAMINANTES EN EL AMBIENTE --9
2.3	CONTAMINACION DEL AGUA -----12
2.3.1	CARACTERIZACION DE QUIMICOS ORGANICOS EN AGUA RESIDUAL -----12
2.3.2	CONTAMINACION INTEGRADA A AGUA, AIRE Y TIERRA -----13
2.3.3	RECOMENDACIONES -----13
2.4.	EXPOSICION A LOS CONTAMINANTES -----15
2.4.1	EFFECTOS SOBRE LA CADENA ALIMENTICIA -----17
2.4.2	ABSORCION POR PLANTAS -----19
2.4.3	ABSORCION POR HUMANOS -----19
2.5	RIESGOS A LA SALUD -----20
2.6	CROMATOGRAFIA DE GASES -----21
2.6.1	CROMATOGRAFO DE GASES -----21
 <b>CAPITULO III</b>	
<b>PARTE EXPERIMENTAL</b>	
3.1	DIAGRAMA GENERAL -----25
3.2	MATERIAL, REACTIVOS Y EQUIPOS -----26
3.2.1	MATERIAL DE LABORATORIO -----26
3.2.2	REACTIVOS -----27
3.2.3	INSTRUMENTOS Y EQUIPOS -----27
3.3	METODOLOGIA -----28
3.3.1	APLICACION -----28
3.3.2	RESUMEN DEL METODO -----28
3.3.3	INTERFERENCIAS -----33
3.3.4	SEGURIDAD -----34

3.3.5	COLECCION, PRESERVACION Y MANEJO DE MUESTRA	---35
3.3.6	TRATAMIENTO DE LA MUESTRA	-----35
3.3.7	CONDICIONES DE OPERACION DEL INSTRUMENTO	-----37
3.3.8	CALCULOS	-----38
	3.3.8.1 IDENTIFICACION CUALITATIVA	-----38
	3.3.8.2 IDENTIFICACION CUANTITATIVA	-----38
3.4	ANALISIS ESTADISTICO	-----40
<b>CAPITULO IV</b>		
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>		
4.1	RESULTADOS	-----41
4.2	DISCUSION DE RESULTADOS	-----54
<b>CAPITULO V</b>		
<b>CONCLUSIONES</b> -----57		
<b>BIBLIOGRAFIA</b> -----59		

## CAPITULO

I

## INTRODUCCION

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

LOS PROBLEMAS QUE INCIDEN EN EL VALLE DE MEXICO Y EN LA ZONA CONURBADA DE LA CIUDAD DE MEXICO, SON RESULTADO DE LA DRAMATICA DESTRUCCION DE LA ECOLOGIA REGIONAL Y SUS RECURSOS NATURALES. ESTE PROBLEMA SE REDUCE A LOS SIGUIENTES PUNTOS:

- 1.- LA EXPLOSION DEMOGRAFICA Y LA EXPANSION ACELERADA DE LA MANCHA URBANA E INDUSTRIAL, CUYA MAGNITUD REBASA YA LOS LIMITES RAZONABLES PARA LOGRAR SOSTENER UN DESARROLLO ORDENADO Y ARMONICO.
- 2.- ESTA CRECIENTE CONCENTRACION Y EXPANSION DEMOGRAFICA URBANA HA PROVOCADO LA DESAPARICION DE AREAS VERDES Y LAGOS, LA DEFORESTACION Y EROSION DE LOS SUELOS, LA DESHIDRATACION DE LOS ACUIFEROS Y LA DESERTIFICACION CAUSANDO ADEMÁS GRAVES MOVIMIENTOS Y HUNDIMIENTOS DEL SUBSUELO, AGRIETAMIENTOS Y FALLAS QUE DESARTICULAN LAS OBRAS Y LOS SERVICIOS URBANOS, AFECTANDO Y PONIENDO EN PELIGRO LA ESTABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES.
- 3.- SIMULTANEAMENTE SE HA VENIDO AFECTANDO EL EQUILIBRIO ECOLOGICO DE LAS SUBCUENCAS QUE FORMAN PARTE DE LA GRAN CUENCA DEL VALLE DE MEXICO, LO QUE HA INCREMENTADO LA TORRENCIDAD DE SUS CORRIENTES, LOS PICOS CADA VEZ MAS PRONUNCIADOS DE SU AVENIDAS QUE CAUSAN INUNDACIONES EN LAS ZONAS URBANAS Y EN LOS CAMPOS AGRICOLAS Y GANADEROS.
- 4.- LA RUPTURA DEL EQUILIBRIO DE LOS ECOSISTEMAS QUE INTEGRAN LA CUENCA PROVOCA UN GRAVE Y CRECIENTE DESEQUILIBRIO EN LA BIOSFERA AFECTANDO SERIAMENTE LA SALUD Y LA VIDA DE TODOS LOS SERES QUE HABITAN LA REGION MAS TRANSPARENTE DEL PAIS.

ESTOS PROBLEMAS PUEDEN LLEGAR A UN PROCESO IRREVERSIBLE QUE CONDUCE AL VALLE DE MEXICO Y A SU POBLACION A LA DEGRADACION INAGOTABLE DEL MEDIO AMBIENTE QUE LO HARA CADA VEZ MAS PELIGROSO E INHABITABLE.

TOMANDO EN CUENTA TODOS ESTOS MOTIVOS NACE EL GRAN INTERES POR EL DESARROLLO DEL PRESENTE TRABAJO CONSIDERANDO QUE CIERTOS COMPUESTOS DETECTADOS PUEDEN SER DAÑINOS A LA SALUD SI EL AGUA ANALIZADA SE EMPLEA PARA EL RIEGO DE CULTIVOS DE CONSUMO ANIMAL O HUMANO INTEGRANDOSE ESTOS CULTIVOS EN LA CADENA ALIMENTICIA.

## **1.2 OBJETIVOS**

- 1.2.1 DETERMINAR LA PRESENCIA DE COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS (COS) POR CROMATOGRAFIA DE GASES EN AGUAS RESIDUALES.**

## **1.3 HIPOTESIS**

SI EXISTE FALTA DE CONTROL, O BIEN ES INSUFICIENTE EN LA DISPOSICION DE RESIDUOS HACIA DIVERSOS CUERPOS DE AGUA, QUE POSTERIORMENTE PUDIERAN SER UTILIZADAS PARA EL RIEGO DE CULTIVOS PARA CONSUMO HUMANO; ES POSIBLE QUE EXISTAN NIVELES ELEVADOS EN LA CONCENTRACION DE COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS QUE PUEDAN CAUSAR DAÑO AL ECOSISTEMA Y A LA SALUD HUMANA.



## CAPITULO

II

## ANTECEDENTES

### 2.1 GENERALIDADES

LAS GRANDES CORRIENTES MIGRATORIAS CONSTITUIDAS POR FAMILIAS CAMPESINAS QUE ABANDONAN SUS LUGARES DE ORIGEN, HAN GENERADO UNA CONCENTRACION DEMOGRAFICA URBANO-INDUSTRIAL, QUE DE CONTINUAR INCREMENTANDOSE COMO HASTA LA FECHA, SE ESTIMA QUE PUEDE ALCANZAR PARA EL AÑO 2000, CIFRAS CATASTROFICAS QUE BORDEAN LOS 30 MILLONES DE HABITANTES EN LA CIUDAD DE MEXICO. (6)

ESTE CRECIMIENTO EXPLOSIVO DE POBLACION Y DE LA MANCHA URBANO-INDUSTRIAL, HA DEGRADADO LA ECOLOGIA DE LA REGION QUE HA PERDIDO SUS LAGOS, SUS BOSQUES Y SUS SUELOS, LA TRANSPARENCIA DE SU ATMOSFERA Y LA BONDAD DE SU CLIMA, GENERANDO FENOMENOS QUE CAUSAN GRAVES PROBLEMAS EN LA SALUD Y BIENESTAR DE LOS HABITANTES, SOBRE TODO EN LA ZONA CONURBADA. (6)

LA ESCASEZ DE AGUA DE PRIMER USO Y EL AGOTAMIENTO DE LAS FUENTES TRADICIONALES DE CAPTACION EN EL VALLE, LAS DEMANDAS DE UNA POBLACION QUE CRECE EN FORMA DESORBITADA Y LA CONCENTRACION INDUSTRIAL Y COMERCIAL, CONSTITUYEN UNO DE LOS PROBLEMAS DE ABASTECIMIENTO MAS IMPORTANTES A QUE SE ENFRENTA EL VALLE DE MEXICO. LAS AUTORIDADES RESPONSABLES DEL SUMINISTRO DE AGUA SE HAN VISTO OBLIGADAS A IMPORTARLA DE LAS CUENCAS CADA VEZ MAS LEJANAS, MEDIANTE GIGANTESCAS Y COMPLEJAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA, QUE IMPLICAN ALTOS COSTOS DE CONSTRUCCION Y OPERACION, INCLUYENDO GRANDES CONSUMOS DE ENERGIA. ESTAS OBRAS EN LA MAYORIA DE LOS CASOS ORIGINAN GRAVES CONFLICTOS SOCIALES, PUESTO QUE AFECTAN LOS LEGITIMOS DERECHOS Y EL POTENCIAL DE REDUCCION REGIONAL ALTERANDO LOS SISTEMAS ECOLOGICOS LOCALES. (6)

EXISTE UN CONFLICTO ENTRE EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA A TRAVES DEL USO DE NUEVOS QUIMICOS Y LA SIMULTANEA NECESIDAD PARA MINIMIZAR SU POTENCIAL PELIGROSO. (43)

ACTUALMENTE EL TERMINO CONTAMINACION SE EMPLEA CON FRECUENCIA A NIVEL POPULAR SIN EMBARGO, NO EXISTE UNA VISION CLARA DE LO QUE REALMENTE EL TERMINO SIGNIFICA Y LAS CONSECUENCIAS A LAS QUE LOS SERES VIVOS SE TIENEN QUE ENFRENTAR DEBIDO A LA MISMA. (46)

UNA DEFINICION MAS ESPECIFICA ES QUE "LA CONTAMINACION ES ENTONCES UN CAMBIO PERJUDICIAL EN LAS CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO, AIRE O AGUA QUE PUEDEN AFECTAR NOCIVAMENTE LA VIDA DE CUALQUIER ORGANISMO VIVO INCLUYENDO AL HOMBRE, ASI COMO SUS CONDICIONES DE VIDA AL IGUAL QUE A LOS RECURSOS NATURALES". (46)

ESTOS CAMBIOS QUE AFECTAN AL ECOSISTEMA, SON PRODUCIDOS POR LOS DESECHOS DE LA ACTIVIDAD HUMANA (TANTO INDUSTRIAL COMO DOMESTICA), QUE GENERALMENTE NO ES CONTROLADA Y DIA A DIA VA EN AUMENTO DEBIDO

AL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA, POR LO TANTO SE PRODUCE UNA MAYOR CANTIDAD DE DESECHOS QUE IRRESPONSABLEMENTE SE TRANSPORTAN AL ENTORNO ECOLOGICO, OCASIONANDO SEVEROS DAÑOS QUE PUEDEN SER PALPABLES DE UNA MANERA COTIDIANA SI SE OBSERVA LA DISMINUCION DE LA CALIDAD DE VIDA EN ZONAS URBANAS Y CONURBADAS DEL PAIS. (46)

CON LO ANTERIOR, SE PUEDE MENCIONAR QUE LA CONTAMINACION DEL AGUA CONSTITUYE UNO DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES DE EFECTO INMEDIATO MAS IMPORTANTE EN LA CIUDAD DE MEXICO E INCLUSO EN EL MUNDO ENTERO DEBIDO A LA GRAN IMPORTANCIA QUE ESTE ELEMENTO REPRESENTA EN LA VIDA DE TODO ORGANISMO VIVIENTE. LOS PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA CONTAMINACION DEL AGUA SE HABIAN ATRIBUIDO SOLAMENTE A LOS FACTORES FISICOS Y BIOLOGICOS DEL MEDIO AMBIENTE, SIN EMBARGO ACTUALMENTE SE SABE QUE EN LAS RELACIONES HOMBRE-MEDIO ES UNO DE LOS COMPONENTES MAS IMPORTANTES DE UN ECOSISTEMA. (46)

LOS PRINCIPALES COMPUESTOS ORGANICOS ENCONTRADOS EN AGUAS RESIDUALES (ADEMAS DE PROTEINAS, CARBOHIDRATOS, GRASAS Y ACEITES, LOS CUALES SON BIO-DEGRADABLES) SON COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS (COS), LOS CUALES NO SON BIO-DEGRADABLES SI NO BIO-ACUMULABLES, Y POR LO TANTO PRESENTAN UN GRAN RIESGO A LA SALUD HUMANA DEBIDO A QUE POR SU GRADO DE TOXICIDAD PUEDEN LLEGAR A PRESENTAR EFECTOS O ALTERACIONES CARCINOGENICAS, MUTAGENICAS O TERATOGENICAS AL SER INGERIDAS POR EL HOMBRE CUANDO DICHA AGUA ES LA QUE FINALIZA EL CICLO DE UNA CADENA ALIMENTICIA. SI LAS CONCENTRACIONES NO SON MUY ALTAS NO CAUSAN UNA MUERTE INMEDIATA, SIN EMBARGO, AL SER INTEGRADOS DE ALGUNA FORMA DENTRO DE LA CADENA ALIMENTICIA Y DE ESTA MANERA SE ACUMULAN CAUSANDO PROBLEMAS A LARGO PLAZO TANTO A LA SALUD HUMANA COMO AL ECOSISTEMA EN GENERAL. (46)

EL AGUA ES FISIOLÓGICAMENTE NECESARIA PARA LA SUPERVIVENCIA DEL HOMBRE, ES POR SU PUESTO, UNA ABSOLUTA NECESIDAD PARA VIVIR. SIN EMBARGO EL AGUA PUEDE TAMBIEN SER UN ACARREADOR DE SUFRIMIENTO Y DE MUERTE. RECÍPROCAMENTE LA BUENA DISPOSICIÓN DEL AGUA HACE POSIBLE UNA HIGIENE AMBIENTAL QUE PREVIENE O AMPLIA LOS LÍMITES DE VARIAS ENFERMEDADES A HUMANOS Y A ANIMALES. (45)

LA ACTIVIDAD HUMANA ESTA INTIMAMENTE RELACIONADA CON LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA, DADO QUE ES NECESARIA PARA LA AGRICULTURA, LA GENERACION DE ENERGIA PARA USO DOMESTICO E INDUSTRIAL, ASI COMO TAMBIEN PARA FINES RECREATIVOS. (46)

LOS ESTUDIOS RELACIONADOS EN EL PAIS PARA RECONOCER LAS CONDICIONES Y CALIDAD DEL AGUA, ASI COMO LOS NIVELES DE CONTAMINACION DE LA MISMA, SON RELATIVAMENTE ESCASOS. (46)

SE ESTIMA QUE DE ACUERDO CON LOS PROCESOS DE INDUSTRIALIZACION Y ASENTAMIENTOS HUMANOS, PARA EL AÑO 2000 SE REQUERIRA UN 27% MAS DE AGUA, SIN EMBARGO, LAS POSIBILIDADES DE OBTENERLA DE LAS FUENTES QUE EN LA ACTUALIDAD ABASTECEN A LA Cd. DE MEXICO Y ZONA CONURBADA CADA DIA SON MAS REDUCIDAS. ADEMAS, EL HECHO DE QUE EL AGUA QUE SE

TRAIGA A LA CIUDAD DE MEXICO SERA EN CANTIDADES TAN GRANDES, QUE PUEDE PRODUCIR ALTERACIONES A LAS REGIONES DE LAS QUE SE EXTRAE. ESTO SIN CONSIDERAR QUE LA INFRAESTRUCTURA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA GENERA COSTOS CADA VEZ MAS ELEVADOS. (46)

LA AGENCIA DE PROTECCION AL AMBIENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS (USEPA) FUE CREADA DEBIDO A LA PREOCUPACION DEL PUEBLO Y DEL GOBIERNO DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA ACERCA DEL DAÑO EN LA POBLACION CAUSADO POR AIRE NOCIVO, EL AGUA SUCIA Y LA TIERRA ESTROPEADA. (3)

LA AGENCIA DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE CUENTA CON EL APOYO DEL LABORATORIO DE INVESTIGACION SOBRE LOS EFECTOS A LA SALUD EN LA CIUDAD DE CINCINATI (HERL); EL CUAL POSEE UN PROGRAMA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO QUE ES EL PRIMER PASO NECESARIO EN LA SOLUCION DEL PROBLEMA, Y ESTO INCLUYE: DEFINIENDO, MIDRIENDO SUS IMPACTOS E INVESTIGANDO PARA SU SOLUCION. LA PRINCIPAL MISION DEL LABORATORIO DE INVESTIGACION SOBRE LOS EFECTOS A LA SALUD EN LA CIUDAD DE CINCINNATI, ES PROPORCIONAR UNA VALIDA Y PERFECTA BASE DE DATOS DE EFECTOS A LA SALUD EN APOYO A LAS ACTIVIDADES REGLAMENTARIAS DE LA AGENCIA DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE, PARA ESTE FIN EL LABORATORIO DE INVESTIGACION MANEJA UN PROGRAMA DE INVESTIGACION PARA IDENTIFICAR, CARACTERIZAR Y CUANTIFICAR LOS EFECTOS NOCIVOS DE LA POBLACION QUE PUEDEN RESULTAR DE LA EXPOSICION A AGENTES QUIMICOS, FISICOS O BIOLÓGICOS ENCONTRADOS EN EL MEDIO AMBIENTE. (3)

DE TODOS LOS CONSTITUYENTES NOCIVOS EN EL AGUA RESIDUAL, LOS EFECTOS DE LOS QUIMICOS ORGANICOS TOXICOS SON LOS MENOS CONOCIDOS EN CONTRASTE CON LOS METALES PESADOS Y LOS COMPUESTOS ORGANICOS PERSISTENTES. (3)

PARA FIJAR EL POTENCIAL DE RIESGO A LA SALUD DE LOS COMPUESTOS QUIMICOS ORGANICOS EN AGUA RESIDUAL, HAY QUE TOMAR EN CUENTA:

- 1.- EL TIPO Y LA CANTIDAD DE COMPUESTOS ORGANICOS PRESENTES EN EL AGUA RESIDUAL.
- 2.- SU DESTINO Y EL POTENCIAL DE CONTAMINACION AMBIENTAL.
- 3.- EL CONTROL VALIDO DE LAS MEDICIONES, Y
- 4.- SUS EFECTOS SOBRE LAS POBLACIONES QUE VIVEN CERCA DEL TERRENO DE APLICACION, SOBRE LA CONTAMINACION DEL AGUA Y SOBRE LA CADENA ALIMENTICIA.

LOS SISTEMAS DE RIEGO TRADICIONALES, TIENDEN A CONCENTRAR LOS QUIMICOS EN EL SUELO PERMITIENDO LA POSIBILIDAD DE QUE SEAN TOMADOS POR PLANTAS Y ANIMALES. SI LA INFORMACION MAS COMPLETA SOBRE LA CONCENTRACION Y EL DESTINO DE LOS QUIMICOS ORGANICOS EN EL MEDIO AMBIENTE (AIRE, AGUA, ANIMALES, ETC.) FUERAN CONOCIDOS, SERIA POSIBLE HACER UNA CONTRIBUCION DEL POTENCIAL DE RIESGO ASOCIADO CON LA DISPOSICION DEL AGUA RESIDUAL EN LA TIERRA CONTENIENDO QUIMICOS ORGANICOS PELIGROSOS. (3)

## 2.2 TIPOS DE CONTAMINANTES

HAY MUCHOS TIPO DE CONTAMINACION DEL AGUA Y SE PUEDEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES:

- CONTAMINACION POR BACTERIAS, VIRUS Y OTROS ORGANISMOS PATOGENOS.
- CONTAMINACION POR SUSTANCIAS ORGANICAS SUCEPTIBLES DE DESCOMPOSICION.
- CONTAMINACION POR COMPUESTOS INORGANICOS.
- CONTAMINACION POR SUSTANCIAS NUTRIENTES VEGETALES.
- CONTAMINACION POR SUSTANCIAS OLEOSAS.
- CONTAMINACION POR AGENTES TOXICOS ESPECIFICOS, ORGANICOS O INORGANICOS. (28)

LOS PRODUCTOS QUIMICOS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS Y EN AGUA COMPRENEN UNA AMPLIA GAMA DE SUSTANCIAS ORGANICAS Y TAMBIEN INORGANICAS. TALES SUSTANCIAS PUEDEN PROCEDER DE MUY DIVERSAS FUENTES, DE LAS QUE LAS MAS IMPORTANTES SON:

- CONTAMINANTES DE AIRE DEPOSITADOS DIRECTAMENTE EN LAS PARTES AEREAS DE LOS VEGETALES.
- CONTAMINANTES EXTRAIDOS DEL SUELO O DEL AGUA DE RIEGO POR LAS RAICES DE LOS VEGETALES.
- CONTAMINANTES TOMADOS DEL MEDIO AMBIENTE ACUATICO POR PECES Y OTROS ORGANISMOS ACUATICOS.

- RESIDUOS DE SUSTANCIAS BIOACTIVAS UTILIZADAS EN LA GANADERIA Y SUS METABOLITOS.
- SUSTANCIAS PRODUCIDAS POR EL CRECIMIENTO DE BACTERIAS O MOHOS EN LOS ALIMENTOS.
- RESIDUOS DE PLAGUICIDAS AGRICOLAS Y METABOLITOS, Y PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION DE LOS MISMOS. (8)

### 2.2.1 FUENTES

AUNQUE LA DEFINICION DE FUENTES ES A VECES VAGA Y HA SIDO EL MOTIVO DE MUCHOS DEBATES LEGALES, COMUNNENTE SE ACEPTA EL CONCEPTO DE FUENTE INICIAL DE CONTAMINACION COMO CUALQUIER ACTIVIDAD O ESTRUCTURA HUMANA YA SEA UNA FABRICA PROCESADORA DE ACERO, UN AUTOMOVIL, UNA MINA O UN DESAGÜE, QUE DE NO TOMARSE MEDIDAS DE CONTROL ADECUADAS, ARROJARA CONTAMINANTES AL MEDIO AMBIENTE. (40)

LA SUSTANCIA EN PARTICULAR QUE SE CONVIERTE EN UN CONTAMINANTE POTENCIAL PUEDE NO HABER SIDO CREADA EN LA FUENTE; POR EJEMPLO, PUEDE SER UNA MATERIA PRIMA PROCESADA EN OTRO LUGAR Y ENVIADA A LA FUENTE EN UN CARRO CISTERNA. (40)

EL PUNTO DE LIBERACION DEL CONTAMINANTE AL MEDIO AMBIENTE, NO NECESARIAMENTE ES EL PUNTO DE CREACION, LO CUAL TRAE COMO CONSECUENCIA PROBLEMAS LEGALES SOBRE LA DISPOSICION DE CONTAMINANTES AL MEDIO; POR LO QUE HAY QUE CONSIDERAR 4 ETAPAS: (40)

- 1.- CREACION INICIAL Y FUENTES DEL CONTAMINANTE.
- 2.- DESTINO DEL CONTAMINANTE UNA VEZ APLICADOS LOS CONTROLES.
- 3.- TRANSFORMACIONES FISICAS, QUIMICAS Y BIOLÓGICAS DEL CONTAMINANTE DESPUES DE SER LANZADO AL MEDIO AMBIENTE; Y,
- 4.- DIFERENTES FORMAS EN QUE LOS HUMANOS Y EL MEDIO AMBIENTE PUEDEN RESULTAR EXPUESTOS AL CONTAMINANTE.

- LA PRIMERA ETAPA ESTUDIA LA FUENTE QUE LIBERA EL CONTAMINANTE, HACIA QUE MEDIO (AIRE, AGUA O SUELO), Y CREA LOS PROGRAMAS QUE PERMITAN REDUCIR EL RIESGO DE CONTAMINACION.

- LA SEGUNDA ETAPA SE CENTRA EN LOS PROCESOS DE CONTROL DE RESIDUOS, PREVIENE QUE LOS CONTAMINANTES NO SOLAMENTE SE DESPLACEN DE UN MEDIO A OTRO SIN REDUCIR SU RIESGO, DECIDE EN CUAL RIESGO MANEJAR CADA DESPERDICIO CON EL MENOR RIESGO.
- LA TERCERA ETAPA SIGUE LAS TRANSFORMACIONES FISICAS, QUIMICAS Y BIOLOGICAS DEL CONTAMIANTE DESPUES DE SER ARROJADO AL MEDIO AMBIENTE, SU MOVIMIENTO, SI SE DEGRADA EN SUBPRODUCTOS MAS O MENOS DANINOS, SI SE ACUMULA, Y DE SER ASI DONDE Y QUE DAÑOS LLEGAN A CAUSAR, Y
- LA CUARTA ETAPA RELACIONA AL CONTAMIANATE CON SUS RECEPTORES, DETERMINA QUE PROPORCION DEL CONTAMINANTE ALCANZAR AL SER HUMANO, PLANTAS O ANIMALES DESDE CUALQUIER MEDIO Y LA EXPOSICION DE LOS RECEPTORES A LOS CONTAMIANATES PROVENIENTES DE LOS DIFERENTES MEDIOS.

### 2.2.2 ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES

EL ORIGEN DE LOS CONTAMINANTES DEL AGUA DE SUPERFICIE SON VARIOS:

- RESIDUOS Y AGUAS RESIDUALES DE GRUPOS DE POBLACIONES QUE POSEEN O NO, SISTEMAS DE ALCANTARILLADO.
- RESIDUOS Y AGUAS RESIDUALES DE FABRICAS QUE NO ESTAN SERVIDAS POR EL SISTEMA PUBLICO DE ALCANTARILLADO.
- AGUAS DE ESCURRIMIENTO.
- INFILTRACION SUBTERRANEA DEL AGUA DE LLUVIA RECOJIDA POR EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS URBANAS O RURALES.
- FUENTES NATURALES, PROVOCADAS DIRECTA O INDIRECTAMENTE POR ACTIVIDADES HUMANAS.

CUALQUIERA QUE SEA SU ORIGEN, LOS AGENTES QUE REPRESENTAN MAYOR PELIGRO INCLUYEN COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS EN GENERAL Y CIERTOS IONES METALICOS, TALES COMO MERCURIO, PLOMO Y MANGANESO ENTRE OTROS. (28)

ESTAS DESCARGAS LIMITAN EL POSIBLE USO DEL AGUA, SEA COMO AGUA PARA CONSUMO DE ANIMALES, IRRIGACION, AGUA DE REFRIGERACION EN INDUSTRIAS, ETC. (28)

### 2.2.3 CINETICA DE LOS CONTAMINANTES EN EL AMBIENTE

SE REFIERE A LA MOVILIDAD Y AL TRANSPORTE DE LOS TOXICOS AMBIENTALES EN LOS ECOSISTEMAS Y ALGUNOS DE LOS FACTORES Y MECANISMOS QUE DETERMINAN ESTOS FENOMENOS. (8)

EL MOVIMIENTO DE UN CONTAMINANTE A TRAVES DEL AIRE, AGUA, TIERRA Y BIOTA, ASI COMO SUS INTERACCIONES Y MODIFICACIONES EN CADA UNO DE ESTOS AMBITOS, SON PROCESOS COMPLEJOS Y POCO ESTUDIADOS. (VER FIG. 1).

EL CONTAMINANTE QUE ES INCORPORADO AL AMBIENTE SE DISPERSA EN EL MEDIO CORRESPONDIENTE E INTERACCIONA CON LOS ELEMENTOS PERTENECIENTES A EL, SE TRANSPORTA A CIERTAS DISTANCIAS DENTRO DE ESE MEDIO Y SE TRANSFIERE HACIA OTROS. EN CUALESQUIERA DE ESTOS PASOS EL CONTAMINANTE SE PUEDE TRANSFORMAR Y DEGRADAR. (8)

LOS METODOS DE TRANSFERENCIA EN EL MEDIO AMBIENTE, DEBIDO A LO COMPLEJO DE LOS PROCESOS DE DISPERSION, TRANSPORTE Y TRANSFERENCIA DE LOS CONTAMINANTES EN LOS ECOSISTEMAS, HAN EMPLEADO MODELOS PARA SIMULAR LOS PROCESOS REALES. DICHS MODELOS PREDICEN EL COMPORTAMIENTO DEL FENOMENO ESTUDIADO Y SON DOS LOS MODELOS DE TRANSFERENCIA DE LOS CONTAMINANTES EN EL MEDIO AMBIENTE:

#### a) MODELO DINAMICO

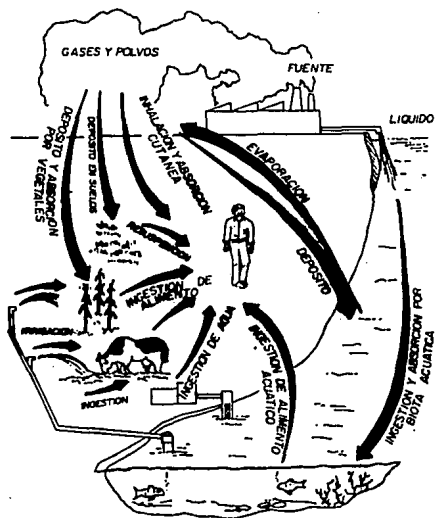
EN ESTE LA MOVILIZACION DE UN CONTAMINANTE, A TRAVES DE LOS DIFERENTES MEDIOS Y RECEPTORES, SE ESTABLECE TOMANDO COMO BASE UN SISTEMA ABIERTO DE COMPARTIMIENTOS QUE INTERACCIONAN UNOS CON OTROS. ESTE MODELO DINAMICO ESTA LIMITADO POR LA ESCASEZ DE DATOS PARA DETERMINAR LOS COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA ENTRE LOS DIFERENTES COMPARTIMIENTOS (MEDIOS Y RECEPTORES). (VER FIG. 2)

#### b) MODELO ESTATICO

RELACIONA LA CONCENTRACION DEL CONTAMINANTE EN UN MEDIO CON SU CONCENTRACION EN EL MEDIO INMEDIATAMENTE ANTERIOR. LA RELACION DE ESTAS DOS CONCENTRACIONES CONSTITUYE EL FACTOR DE CONCENTRACION. LA CONCENTRACION DE ESTE EN LOS DIVERSOS MEDIOS DEL ECOSISTEMA ALCANZA UN ESTADO DE EQUILIBRIO DINAMICO. (8)

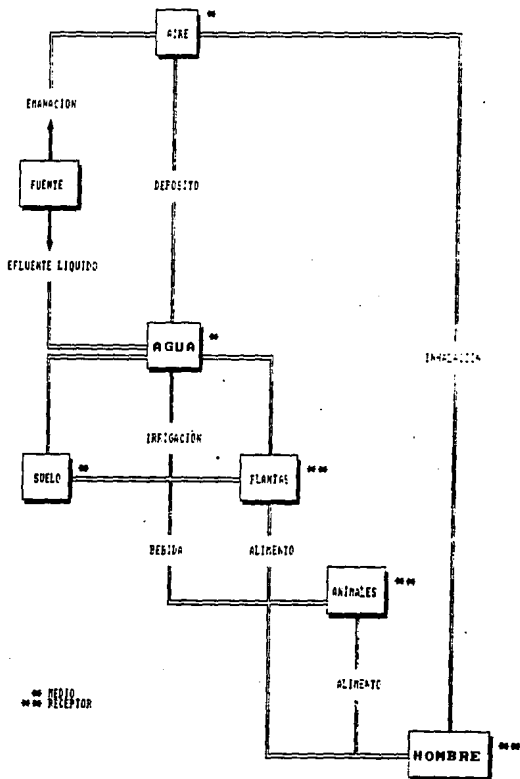


FIG. 1



MEDIOS DE DISPERSION Y VIAS DE TRANSFERENCIA  
DE LOS CONTAMINANTES AMBIENTALES

FFG. 2



REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA INTERACCION ENTRE LOS DIFERENTES COMPARTIMIENTOS (MEDIOS Y RECEPTORES).

## **2.3 CONTAMINACION DEL AGUA**

EL AGUA ES UN COMPUESTO QUIMICO DE COMPOSICION DEFINIDA Y EN ESTE SENTIDO EL AGUA NUNCA SE CONSIDERA PURA. SE DICE QUE ESTA CONTAMINADA CUANDO NO ES ADECUADA PARA UN USO PARTICULAR. EN OTRAS PALABRAS, EL TIPO Y NIVEL DE CONTAMINACION ESTAN DEFINIDOS POR EL USO A QUE SE DESTINA. (28)

LA CONTAMINACION PUEDE SER A TRAVES DE CUALQUIER DESCARGA A UN CURSO DE AGUA, EL CUAL ES CAPAZ DE OCACIONAR CAMBIOS A LA CORRIENTE (AL EFLUENTE O SALIDA) DE COMUNIDADES QUE SEA SOBRE UN TERMINO DE CRECIMIENTO CORTO O LARGO. (39)

LA DISPOSICION LATERAL POR LA DESCARGA PUEDE CAUSAR CONTAMINACION DEL AGUA SUPERFICIAL POR QUIMICOS ORGANICOS CON LA POSIBILIDAD DE CONTAMINAR LOS SUMINISTROS DE AGUA DE BEBIDA. (3)

### **2.3.1 CARACTERIZACION DE QUIMICOS ORGANICOS EN AGUA RESIDUAL**

LA PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA ES ALTAMENTE VARIABLE Y DEPENDE DE LA FUENTE DEL DESECHO Y DEL GRADO DE TRATAMIENTO QUE SE LE DE. LAS PRUEBAS PARA CARACTERIZAR LA MATERIA ORGANICA EN AGUA RESIDUAL EN EL PASADO NO HAN SIDO MUY EXITOSAS. UNA LISTA DE UNOS 1000 COMPUESTOS ORGANICOS EN EFLUENTES DE AGUA HAN SIDO PUBLICADOS POR LA ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (WORD HEALTH ORGANIZATION/WHO). ALGUNOS DE ESTOS COMPUESTOS ORGANICOS SON MUY TOXICOS Y ALGUNOS DE ELLOS SON CONOCIDOS O SON SOSPECHOSOS COMO CANCERIGENOS. (3)

EN LA CLORACION DURANTE EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, HAY FORMACION DE UN AMPLIO RANGO DE DERIVADOS CLORADOS. MUCHOS DE ESTOS COMPUESTOS QUIMICOS SON TOXICOS Y POTENCIALMENTE CANCERIGENOS, TERATOGENICOS O MUTAGENICOS PARA LOS HUMANOS. LA DIVERSIDAD DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS LOS CUALES PROVIENEN DIRECTAMENTE DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES, O SON METABOLITOS, O SON PRODUCTOS DE DEGRADACION QUE PUEDEN NO SER REALMENTE DETECTADOS O DETERMINADOS POR PROCEDIMIENTOS ANALITICOS DISPONIBLES LO CUAL HACE AUN MAS IMPORTANTE Y NECESARIO EL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONTAMINANTES EN EL AGUA. (3)

TAMBIEN SE DEBEN CONSIDERAR LOS EFECTOS POTENCIALES A LA SALUD DE LOS QUIMICOS ORGANICOS SOBRE TRABAJADORES/POBLACION, QUIENES ESTAN EN CONTACTO CON ELLOS DURANTE EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, LA TRANSPORTACION Y/O LA APLICACION, SUS EFECTOS SOBRE LA CADENA ALIMENTICIA Y SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DE RIEGO. (3)

### **2.3.2 CONTAMINACION INTEGRADA A AGUA, AIRE Y SUELO**

MUCHAS SON LAS RAZONES POR LAS QUE LOS CONTAMINANTES SE DESPLAZAN. LAS PLANTAS INDUSTRIALES, LA PRODUCCION AGRICOLA Y OTRAS FUENTES, ARROJAN CONTAMINANTES AL AIRE, AL AGUA Y AL SUELO. (40)

LAS INTERACCIONES ENTRE EL HOMBRE Y SU MEDIO AMBIENTE DEMUESTRAN LOS EFECTOS ADVERSOS SOBRE LA SALUD QUE PRODUCEN LOS CONTAMINANTES. VER FIGURA 3. (17)

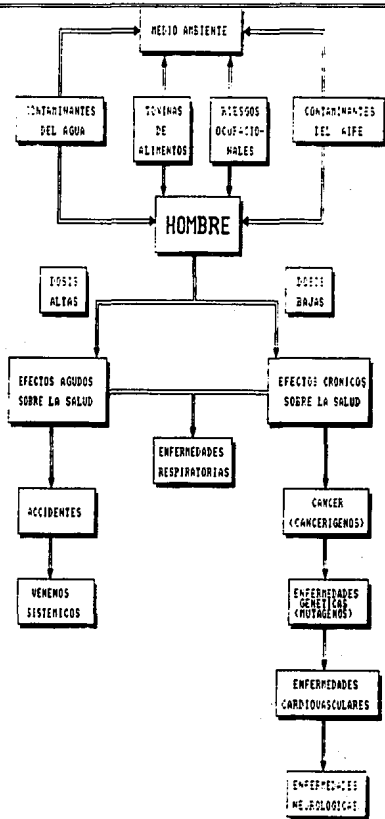
ESTOS CONTAMINANTES SE DESPLAZAN ININTENCIONALMENTE DE UN MEDIO A OTRO DEBIDO AL MANEJO DE DESPERDICIOS INCLUYENDO AQUELLOS RESIDUOS ELIMINADOS DEL AIRE Y DEL AGUA POR EQUIPOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION. LOS CONTAMINANTES SE DESPLAZAN DE UN MEDIO A OTRO POR NATURALEZA, TALES COMO LA PERCOLACION Y LA SEDIMENTACION. AL MOVERSE A TRAVES DEL MEDIO AMBIENTE, LOS CONTAMINANTES, PUEDEN TRANSFORMARSE EN SUSTANCIAS MAS O MENOS PELIGROSAS. A MENUDO, LAS PERSONAS ESTAN EXPUESTAS A UN MISMO CONTAMINANTE A TRAVES DE MAS DE UN MEDIO; RESPIRANDO, BEBIENDO AGUA, INGIRIENDO ALIMENTOS O ABSORBIENDOLOS POR LA PIEL. (40)

### **2.3.3 RECOMENDACIONES**

- 1.- DEBERAN TOMARSE EN CUENTA ESTANDARES DE CALIDAD SOBRE LAS DESCARGAS DE LOS DESECHOS INDUSTRIALES PARA LOS SISTEMAS DE DRENAJE MUNICIPAL; EL USO DE RECEPCION DEL CUERPO DE AGUA ASI COMO AL CUERPO DE IRRIGACION; LA NATURALEZA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO ESPECIFICO DEL AGUA RESIDUAL MUNICIPAL; EL TIPO DE DESECHO INDUSTRIAL Y LA INFLUENCIA DE LAS DESCARGAS COMBINADAS EN EL DRENAJE.
- 2.- A MENOS DE QUE LOS REQUERIMIENTOS DEL PRETRATAMIENTO ADECUADO ESTEN SIENDO CUMPLIDOS, LAS APLICACIONES A TERRENOS DEL AGUA RESIDUAL CONTIENIENDO CONCENTRACIONES RELATIVAMENTE ALTAS DE CONTAMINANTES PELIGROSOS, DEBEN SER LIMITADAS A TERRENOS QUE NO IMPLIQUEN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS PORQUE EXISTE INFORMACION LIMITADA SOBRE LA ABSORCION DE QUIMICOS ORGANICOS POR LA VEGETACION.
- 3.- LOS DESECHOS QUE CONTENGAN NIVELES RELATIVAMENTE ALTOS DE COMPUESTOS ORGANICOS PERSISTENTES, DEBEN SER CLASIFICADOS DENTRO DE LAS SIGUIENTES CATEGORIAS:

- a) AQUELLOS QUE SON APROPIADOS PARA DISPOSICION EN UN RELLENO SANITARIO SEGURO.

FIG. 3



INTERACCIONES ENTRE EL HOMBRE Y EL MEDIO AMBIENTE.

b) AQUELLOS QUE SON APROPIADOS SOLAMENTE PARA UN TIPO DE DISPOSICION DESTRUCTIVA POR SU NATURALEZA O POTENCIA PELIGROSA AL TENER CONTACTO CON OTROS RESIDUOS, Y

c) AQUELLOS QUE SON APROPIADOS BAJO CIERTAS CONDICIONES PARA SU APLICACION SOBRE TERRENOS DE CULTIVOS. (3)

EL CRITERIO DE CALIDAD DE AGUA AMBIENTAL PROPUESTO POR LA AGENCIA DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE (EPA) PARA LA PROTECCION DE LA SALUD HUMANA DE LOS DIVERSOS EFECTOS A LA SALUD CAUSADOS POR LA INGESTION DE QUIMICOS ORGANICOS TOXICOS EN AGUA, SE PRESENTAN EN LA TABLA 1. (3)

ESTA AGENCIA (EPA) HA RECOMENDADO CRITERIOS DE CERO PARA LA PRESENCIA DE COMPUESTOS CARCINOGENICOS EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO, PERO DADO QUE ESTO NO ES POSIBLE EN EL PRESENTE, LA EPA PROPORCIONA CRITERIOS PARA LLEVAR A CABO VARIOS NIVELES DE PROTECCION SOBRE UNA BASE INTERMEDIA. LA TOLERANCIA DE LIMITES FIJADOS POR LA \*FDA PARA VARIOS PESTICIDAS Y QUIMICOS ORGANICOS TOXICOS EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS, DEBE SER USADA PARA EL MUESTREO SELECTIVO DEL CULTIVO DE LA VEGETACION SOBRE LOS TERRENOS. (3)

#### 2.4 EXPOSICION A LOS CONTAMINANTES

LA EXPOSICION DE LOS HUMANOS A LOS CONTAMINANTES SE DA DE TRES MANERAS:

- AL INHALAR UNA SUSTANCIA,
- AL INGERIRLA A TRAVES DEL AGUA O ALIMENTOS, O
- AL ABSORBERLA POR LA PIEL.

LOS CONTAMINANTES DEL AIRE SE INHALAN. ESTOS TAMBIEN PUEDEN INTRODUCIRSE EN LOS ALIMENTOS DE MUCHAS MANERAS, PARA SER INGERIDOS DESPUES; COMO POR EJEMPLO:

- PUEDEN FILTRARSE A LOS MATERIALES DE EMPAQUE, O
- PUEDEN DEPOSITARSE EN LA TIERRA DESDE EL AIRE Y LUEGO,
- INCORPORARSE A LAS PLANTAS Y ANIMALES SUPERIORES EN LA CADENA ALIMENTICIA.

**TABLA 1**  
**CRITERIOS A LA SALUD HUMANA PROPUESTOS POR EPA PARA ALGUNOS**  
**QUIMICOS ORGANICOS TOXICOS EN AGUA AMBIENTAL**

COMPUESTO ORGANICOS	CRITERIO A LA SALUD (µg/l)
ACENAFTENO	20.00
ACROLEINA	6.50
BIS(2CLOROISOPROPIL)ETER	175.80
CLOROBENCENO	20.00
TRICLOROBENCENO	13.00
TETRACLOROBENCENO	17.00
PENTACLOROBENCENO	0.50
TRICLORONAFTALENO	3.90
TETRACLORONAFTALENO	1.50
PENTACLORONAFTALENO	0.39
HEXACLORONAFTALENO	0.08
OCTACLORONAFTALENO	0.08
2-CLOROFENOL	0.30
3-CLOROFENOL	50.00
4-CLOROFENOL	30.00
2,5-DICLORFENOL	3.00
2,4,5-TRICLOROFENOL	10.00
2,4,6-TRICLOROFENOL	100.00
2,3,4,6-TRETRACLOROFENOL	263.00
PENTACLOROFENOL	140.00
DICLOROBENCENOS (TODOS LOS ISOMEROS)	230.00
2,4-DICLOROFENOL	0.50
DICLOROPROPANOS	200.00
DICLOROPROPENOS	0.63
ENDOSULFAN	100.00
ENDRIN	1.00
ETILBENCENO	110.00
FLUORANTENO	200.00
CH3Cl	2.00
CH3Br	2.00
CH2Cl2	2.00
CHBr3	2.00
CHCl2Br	2.00
CCl2F2	3,000.00
CF3Cl	32,000.00
ISOFORONA	460.00
NAFTALENO	143.00
NITROBENCENO	30.00
DINITROFENOLES	68.60
TRINITROFENOLES	10.00
DINITROCRESOLES	12.30
FENOLES	340.00
DIMETIL FTALATO	160,000.00
DIETIL FTALATO	60,000.00
DIBUTIL FTALATO	5,000.00
TOLUENO	17,400.00
1,1,1-TRICLOROETANO	15,700.00

LO MISMO ES VALIDO PARA LOS CONTAMINANTES QUE ENTRAN EN EL AGUA POTABLE. (40)

LA EXPOSICION DE LA PIEL SE DA DURANTE LA MANUFACTURA, EL USO O EL TRANSPORTE DE UN PRODUCTO, AUNQUE TAMBIEN PUEDE OCURRIR EN UN LUGAR DE DEPOSITO DE DESPERDICIOS PELIGROSOS. (40)

LOS EFECTOS DE LA EXPOSICION PUEDEN VARIAR DEPENDIENDO DE LA VIA.

LAS VIAS DE EXPOSICION PARA LAS PLANTAS Y LOS ANIMALES SON MUY SIMILARES A LAS DEL HOMBRE. (40)

LA ABSORCION ES MUY IMPORTANTE PARA LAS PLANTAS YA QUE DEBIDO A SU CONSTANTE EXPOSICION A LOS CONTAMINANTES, ESTOS SE DEPOSITAN EN SUS SUPERFICIES, SON TRANSFERIDOS POR INTERCAMBIO DE GASES O SON ABSORBIDOS DESDE EL SUELO POR SUS RAICES. (40)

LOS ANIMALES ACUATICOS ESTAN CONSTANTEMENTE RODEADOS POR CONTAMINANTES DE LA SUPERFICIE DEL AGUA, DISUELTOS O SUSPENDIDOS, LOS CUALES PUEDEN SER ABSORBIDOS POR LA PIEL, LAS ESCAMAS, O PUEDEN FILTRARSE DIRECTAMENTE POR LAS AGALLAS. (40)

EN ALGUNOS CASOS COMO EN EL HOMBRE POR EJEMPLO, LA VIA DE EXPOSICION MAS IMPORTANTE PUEDE SER LA INGESTION. (40)

EL GRAN NUMERO DE COMPUESTOS QUIMICOS QUE SE USAN EN LA ACTUALIDAD, HACEN QUE NADIE PUEDA ESCAPAR A LA EXPOSICION YA SEA EN EL MEDIO AMBIENTE, EN EL AMBIENTE DE TRABAJO O QUE INGRESE AL ORGANISMO HUMANO A TRAVES DEL AIRE, AGUA Y ALIMENTOS.

#### **2.4.1 EFECTOS SOBRE LA CADENA ALIMENTICIA**

EL RAPIDO CRECIMIENTO DE LAS INDUSTRIAS QUIMICAS Y LAS INDUSTRIAS CONEXAS DURANTE EL PRESENTE SIGLO HA TENIDO COMO CONSECUENCIA LA PRODUCCION Y LA UTILIZACION DE MILES DE COMPUESTOS QUIMICOS, MUCHOS DE LOS CUALES SON POTENCIALMENTE PELIGROSOS PARA LA SALUD HUMANA. (6)

SE HAN DESCARGADO CANTIDADES SUSTANCIALES DE TALES COMPUESTOS EN EL MEDIO AMBIENTE LAS CUALES SON TRANSPORTADAS POR EL AIRE, AGUA O SUELO. (6)

SOLO UNA CANTIDAD DE INFORMACION LIMITADA ES DISPONIBLE SOBRE LOS EFECTOS A LA CADENA ALIMENTICIA DE LOS QUIMICOS ORGANICOS PRESENTES EN AGUA RESIDUAL USADAS EN APLICACIONES DE TERENOS COMO AGUA DE RIEGO. (3)



LOS METODOS DE APLICACION AL AGUA RESIDUAL SON IMPORTANTES SEÑALANDO LA CONTAMINACION POTENCIAL A LOS ALIMENTOS. LOS METODOS DE APLICACION AL CAMPO DEL AGUA RESIDUAL PUEDE SER UNO DE UNA VARIEDAD DE METODOS DE APLICACION EXISTENTES. (3)

PARA LOS PROPOSITOS DEL PRESENTE TRABAJO, SE SELECCIONO LA TECNICA ANALITICA QUE PERMITIERA EL ANALISIS DE LAS MUESTRAS CON CONFIABILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD, SE ELIGIO LA TECNICA DE LA AGENCIA DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA (USEPA) DE LA SERIE 600 QUE SON LOS ADECUADOS PARA AGUAS RESIDUALES PARA EL ANALISIS DE COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS EN ESTE TIPO DE AGUAS, EL CUAL ES EQUIVALENTE AL METODO 6410 DEL STANDARD METHODS.

LA PRINCIPAL ATENCION DEBE ESTAR DADA A LOS COMPUESTOS ORGANICOS QUE SON CONOCIDOS COMO TOXICOS O POTENCIALMENTE TOXICOS Y CARCINOGENICOS COMO PESTICIDAS ORGANOCORADOS, HIDROCARBUROS POLICICLICOS AROMATICOS (PAH's), BIFENILOS POLICLORADOS (PCB's), ETC.

LOS COMPUESTOS ORGANOCORADOS SON DE PARTICULAR PREOCUPACION PORQUE VARIOS DE ELLOS SON CONOCIDOS COMO SOSPECHOSOS CARCINOGENICOS EN ANIMALES, SON ALTAMENTE RESISTENTES PARA SER DEGRADADOS Y SON LIPOSOLUBLES. (ESTA REFERENCIA PARA SU ACUMULACION Y LOCALIZACION A LOS ANIMALES Y HUMANOS ES VIA CADENA ALIMENTICIA). (3)

CON RESPECTO A LA POBLACION EN GENERAL, EL AGUA CORRIENTE Y EL AGUA POTABLE SON LAS PRINCIPALES FUENTES DE EXPOSICION A LA MAYORIA DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS TOXICOS. TALES SUSTANCIAS LLEGAN A LOS ALIMENTOS HUMANOS POR MUCHAS VIAS. ALGUNOS LOS CONTAMINAN DIRECTAMENTE EN LAS FASES DE PREPARACION O ELABORACION, OTROS PASAN DEL SUELO A LAS PLANTAS Y DE ESTAS, POR CONDUCTO DE LOS ANIMALES HERVIVOROS, A LA CARNE O LECHE CONSUMIDOS POR EL HOMBRE. EN RIGOR, UNA CADENA ALIMENTARIA ES UNA SECUENCIA DE ESTE TIPO Y EL ESTUDIO DE LAS RELACIONES ENTRE PRODUCTOS QUIMICOS Y CADENAS ALIMENTICIAS HUMANAS DEBERIA CONCENTRARSE EN LAS CIRCUNSTANCIAS EN QUE MATERIALES POTENCIALMENTE PELIGROSOS LLEGAN HASTA EL HOMBRE POR CONDUCTO DE ORGANISMOS INTERMEDIOS. (9)

MUCHOS PRODUCTOS QUIMICOS DESPRENDIDOS EN EL MEDIO AMBIENTE SUFREN CAMBIOS FISICOS Y QUIMICOS QUE AFECTAN EN SU TOXICIDAD. MUCHOS DE ELLOS SE DESCOMPONEN EN PRODUCTOS RELATIVAMENTE INOFENSIVOS, OTROS SE CONVIERTEN EN SUSTANCIAS MUY TOXICAS QUE PUEDEN SUPONER UN PELIGRO PARA LA SALUD HUMANA. (9)

A MEDIDA QUE SE OBTIENEN MAS PRUEBAS DE LA CONTAMINACION DE ALIMENTOS POR PRODUCTOS QUIMICOS TOXICOS, SE HA IDO TOMANDO CRECIENTE CONCIENCIA DE LA INSUFICIENCIA DE NUESTROS CONOCIMIENTOS SOBRE EL PELIGRO QUE MUCHOS COMPUESTOS QUIMICOS SUPONEN PARA LA SALUD HUMANA. AUNQUE HAY PRUEBAS TOXICOLOGICAS QUE PROPORCIONAN DATOS SOBRE LOS EFECTOS QUIMICOS CONOCIDOS, ESCASEA LA INFORMACION

FIABLE SOBRE LOS PELIGROS A LARGO PLAZO DE LA EXPOSICION A LA MAYORIA DE ESTAS SUSTANCIAS. EL PUBLICO COMPRENDE LA PREOCUPACION POR EL HECHO DE QUE AUN NO SE PUEDE ACEPTAR ESTIMACION CONFIABLE DEL RIESGO DE EFECTOS CARCINOGENOS, TERATOGENOS Y MUTAGENOS POR LA EXPOSICION PROLONGADA A NIVELES BAJOS DE MUCHOS DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS PRESENTES EN LOS ALIMENTOS. (9)

#### **2.4.2 ABSORCION POR PLANTAS**

LA DISPOSICION DIRECTA EN LAS HOJAS U OTRAS PARTES AEREAS DE LAS PLANTAS ES UNA FUENTE IMPORTANTE DE CONTAMINACION DE LOS ALIMENTOS. (40)

AUNQUE LAS PARTICULAS DEPOSITADAS CONSTITUYEN EN GRAN MEDIDA UNA FORMA DE CONTAMINACION SUPERFICIAL, QUE PUEDEN ELIMINARSE LAVANDO CUIDADOSAMENTE O DESECHANDO LAS HOJAS EXTERIORES DURANTE LA PREPARACION DE LOS ALIMENTOS, ALGUNAS SUSTANCIAS PENETRAN LOS TEJIDOS DE LA PLANTA. (40)

LOS PRODUCTOS QUIMICOS TOXICOS PRESENTES EN EL SUELO PUEDEN SER ABSORBIDOS POR LAS RAICES DE LAS PLANTAS UTILIZADAS COMO ALIMENTO POR EL HOMBRE O LOS ANIMALES. TALES SUSTANCIAS PUEDEN ESTAR EN EL SUELO POR DISPOSICION EN FORMA SOLIDA O LIQUIDA DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS, A TRAVES DE AGUAS DE RIEGO CONTAMINADAS Y FANGO CLOACAL APLICADOS DELIBERADAMENTE A LOS TERENOS AGRICOLAS, ASI COMO LA DISPOSICION DE DESECHOS INDUSTRIALES TOXICOS. (40)

LOS PRODUCTOS QUIMICOS TOXICOS VERTIDOS DELIBERADAMENTE O POR ACCIDENTE, DE RIOS, LAGOS Y OTRAS AGUAS O DEPOSITADOS AHI DIRECTAMENTE DESDE LA ATMOSFERA O POR AFLUENTES DESDE LA TIERRA, PUEDEN ENTRAR EN LA CADENA ALIMENTICIA HUMANA. (40)

LA CAPACIDAD A LOS CUALES LOS QUIMICOS ORGANICOS EN AGUA RESIDUAL A LOS NIVELES INDICADOS EN LA TABLA 1 SON ABSORBIDOS POR LAS PLANTAS Y PUEDEN SER TOXICOS PARA LOS HUMANOS A TRAVES DE LOS ALIMENTOS. (3)

#### **2.4.3 ABSORCION POR HUMANOS**

A PESAR DE QUE NO HAY EVIDENCIA DIRECTA DE RIESGOS A LA SALUD HUMANA POR LA ABSORCION VIA CADENA ALIMENTICIA DE LOS QUIMICOS ORGANICOS EN AGUA RESIDUAL USADA EN LA APLICACION DE TERRENOS COMO AGUA DE RIEGO, EXISTE INFORMACION DISPONIBLE DE LOS INCIDENTES DE

CONTAMINACION ACCIDENTAL DE ALIMENTOS POR PCB's EN JAPON Y PBB's EN MICHIGAN (BIFENILOS POLICLORADO Y BIFENILOS POLIBROMADOS, RESPECTIVAMENTE). (3)

ES IMPORTANTE RESALTAR QUE DIA CON DIA LOS ACUIFEROS ESTAN EXPUESTOS A SER CONTAMINADOS POR LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES Y POR LA DISPOSICION INADECUADA DE DESECHOS SOLIDOS EN LAS ZONAS DE RECARGA, ADEMAS LA SOBREEXPLOTACION DE ACUIFEROS ESTAN PROVOCANDO LA EXTRACCION DE AGUA DE BAJA CALIDAD. (20)

EL IMPACTO QUE TIENEN LOS CONTAMINANTES PRESENTES EN EL AGUA SOBRE LA SALUD DE LA POBLACION, YA SEA EN FORMA DIRECTA O INDIRECTA PROVOCA ENFERMEDADES QUE VAN DESDE LAS GASTROINTESTINALES HASTA ENFERMEDADES DEGENERATIVAS Y TERATOGENICAS. (20)

## 2.5 RIESGOS A LA SALUD

ACTUALMENTE SE DISPONE CON INFORMACION CIENTIFICA SOBRE LOS EFECTOS A CORTO PLAZO DE PRODUCTOS QUIMICOS BIEN CONOCIDOS QUE ENTRAÑAN RIESGOS A LA SALUD HUMANA O PARA LAS ESPECIES ANIMALES. LO QUE AUN NO SE CONOCE ES QUE PUEDE OCURRIR CUANDO EL ORGANISMO SE VE EXPUESTO A CONCENTRACIONES MUY REDUCIDAS DE UN DETERMINADO PRODUCTO QUIMICO DURANTE UN PERIODO PROLONGADO DE 20 ó 30 AÑOS. LOS EFECTOS PUEDEN NO MANIFESTARSE SINO DESPUES DE TRANSCURRIDO UN LARGO PLAZO TRAS LA EXPOSICION A UNA GRAN DOSIS DURANTE UN PERIODO BREVE. (25)

A UNA DOSIS RELATIVAMENTE REDUCIDA DURANTE UN PERIODO PROLONGADO, LAS CONSECUENCIAS SE PUEDEN MEDIR EN TERMINO DE MORTALIDAD Y MORBILIDAD MEDIANTE MUTAGENESIS QUIMICA QUE PUEDE INDUCIR EN EL PROTOPLASMA MUTACIONES GENETICAS QUE PUEDEN REVESTIR UN CARACTER PERMANENTE. (35)

ENTRE LOS PELIGROS QUE PUEDE ENTRAÑAR A LA SALUD LA EXPOSICION A LARGO PLAZO DE SUSTANCIAS TOXICAS SE PUEDE INCLUIR TAMBIEN LA POSIBILIDAD DE EFECTOS CARCINOGENOS Y TERATOGENOS. (35)

EL RAPIDO CRECIMIENTO DE LA PRODUCCION Y EL CONSUMO DE BIENES HAN HECHO QUE EL CONTROL DE FLUJO DE DESECHOS PELIGROSOS EN EL MEDIO AMBIENTE SEAN UNA DE LAS PRINCIPALES PREOCUPACIONES DE CASI TODOS LOS GOBIERNOS. EL PRIMER PROBLEMA CON QUE SE TROPIEZA, ES EL DE ESTABLECER LOS CRITERIOS PARA ABORDAR LA IDENTIFICACION, DEFINICION Y CLASIFICACION DE LOS DESECHOS TOXICOS. (35)

EN SEGUNDO LUGAR, ES PRECISO OPTAR POR UNO U OTRO DE LOS DISTINTOS CONCEPTOS DE ORDENACION DE LOS DESECHOS, CONCEPTOS QUE VAN DESDE LA RECUPERACION Y UTILIZACION COMPLETA, HASTA LA ELIMINACION DE LOS RESIDUOS EN EMPLAZAMIENTOS ADECUADOS Y SEGUROS. (35)

## **2.6 CROMATOGRAFIA DE GASES**

LA CROMATOGRAFIA ES UNA TECNICA ANALITICA PARA LA SEPARACION FISICA DE DOS O MAS COMPUESTOS, BASADA EN SU DIFERENTE DISTRIBUCION EN DOS FASES, UNA ESTACIONARIA Y OTRA MOVIL; ESTA TECNICA SE EMPLEA PARA FINES CUANTITATIVOS Y DE PREPARACION DE FRACCIONES PURAS A PARTIR DE UNA MEZCLA.

EN CROMATOGRAFIA DE GASES LA FASE ESTACIONARIA ES UNA SUSTANCIA ABSORBENTE O ADSORBENTE QUE SE ENCUENTRA EN UNA COLUMNA Y LA FASE MOVIL ES UN GAS INHERTE.

LA MUESTRA POR SEPARAR SE EVAPORA Y SE HACE PASAR POR UNA COLUMNA; EL ARRASTRE DE LA MUESTRA SE LLEVA A CABO POR EL FLUJO DE UN GAS ACARREADOR QUE BAJO PRESION MUEVE UNA MUESTRA DE VAPOR DEL SOLUTO

DEL PUERTO DE INYECCION, CUYA UNICA FUNCION CONSISTE EN TRANSPORTAR LOS VAPORES DEL SOLUTO A LO LARGO DE LA COLUMNA.

LOS DISTINTOS COMPONENTES DE LA MEZCLA SE DESPLAZAN DENTRO DE LA COLUMNA A VELOCIDADES DIFERENTES Y BAJO DETERMINADAS CONDICIONES SE SEPARAN ENTRE SI; LUEGO PASA AL DETECTOR DONDE SE CONVIERTE EN UNA SEÑAL ELECTRICA LA CUAL PUEDE MEDIRSE CON UN GRAFICADOR. (38,44)

### **2.6.1 CROMATOGRAFO DE GASES**

ES UN EQUIPO DE TRABAJO, INTEGRADO POR VARIAS PARTES:  
(VER FIG. 4)

- a) - UN CILINDRO DE GAS ACARREADOR
- b) - UN CONTROLADOR DE FLUJO
- c) - UN REGULADOR DE PRESION
- d) - UN SISTEMA DE INTRODUCCION DE MUESTRAS (PUERTO DE INYECCION)
- e) - UNA COLUMNA QUE SEPARA LOS COMPUESTOS DE LA MEZCLA
- f) - UN DETECTOR QUE GENERA Y ENVIA UNA SEÑAL ELECTRICA PROPORCIONAL A LA CANTIDAD DE COMPONENTES QUE PASA POR EL.
- g) - UN REGISTRADOR/GRAFICADOR QUE REGISTRA Y MIDE LA SEÑAL DEL DETECTOR.

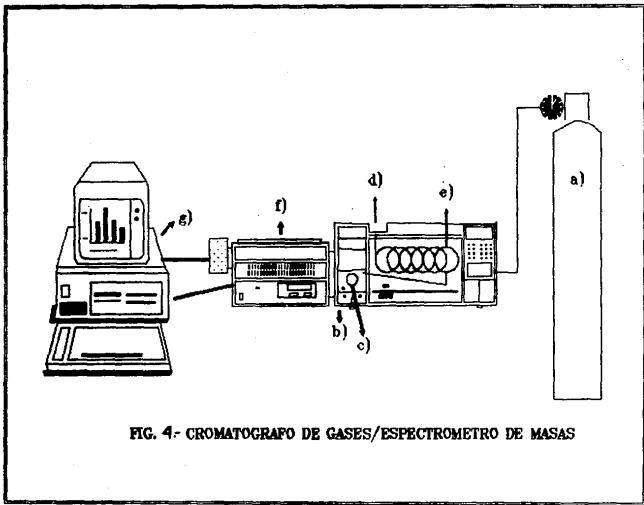


FIG. 4- CROMATOGRAFO DE GASES/ESPECTROMETRO DE MASAS

LOS GASES MAS COMUNES SON:

- HELIO
- HIDROGENO
- NITROGENO, Y
- ARGON

LA TECNICA MAS UTILIZADA PARA LA APLICACION DE LA MUESTRA ES POR MEDIO DE UNA JERINGA GRADUADA EN  $\mu$ l (MICROJERINGAS), A TRAVES DE UN DIAFRAGMA DE HULE (SEPTUM). LA MUESTRA DEBE INTRODUCIRSE EN LA COLUMNA EN UNA SOLA INYECCION RAPIDA PARA OBTENER PICOS DEFINIDOS, UNA SEPARACION COMPLETA DE LOS COMPUESTOS, UNA BUENA PRECISION DE LA LECTURA Y UNA ADECUADA REPETIBILIDAD. (38,44)

LA COLUMNA ES LA PARTE MAS IMPORTANTE DEL CROMATOGRAFO DE GASES, LA CUAL CONSTA DE TRES ELEMENTOS MUY IMPORTANTES:

- 1.- UN RECIPIENTE, QUE ES UN TUBO DE METAL O DE VIDRIO,
- 2.- UN SOPORTE SOLIDO, Y
- 3.- UNA FASE ESTACIONARIA.

EL TUBO NO INTERFIERE EN LA SEPARACION CROMATOGRAFICA EXCEPTO CUANDO UNA MUESTRA PUEDE REACCIONAR CON EL. POR EJEMPLO EN UN ANALISIS DE AGUAS, EL TUBO DE ACERO INOXIDABLE ADSORBERA CIERTA CANTIDAD DE AGUA, Y EN EL ANALISIS DE PESTICIDAS, ESTEROIDES Y COMPUESTOS SIMILARES, EL TUBO DE METAL PUEDE INTERFERIR EN EL RESULTADO DEL ANALISIS. LOS MATERIALES QUE MAS SE USAN SON:

- a) COBRE
- b) ACERO INOXIDABLE, Y
- c) VIDRIO.

EL ULTIMO SE USA CUANDO EL METAL NO SATISFACE LAS CONDICIONES DEL ANALISIS, COMO ES EN ESTE CASO QUE SE EMPLEO UNA COLUMNA CAPILAR DE VIDRIO.

EL SOPORTE SOLIDO PROVEE UNA GRAN AREA INHERTE PARA DETENER LA FASE LIQUIDA QUE ES LA TIERRA DIATOMACEA CALCINADA Y SELECCIONADA POR UN TAMIZ DE METAL ESTANDAR PARA OBTENER PARTICULAS UNIFORMEMENTE PEQUEÑAS.

LA FASE ESTACIONARIA DEBE SER LA UNICA PARTE ACTIVA DE LA COLUMNA, LA SEPARACION SE EFECTUA ENTRE EL GAS ACARREADOR Y ESTE MATERIAL. ESTE PROCESO PUEDE VERSE COMO UNA SERIE DE PARTICIONES DONDE LA MUESTRA PASA A LA SOLUCION (O ES ABSORBIDA) EN LA FASE ESTACIONARIA Y SUBSECUENTEMENTE REVAPORIZADA. LA AFINIDAD DE LA MUESTRA CON LA FASE ESTACIONARIA DETERMINA EL TIEMPO QUE LOS COMPUESTOS INDIVIDUALES DE LA MUESTRA PERMANECEN EN LA COLUMNA.

LOS COMPUESTOS CON MENOR AFINIDAD EMERGEN PRIMERO Y LOS DE MAYOR AFINIDAD EMERGEN AL ULTIMO.

DESPUES DE SEPARADOS PASAN AL DETECTOR DONDE SE INDICA LA PRESENCIA DE LOS COMPONENTES Y MIDE LA CANTIDAD DE ESTOS A LA SALIDA DE LA COLUMNA.

EXISTEN VARIOS TIPOS DE DETECTORES COMO SON:

- FID: DE IONIZACION DE FLAMA
- NPD: DE NITROGENO/FOSFORO
- ECD: DE CAPTURA DE ELECTRONES
- TCD: DE CONDUCTIVIDAD TERMICA
- IRD: DE INFRARROJO, Y
- MS: ESPECTROMETRIA DE MASAS.

EL DETECTOR SELECTIVO DE MASAS SE ELIGIO POR SER UN DETECTOR UNIVERSAL Y LEE UNA DIVERSIDAD DE MASAS DE COMPUESTOS, ADEMÁS DE SER UNA TECNICA PARA DETERMINAR EL PESO MOLECULAR DE LA MOLECULA DE UN CIERTO COMPUESTO, IONIZANDOLA POR ALGUN METODO PARA PRODUCIR PRINCIPALMENTE IONES MONOVALENTES Y MIDIENDO LA MASA DE LOS IONES POR UN METODO ELECTROMAGNETICO. AUN UNA SIMPLE MOLECULA CON FRECUENCIA GENERA VARIOS GRUPOS DE IONES DIFERIENDO LA MASA EN EL PROCESO DE IONIZACION, Y MIDIENDO LA CORRIENTE DEL ION PARA CADA MASA DEL ION SEPARADO, ESTO SE PUEDE CONOCER COMO EL TIPO DE ESTRUCTURA DE LOS IONES QUE ES POSIBLEMENTE PRODUCIDO EN EL PROCESO DE IONIZACION.

EL SISTEMA DE DATOS DEBE ESTAR CONECTADO AL ESPECTROMETRO DE MASAS, QUE PERMITA LA ADQUISICION CONTINUA Y EL ALMACENAMIENTO DE TODOS LOS ESPECTROS DE MASA OBTENIDOS A TRAVES DEL PROGRAMA CROMATOGRAFICO.

LA COMPUTADORA CUENTA CON UN SOFTWARE QUE PERMITE INVESTIGAR CUALQUIER DATO DEL SISTEMA ACOPLADO DEL CROMATOGRAFO DE GASES/ESPECTROMETRO DE MASAS CON REFERENCIA A UNA RELACION  $m/z$  (MASA/CARGA) ESPECIFICA, Y GRAFICAR DICHO VALOR CONTRA TIEMPO O INTERVALOS DE BARRIDO. EL SOFTWARE PROPORCIONA LA INTEGRACION DE LA ABUNDANCIA DE LA MASA EN CUALQUIER PUNTO DEL PERFIL IONICO YA SEA EN TIEMPO O EN INTERVALO DE BARRIDO.

EL SOFTWARE CUENTA CON UNA LIBRERIA WILLEY, CON ESPECTROS DE MASA PARA LA IDENTIFICACION DE 140,000 COMPUESTOS ORGANICOS.

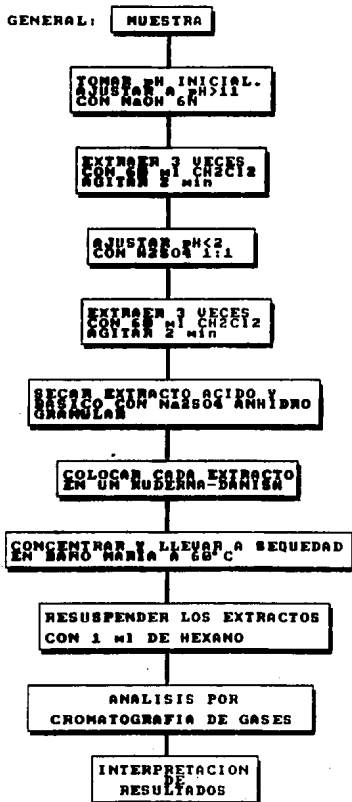
## CAPITULO

■



PARTE EXPERIMENTAL

3.1 DIAGRAMA GENERAL:



### 3.2 MATERIAL, REACTIVOS Y EQUIPOS

#### 3.2.1 MATERIAL DE LABORATORIO

- FRASCOS DE VIDRIO DE 1 lt.
- EMBUDO DE SEPARACION DE 2 lt.
- MATRAZ ERLLENMEYER DE 250 ml.
- EMBUDO DE TALLE CORTO DE VIDRIO.
- EQUIPO CONCENTRADOR (KUDERNA-DANISH/K-D)
- MICROJERINGAS DE VIDRIO DE 500, 100, 25 Y 10  $\mu$ l.
- MICROJERINGAS PARA INYECTOR AUTOMATICO DE VIDRIO DE 10  $\mu$ l.
- PIPETAS PASTEUR DE VIDRIO.
- PIPETAS SEROLOGICAS DE 10 ml.
- PERLAS DE VIDRIO.
- PICETA DE 500 ml.
- PROBETA GRADUADA DE VIDRIO DE 100 Y 1000 ml.
- VASO DE PRECIPITADOS DE VIDRIO DE 250 Y 50 ml.
- MATRAZ VOLUMETRICO DE 1 Y 2 ml.
- VIALES DE VIDRIO DE 2 ml.
- ENGARGOLADORA.
- TERMOMETRO DE 0° A 100°C.
- LANA DE VIDRIO.

### 3.2.2. REACTIVOS

- AGUA REACTIVO.
- SOLUCION DE HIDROXIDO DE SODIO 6N.
- SOLUCION DE ACIDO SULFURICO 1:1 (v/v).
- SOLVENTES:
  - ACETONA
  - CLORURO DE METILENO
  - HEXANO
  - METANOL

TODOS GRADO REACTIVO.

- SOLUCIONES BUFFER pH 4, pH 7 Y pH 10.
- SULFATO DE SODIO.
- GAS HELIO ULTRA ALTA PUREZA.
- ESTANDAR DE PERFLUOROTRIBUTILAMINA (PFTBA)
- ESTANDAR INTERNO DE NITROBENCENO DEUTERADO d-5, 10,000 ppm.

### 3.2.3 INSTRUMENTOS Y EQUIPOS

- BAÑO DE AGUA CON CONTROL DE TEMPERATURA.
- POTENCIOMETRO ELECTRONICO.
- SISTEMA ACOPLADO CROMATOGRAFO DE GASES/ESPECTROMETRO DE MASAS.

### 3.3 METODOLOGIA

#### TECNICA PARA LA DETERMINACION DE COMPUESTOS EXTRAIBLES. (15)

##### 3.3.1 APLICACION

ESTE METODO ABARCA LA DETERMINACION DE CIERTOS COMPUESTOS ORGANICOS SUCEPTIBLES DE SER EXTRAIDOS EN UN SOLVENTE ORGANICO Y SEPARADOS POR CROMATOGRAFIA DE GASES.

LOS COMPUESTOS QUE SON DETERMINADOS CUALITATIVA Y CUANTITATIVAMENTE POR ESTE METODO SE ENLISTAN EN LA TABLA 2.

EL METODO EMPLEA CROMATOGRAFIA DE GASES PARA LA SEPARACION Y LA ESPECTROMETRIA DE MASAS PARA LA IDENTIFICACION. ESTE METODO ES APLICABLE A MUESTRAS DE AGUA SUPERFICIAL, RESIDUAL, RENOVADA, DESCARGAS MUNICIPALES E INDUSTRIALES.

LOS LIMITES DE DETECCION DEL METODO REPORTADOS POR EPA, DIFERIRAN DEPENDIENDO DE LAS INTERFERENCIAS DE LA MATRIZ DE LA MUESTRA ANALIZADA Y DE LA SENSIBILIDAD DEL INSTRUMENTO UTILIZADO PARA EL ANALISIS.

LA METODOLOGIA ANALITICA EMPLEADA PARA EL ANALISIS DE AGUAS RESIDUALES SE PRESENTA EN LA TABLA 3.

##### 3.3.2 RESUMEN DEL METODO

SE TOMA UN LITRO DE LA MUESTRA A TRATAR, SE LLEVA A UN pH MAYOR A 11 CON NaOH 6N Y ENSEGUIDA SE EXTRAE (3 VECES) CON CLORURO DE METILENO; SE LLEVA A UN pH MENOR A 2 CON H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1 Y SE REPITE LA EXTRACCION.

PARA LAS EXTRACCIONES SE EMPLEA UN EMBUDO DE SEPARACION O UN EXTRACTOR CONTINUO. EL EXTRACTO DE CLORURO DE METILENO SE LLEVA A SEQUEDAD EN UN EQUIPO KUDERNA-DANISH Y SE RESUSPENDE CON 1 ml DE HEXANO PARA SER ANALIZADO EN EL SISTEMA ACOPLADO DE GC/MS.

LA IDENTIFICACION CUALITATIVA DE LOS PARAMETROS EN EL EXTRACTO, SE REALIZA EMPLEANDO EL TIEMPO DE RETENCION (tr) Y LA ABUNDANCIA RELATIVA DE TRES MASAS CARACTERISTICAS (m/z).

EL ANALISIS CUANTITATIVO SE LLEVA A CABO USANDO YA SEA ESTANDAR INTERNO (ISTD) O ESTANDAR EXTERNO (ESTD) A UNA DETERMINADA MASA CARGA (m/z) CARACTERISTICA PARA CADA COMPONENTE O POR MEDIO DE UNA CURVA DE CALIBRACION.

TABLA 2

LISTA DE COMPUESTOS EXTRACTABLES BASICOS/NEUTROS

COMPUESTO	MASA PRIMARIA	MASA SECUNDARIA	MASA SECUNDARIA
ACENAFTENO	154	153	152
ACENAFTILENO	152	151	153
ANTRACENO	178	179	176
ALDRIN	66	263	220
BENZO (a) ANTRACENO	228	229	226
BENZO (b) FLUORANTENO	252	253	125
BENZO (k) FLUORANTENO	252	253	125
BENZO (a) PIRENO	252	253	125
BENZO (g, h, i) PERILENO	276	138	277
BENCILOUTILFTALATO	149	91	206
B-BHC	181	183	109
d-BHC	183	109	191
BIS (2-CLOROETIL) ETER	93	63	95
BIS (2-CLOROETOXI) METANO	93	95	123
BIS (2-ETILHEXIL) FTALATO	149	167	279
BIS (2-CLOROISOPROPIL) ETER	45	77	77
4-BROMOFENIL ETER	248	250	141
* CLORDANO	173	375	377
2-CLORONAFTALENO	162	164	127
4-CLOROFENIL FENIL ETER	204	206	141
CRISENO	228	226	229
4,4'-DDD	235	237	165
4,4'-DDE	246	248	176
4,4'-DDT	235	237	165
DIBENZO (a, h) ANTRACENO	278	139	279
DI-N-BUTIL FTALATO	149	150	104
1,3-DICLOROBENCENO	146	148	113

(CONT. TABLA 2...)

COMPUESTO	MASA PRIMARIA	MASA SECUNDARIA	MASA SECUNDARIA
1,2-DICLOROBENCENO	146	148	113
1,4-DICLOROBENCENO	146	148	113
3,3-DICLOROBENCIDINA	257	254	126
DIELDRIN	79	263	279
DIETILFTALATO	149	177	150
DIMETILFTALATO	163	194	164
2,4-DINITROTOLUENO	165	63	182
2,6-DINITROTOLUENO	165	89	121
DI-N-OCTILFTALATO	149	---	---
ENDOSULFAN SULFATO	272	387	422
ENDRIN ALDEHIDO	67	345	250
FLUORANTENO	202	101	100
FLUORENO	166	165	167
HEPTACLORO	100	272	274
HEPTACLORO EPOXIDO	353	355	351
HEXAACLOROBENCENO	284	142	249
HEXAACLOROBUTADIENO	225	223	227
HEXAACLOROETANO	117	201	199
INDENO (1,2,3-cd)PIRENO	276	138	277
ISOFORONA	82	95	138
NAFTALENO	128	129	127
NITROBENCENO	77	123	65
N-NITROSODI-N-PROPILO-AMINA	130	42	101
* PCB-1016	224	260	294
* PCB-1221	190	224	260
* PCB-1232	190	224	260

(CONT. TABLA 2 ...)

COMPUESTO	MASA PRIMARIA	MASA SECUNDARIA	MASA SECUNDARIA
* PCB-1242	224	260	294
* PCB-1248	294	330	262
* PCB-1254	294	330	262
* PCB-1260	330	362	394
FENANTRENO	178	179	176
PIRENO	202	101	100
* TOXAFENO	159	231	233
1,2,4-TRICLOROBENCENO	180	182	145

\* ESTOS COMPUESTOS SON MEZCLA DE VARIOS ISOMEROS

(CONT. TABLA 2 ...)

LISTA DE COMPUESTOS EXTRAHTABLES ACIDOS

COMPUESTO	MASA PRIMARIA	MASA SECUNDARIA	MASA SECUNDARIA
4-CLORO-3-METILFENOL	142	107	144
2-CLOROFENOL	128	64	130
2,4-DICLOROFENOL	162	164	98
2,4-DIMETILFENOL	122	107	121
2,4-DINITROFENOL	184	63	154
2-METIL-4,6-DINITROFENOL	198	182	77
2-NITROFENOL	139	65	109
PENTAFLOROFENOL	266	264	268
FENOL	94	65	66
2,4,6-TRICLOROFENOL	196	198	200
4-NITROFENOL	65	139	109

TABLA 3

## METODOLOGIA ANALITICA PARA AGUAS RESIDUALES

PARAMETRO	METODO	TECNICA ANALITICA EPA (1)	FORMA DE PRESERVACION	TIEMPO MAX. DE PRESERVACION	LIMITE DE DETECCION mg/l (2)	RANGO DE TRABAJO mg/l (3)
* COS EXTRAIBLES EN AGUA RESIDUAL	**CGC/MS	625	FRIJO 4°C	7 DIAS	0.01	0.01 - 5.0

\* COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS.

\*\* CROMATOGRAFIA DE GASES CON COLUMNA CAPILAR/ESPECTROMETRIA DE MASAS

- (1) USEPA "METHODS FOR CHEMICAL ANALYSIS OF WATER AND WASTES". 1984  
 (2) LIMITE DE DETECCION INSTRUMENTAL, EN LAS MUESTRAS REALES PUEDE SER MAYOR DEBIDO A LOS EFECTOS DE LA MATRIZ  
 (3) RANGO OPTIMO DE CONCENTRACION EN LAS QUE LA TECNICA ES LINEAL SIN DILUCION DE LA MUESTRA



### 3.3.3 INTERFERENCIAS

LAS INTERFERENCIAS AL METODO PUEDEN SER CAUSADAS PRINCIPALMENTE POR CONTAMINANTES EN LOS SOLVENTES, REACTIVOS, MATERIAL DE VIDRIO Y OTROS MATERIALES INVOLUCRADOS EN EL PROCESO TANTO DE MUESTREO COMO DEL ANALISIS, PROVOCANDO LA APARICION DE PICOS FANTASMAS (ARTIFICIALES) Y/O LINEAS BASE ELEVADAS EN LOS PERFILES DE CORRIENTE DEL ION TOTAL. TODOS ESTOS MATERIALES DEBEN DEMOSTRAR RUTINARIAMENTE QUE ESTAN LIBRES DE INTERFERENCIAS BAJO LAS CONDICIONES DE ANALISIS, CORRIENDO UN BLANCO DE REACTIVO.

EL MATERIAL DE VIDRIO DEBE ESTAR ESCRUPULOSAMENTE LIMPIO. ESTE DEBE LIMPIARSE TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE DESPUES DE HABER SIDO USADO, ENJUAGANDOLO CON EL ULTIMO SOLVENTE EMPLEADO, SEGUIDO DE UN LAVADO CON DETERGENTE LIBRE DE FOSFATOS Y AGUA CALIENTE, ENJUAGARLO CON AGUA DE LA LLAVE Y POSTERIORMENTE CON AGUA DESTILADA. EL MATERIAL DE VIDRIO DEBE ESCURRIRSE, SECARSE Y CALENTARSE EN UNA MUFLA A 400°C DE 15 A 30 min. ALGUNOS COMPUESTOS SON TERMICAMENTE ESTABLES COMO LOS PCB'S Y NO SON ELIMINADOS POR ESTE TRATAMIENTO. EL ENJUAGAR CON ACETONA Y HEXANO GRADO PESTICIDA, DEBE SER SUSTITUIDO POR EL CALENTAMIENTO EN LA MUFLA. EL ENJUAGAR COMPLETAMENTE CON ESTOS SOLVENTES ELIMINA USUALMENTE LAS INTERFERENCIAS POR PCB'S.

EL MATERIAL VOLUMETRICO NO DEBE SER CALENTADO EN MUFLA. DESPUES DE SECO Y FRIO EL MATERIAL DEBE SER SELLADO Y ALMACENADO EN UN AMBIENTE LIMPIO PARA EVITAR CUALQUIER ACUMULACION DE POLVO U OTROS CONTAMINANTES. ALMACENAR EN FORMA INVERTIDA O CUBIERTOS CON PAPEL ALUMINIO.

EL USO DE SOLVENTES Y REACTIVOS DE ALTA PUREZA AYUDA A MINIMIZAR LOS PROBLEMAS DE INTERFERENCIA. DEBE SER REQUERIDA LA PURIFICACION DE SOLVENTES POR DESTILACION.

LAS INTERFERENCIAS DE LA MATRIZ PUEDEN SER CAUSADAS POR CONTAMINANTES QUE SON COEXTRAIDOS DE LA MUESTRA. LA CANTIDAD Y TIPO DE CONTAMINANTES VARIARA AMPLIAMENTE DE LA FUENTE, DE LA NATURALEZA, DE LA DIVERSIDAD DEL SITIO, DEL COMPLEJO INDUSTRIAL O MUNICIPAL MUESTREADO.

LA EXTRACCION BASICA/NEUTRA PUEDE CAUSAR SIGNIFICATIVA REDUCCION EN LA RECUPERACION DEL FENOL, 2-METILFENOL Y 2,4-DIMETILFENOL.

LA EXTRACCION BASICA NO MUESTRA SUFICIENTE RESOLUCION PARA CIERTOS PARES DE ISOMEROS COMO LOS SIGUIENTES:

ANTRACENO	Y	FENANTRENO
CRISENO	Y	BENZO(a)ANTRACENO
BENZO(b)FLUORANTENO	Y	BENZO(k)FLUORANTENO

EL TIEMPO DE RETENCION (tr) POR CROMATOGRAFIA DE GASES Y LOS ESPECTROS DE MASA PARA ESTOS PARES DE COMPUESTOS, NO DIFIEREN SUFICIENTEMENTE ORIGINANDO UNA IDENTIFICACION AMBIGUA. PARA UNA CUANTIFICACION Y CUALIFICACION DE ESTOS COMPUESTOS ESPECIFICOS, DEBERAN EMPLEARSE TECNICAS ALTERNATIVAS. (METODO 610 DE LA EPA).

EL HEXACLOROCICLOPENTADIENO ESTA SUJETO A DESCOMPOSICION TERMICA EN LA ENTRADA AL CROMATOGRAFO DE GASES, A UNA REACCION QUIMICA EN SOLUCION CON ACETONA Y A DESCOMPOSICION FOTOQUIMICA.

LA BENCIDINA PUEDE ESTAR SUJETA A UNA PERDIDA OXIDATIVA DURANTE LA CONCENTRACION DEL SOLVENTE.

BAJO LAS CONDICIONES ALCALINAS DE LOS PASOS DE EXTRACCION EL  $\alpha$ -BHC,  $\gamma$ -BHC, ENDOSULFAN I Y II, Y EL ENDRIN ESTAN SUJETOS A DESCOMPOSICION.

LA N-NITROSODIFENILAMINA ES DIFICIL DE SEPARAR DEL SOLVENTE POR LO QUE PRESENTA BAJAS RECUPERACIONES.

LA N-NITROSODIMETILAMINA SE DESCOMPONE EN EL INYECTOR Y NO ES POSIBLE SEPARARLA DE LA DIFENILAMINA.

### 3.3.4 SEGURIDAD

LA TOXICIDAD O LA CARCINOGENICIDAD DE CADA REACTIVO EMPLEADO EN ESTE METODO, NO HA SIDO DEFINIDO, SIN EMBARGO, CADA COMPUESTO QUIMICO DEBE SER TRATADO COMO UN COMPUESTO POTENCIALMENTE PELIGROSO A LA SALUD. DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, LA EXPOSICION A ESTOS QUIMICOS DEBE SER REDUCIDA A LOS NIVELES MAS BAJOS POSIBLES POR CUALQUIERA DE LOS MEDIOS DISPONIBLES.

LOS SIGUIENTES PARAMETROS CUBIERTOS POR ESTE METODO HAN SIDO TENTATIVAMENTE CLASIFICADOS COMO CONOCIDOS O SOSPECHOSOS CARCINOGENOS PARA HUMANOS O MAMIFEROS:

- BENZO(a)ANTRACENO
- BENCIDINA
- 3,3'-DICLOROBENCIDINA
- BENZO(a)PIRENO
- $\alpha$ -BHC
- $\beta$ -BHC
- $\delta$ -BHC
- $\gamma$ -BHC
- DIBENZO(a,h)ANTRACENO
- N-NITROSODIMETILAMINA
- 4,4'-DDT
- BIFENILOS POLICLORADOS (PCB's)

LOS ESTANDARES PRIMARIOS DE ESTOS COMPUESTOS TOXICOS, DEBEN SER PREPARADOS EN UNA CAMPANA. DEBEN EMPLEARSE RESPIRADORES DE GASES TOXICOS CUANDO SE MANEJEN CONCENTRACIONES ALTAS DE ESTOS COMPUESTOS TOXICOS.

### 3.3.5 COLECCION, PRESERVACION Y MANEJO DE LA MUESTRA

LAS MUESTRAS SE COLECTARON EN RECIPIENTES DE VIDRIO COLOR AMBAR. ESTOS RECIPIENTES DEBERAN ESTAR PERFECTAMENTE LIMPIOS Y SECO.

LAS MUESTRAS SE REFRIGERARON A 4°C DESDE LA RECOLECCION HASTA EL MOMENTO DE SU EXTRACCION. SE LLENAN LOS RECIPIENTES DE MUESTRA A VOLUMEN CERO (SI EXISTE LA PRESENCIA DE CLORO RESIDUAL, AGREGAR 80 mg DE TIOSULFATO DE SODIO POR LITRO DE MUESTRA Y MEZCLAR MUY BIEN).

LA EXTRACCION DEBE REALIZARSE DENTRO DE LOS 7 DIAS DESPUES DE LA COLECCION DE LA MUESTRA Y COMPLETAR EL ANALISIS DENTRO DE LOS SIGUIENTES 40 DIAS DESPUES DE LA EXTRACCION.

### 3.3.6 TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

#### - EXTRACCION CON EMBUDO DE SEPARACION:

- SE TOMA UN VOLUMEN DE MUESTRA DE 1 lt O MAYOR, SE VACIA EL CONTENIDO DEL RECIPIENTE DE MUESTREO EN UNA PROBETA DE 1 lt.
- VERIFICAR EL pH DE LA MUESTRA ORIGINAL Y AJUSTARLO A pH >11 CON UNA SOLUCION DE NaOH 6N.
- VACIAR LA MUESTRA A UN EMBUDO DE SEPARACION DE 2 lt, AGREGAR EL ESTANDAR INTERNO (10 µl, DE UNA CONCENTRACION DE 10000 ppm), Y MEZCLAR MUY BIEN.
- AGREGAR 60 ml DE CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> AL EMBUDO DE SEPARACION Y HACER LA EXTRACCION AGITANDO VIGOROSAMENTE DURANTE 2 min, CON VENTEOS PERIODICOS PARA LIBERAR EL EXCESO DE PRESION.
- PERMITIR QUE SE SEPRE LA CAPA ORGANICA DE LA FASE ACUOSA POR UN TIEMPO MINIMO DE 10 min. SI SE PRESENTA UNA EMULSION ENTRE LAS DOS CAPAS DE MAS DE 1/3 DEL VOLUMEN DE LA CAPA DEL SOLVENTE, SE DEBERA EMPLEAR TECNICAS MECANICAS PARA LA SEPARACION. (AGITACION, CENTRIFUGACION O FILTRACION A TRAVES DE LANA DE VIDRIO).
- SEPARAR LA FASE ORGANICA EN UN MATRAZ ERLNMEYER DE 250 ml.

- SE AGREGA UN SEGUNDO VOLUMEN DE 60 ml DE CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> AL EMBUDO DE SEPARACION Y REPETIR EL PROCEDIMIENTO DE EXTRACCION UNA SEGUNDA OCASION COMBINANDO LOS EXTRACTOS EN EL MISMO MATRAZ ERLNMEYER ANTERIOR.
- REALIZAR OTRA EXTRACCION CON UN TERCER VOLUMEN DE 60 ml DE CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> Y COMBINARLO CON LOS OTROS DOS EXTRACTOS ANTERIORES.
- SE ETIQUEN LOS EXTRACTOS COMBINADOS COMO FRACCION BASICA.
- AJUSTAR AHORA EL pH DE LA MUESTRA A UN pH <2 CON UNA SOLUCION 1:1 DE H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- EXTRAER NUEVAMENTE CON TRES PORCIONES DE CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> DE 60 ml CADA UNA DE IGUAL FORMA QUE EN LA EXTRACCION BASICA.
- COMBINAR ESTOS EXTRACTOS EN OTRO MATRAZ ERLNMEYER DE 250 ml Y ETIQUETAR COMO FRACCION ACIDA.

LOS EXTRACTOS SE CONCENTRAN Y SE ANALIZAN POR SEPARADO PARA LO CUAL SE EFECTUARON LOS SIGUIENTES PASOS:

- SE SECA CADA EXTRACTO, PASANDOLOS A TRAVES DE UNA CAPA DE Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ANHIDRO DE APROXIMADAMENTE 10 cm DE ESPESOR SOPORTADO SOBRE LANA DE VIDRIO, EN UN EMBUDO DE FILTRACION DE TALLE CORTO.
- COLECTAR DIRECTAMENTE EN EL APARATO K-D (KUDERNA-DANISH/EQUIPO CONCENTRADOR), AGREGAR 2 ó 3 PERLAS DE VIDRIO Y CONCENTRAR.
- COLOCAR EL EQUIPO CONCENTRADOR K-D EN EL BAÑO DE AGUA DE TEMPERATURA CONTROLADA (60-65°C).
- SUSPENDER LA CONCENTRACION CUANDO EL VOLUMEN DEL CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> ESTE CASI SECO, SUSPENDER EL CALENTAMIENTO Y DEJAR ENFRIAR. QUITAR LA COLUMNA DEL EQUIPO CONCENTRADOR Y ENJUAGAR LAS PAREDES DEL EMBUDO CON 0.5 ml DE HEXANO, COLOCAR NUEVAMENTE LA COLUMNA SNYDER Y CONTINUAR EL CALENTAMIENTO DEL K-D A QUE SE EVAPORE EL CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> RESTANTE Y SOLO QUEDE EL HEXANO.
- AJUSTAR A UN VOLUMEN FINAL DE 1 ml CON HEXANO Y TRANSFERIR EL CONCENTRADO A UN VIAL DE 2 ml CON GARGOLA DE SEPTA INCLUIDA, Y ENTONCES LA MUESTRA ESTARA LISTA PARA SER INYECTADA EN EL CROMATOGRAFO DE GASES.

**NOTA:** CUANDO LAS MUESTRAS PRESENTAN SERIOS PROBLEMAS DE EMULSION EN LA EXTRACCION CON EMBUDO DE SEPARACION, SE DEBERA EMPLEAR ENTOCES LA TECNICA DE EXTRACCION CONTINUA.

TIEMPO DE EQUILIBRIO	0.50 min
*T DEL INYECTOR	300°C
*T DEL DETECTOR	300°C
*T INICIAL	50°C
TIEMPO INICIAL	1.0 min
RAMPA 1	15°C/min
*T FINAL 1	300°C
TIEMPO FINAL 1	6.5 min
TIEMPO TOTAL DE ANALISIS	24.17 min
TIEMPO DEL SOLVENTE	2.8 min
MASA BAJA	35 amu
MASA ALTA	350 amu
PRESION EN COLUMNA	25 psi
GAS ACARREADOR	HELIO
VELOCIDAD LINEAL DE FLUJO	40 cm/seg
SPLIT	30 ml/min
RELACION DEL SPLIT	1:30
BARRIDOS POR SEGUNDO	1.75/seg
VOLUMEN DE INYECCION	3 µl

SE INYECTA EL VOLUMEN DEL EXTRACTO DE LA MUESTRA INDICADO EN EL SISTEMA EMPLEANDO LA TECNICA DE RETROLAVADO CON SOLVENTE.

SI LA RESPUESTA PARA CUALQUIER COMPUESTO EXCEDE EL RANGO DE TRABAJO DEL SISTEMA, SE HACE LA DILUCION DEL EXTRACTO Y SE REANALIZA.

REALIZAR ENTONCES LAS MEDICIONES CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS PARA CADA FRACCION DE LA MUESTRA ANALIZADA.

### 3.3.8 CALCULOS

#### 3.3.8.1 IDENTIFICACION CUALITATIVA

EL TIEMPO DE RETENCION DE CADA COMPUESTO DEBE TENER COMO MAXIMA TOLERANCIA  $\pm 5\%$  DEL TIEMPO DE RETENCION DEL ESTANDAR. ADEMAS DE COMPARAR LOS TIEMPOS DE RETENCION DE LOS ESTANDARES CON LOS OBTENIDOS EN LA MUESTRA, SE VERIFICARA QUE COINCIDAN LAS TRES MASAS CARACTERISTICAS DEL COMPUESTO EN CUESTION.

LOS ISOMEROS ESTRUCTURALES QUE TIENEN ESPECTROS DE MASA MUY SIMILARES Y MENOS DEL  $5\%$  DE DIFERENCIA EN TIEMPOS DE RETENCION PUEDEN SER EXPLICITAMENTE IDENTIFICADOS UNICAMENTE SI LA RESOLUCION ENTRE ISOMEROS AUTENTICOS DE UN ESTANDAR ES ACEPTABLE.

UNA RESOLUCION ACEPTABLE SE ALCANZA SI LA BASE ENTRE LOS DOS PICOS ES  $\leq 25\%$  DE LAS SUMAS DE LAS ALTURAS ENTRE LOS DOS PICOS. EN CASO CONTRARIO LOS ISOMEROS ESTRUCTURALES SON IDENTIFICADOS COMO PARES ISOMERICOS.

#### 3.3.8.2 DETERMINACION CUANTITATIVA

CUANDO EL PARAMETRO HA SIDO IDENTIFICADO, LA CUANTIFICACION DEBE ESTAR BASADA EN LA INTEGRACION DE LAS AREAS.

LOS RESULTADOS SE REPORTAN EN  $\mu\text{g}/\text{lt}$  DE MUESTRA Y SE CALCULA LA CONCENTRACION DE LA MUESTRA DE LA SIGUIENTE MANERA:

CALCULAR EL FACTOR DE RESPUESTA (FR) PARA CADA COMPUESTO DE ACUERDO A LA SIGUIETE ECUACION:

$$\text{FR} = \frac{[\text{As}] \quad [\text{Cis}]}{[\text{Ais}] \quad [\text{Cs}]}$$

DONDE:

- FR = FACTOR DE RESPUESTA
- As = AREA DE LA MASA CARACTERISTICA  $m/z$  DEL COMPUESTO A CUANTIFICAR
- Ais = AREA DE LA MASA CARACTERISTICA  $m/z$  DEL ESTANDAR INTERNO
- Cis = CONCENTRACION DEL ESTANDAR INTERNO
- Cs = CONCENTRACION DEL COMPUESTO A CUANTIFICAR  $\text{mg}/\text{l}$

$$\text{CONCENTRACION } \mu\text{g/ml} = \frac{[\text{As}] [\text{Cis}]}{[\text{Ais}] [\text{RF}]}$$

DONDE:

- As** = CONCENTRACION DEL COMPUESTO A IDENTIFICAR  
**Ais** = AREA DEL ESTANDAR INTERNO  
**Cis** = CANTIDAD AGREGADA DEL ESTANDAR INTERNO A CADA EXTRACTO ( $\mu\text{g}$ )  
**RF** = FACTOR DE RESPUESTA

$$\text{CONCENTRACION } \mu\text{g/lt} = \frac{[ \quad ] \text{ EN } \mu\text{g/ml} \times \text{Vo}}{\text{Vol. DEL EXTRACTO}}$$

DONDE:

**Vo** = VOLUMEN DE AGUA EXTRAIDA (1 lt)

#### **3.4 ANALISIS ESTADISTICO**

LOS RESULTADOS SE PRESENTAN EN TABLAS Y SON EVALUADOS ESTADISTICAMENTE EMPLEANDO FRECUENCIAS PARA SABER LA REPETIBILIDAD DE LOS COMPUESTOS ENCONTRADOS Y LA MEDIA ARITMETICA PARA CONOCER EL PROMEDIO DE LA CONCENTRACION EN LOS SITIOS MUESTREADOS.

DE ESTA MANERA SE CONSIDERAN LOS PARAMETROS ENCONTRADOS PARA SU INTERPRETACION RALACIONADA CON LOS RIESGOS A LA SALUD, Y CUALES ESTAN SANCIONADOS POR EL METODO EMPLEADO.



## CAPITULO

IV

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 RESULTADOS

LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA DETERMINACION DE COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS (COS) EN AGUA RESIDUAL SE PRESENTAN EN LAS TABLAS I, II, III, IV Y GRAFICAS I, II Y II-A.

TABLA I

COMPUESTOS DETECTADOS EN LOS SITIOS DE LA ZONA ORIENTE DE LA Cd. DE MEXICO

MATRIZ: AGUA RESIDUAL SUPERFICIAL

HIDROCARBUROS AROMATICOS

TOLUENO  
 1,2,3-TRIMETIL BENCENO  
 1,3,5-TRIMETIL BENCENO  
 METIL(1-METIL ETIL)BENCENO  
 1-METIL(4-METIL ETIL)BENCENO  
 1,2-DIMETIL BENCENO  
 1,3-DIMETIL BENCENO  
 TETRAMETIL BENCENO

ACIDOS CARBOXILICOS

ACIDO BENCENO ACETICO  
 ACIDO DECANICO  
 ACIDO DODECANICO  
 ACIDO TETRADECANICO  
 ACIDO HEXADECANICO  
 ACIDO OCTADECANICO  
 ACIDO BENCENO PROPANICO

HIDROCARBUROS ALIFATICOS

2-METIL NONANO  
 PENTADECANO

ESTERES DEL ACIDO FTALICO

1,2-DIETIL FTALATO  
 ISORUTIL FTALATO  
 OCTIL FTALATO

COMPUESTOS FENOLICOS

4-METIL FENOL  
 2,6-(1,1-DIMETIL) FENOL

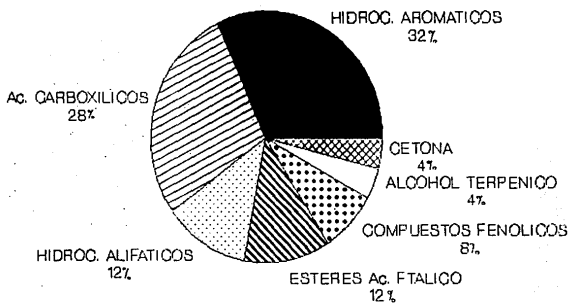
ALCOHOL TERPENICO

$\alpha$ -TERPINEOL

CETONA

1,3-DIHIDRO 2-INDOL 2-ONA

**GRAFICA I**  
**REPRESENTACION GRAFICA PORCENTUAL DE**  
**COS DETECTADOS EN ZONA DE ESTUDIO**



**COS - COMPS. ORGANICOS SINTETICOS**

TABLA II

COMPUESTOS DETECTADOS POR SITIO DE MUESTREO

SITIO DE MUESTREO 1 : RIO CHURUBUSCO ANTES DE SU DESVIACION				
COMPUESTO CONTAMINANTE	MUESTREO			X
	1	2	3	
4-METIL FENOL	0.098	0.116	0.082	0.098
2,6-(1,1-DIMETIL) FENOL	ND	ND	ND	ND
α-TERPINEOL	ND	ND	ND	ND
1,2,3-TRIMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,3,5-TRIMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
1-METIL(4-METIL ETIL)BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,2-DIMETIL BENCENO	2.158	0.913	4.270	2.447
1,3-DIMETIL BENCENO	0.258	0.363	0.025	0.215
TETRAMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
METIL(1-METIL ETIL)BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,3-DIHI-DRO-2-INDOL-2-ONA	ND	ND	ND	ND
2-METIL NONANO	ND	ND	ND	ND
PENTADECANO	ND	ND	ND	ND
HEXADECANO	ND	ND	ND	ND
ACIDO DECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO DODECANOICO	ND	0.515	ND	0.171
ACIDO TETRADECANOICO	0.025	0.263	0.768	0.352
ACIDO HEXADECANOICO	4.369	1.898	3.202	3.156
ACIDO OCTADECANOICO	1.025	0.307	0.208	0.513
ACIDO BENCENO PROPANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO BENCENO ACETICO	ND	ND	ND	ND
1,2-DIETIL FTALATO	ND	ND	0.954	0.318
ISOBUTIL FTALATO	ND	ND	ND	ND
OCTIL FTALATO	0.259	0.356	0.179	0.264
TOLUENO	0.058	0.081	0.137	0.092

NOTA: LOS RESULTADOS ESTAN DADOS EN mg/l

(CONT. TABLA II...)

COMUESTO CONTAMINANTE	MUESTRO			X
	1	2	3	
4-METIL FENOL	0.564	0.149	ND	0.092
2,6-(1,1-DIMETIL) FENOL	ND	ND	ND	ND
a-TERPINEOL	0.338	0.042	0.194	0.191
1,2,3-TRIMETIL BENCENO	0.165	ND	ND	0.055
1,3,5-TRIMETIL BENCENO	0.043	ND	0.050	0.031
1-METIL(4-METIL ETIL)BENCENO	0.165	0.023	ND	0.062
1,2-DIMETIL BENCENO	1.048	0.144	0.769	0.653
1,3-DIMETIL BENCENO	0.449	0.049	0.326	0.274
TETRAMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
METIL(1-METIL ETIL)BENCENO	0.128	ND	ND	0.042
1,3-DIHIIDRO-2-INDOL-2-ONA	0.152	ND	ND	0.050
2-METIL NONANO	0.097	ND	ND	0.032
PENTADECANO	ND	ND	ND	ND
HEXADECANO	ND	ND	ND	ND
ACIDO DECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO DODECANOICO	ND	0.236	0.322	0.186
ACIDO TETRADECANOICO	0.189	0.170	0.340	0.233
ACIDO HEXADECANOICO	ND	0.647	2.274	0.973
ACIDO OCTADECANOICO	1.067	0.400	ND	0.469
ACIDO BENCENO PROPANOICO	ND	ND	0.383	0.127
ACIDO BENCENO ACETICO	ND	0.008	0.365	0.124
1,2-DIETIL FTALATO	0.108	ND	ND	0.036
ISOBUTIL FTALATO	ND	ND	ND	ND
OCTIL FTALATO	0.477	0.060	0.004	0.180
TOLUENO	0.090	0.100	0.429	0.206

\* RELLENO SANITARIO BORDO PONIENTE  
NOTA: LOS RESULTADOS ESTAN DADOS EN mg/l

(CONT. TABLA II...)

COMPUESTO CONTAMINANTE	MUESTRO			
	1	2	3	4
4-METIL FENOL	ND	0.555	ND	0.185
2,6-(1,1-DIMETIL) FENOL	0.019	ND	ND	0.006
a-TERPINEOL	ND	0.708	ND	0.236
1,2,3-TRIMETIL BENCENO	ND	0.117	0.033	0.050
1,3,5-TRIMETIL BENCENO	0.036	ND	ND	0.012
1-METIL(4-METIL ETIL) BENCENO	ND	0.079	ND	0.026
1,2-DIMETIL BENCENO	0.942	0.718	0.345	0.668
1,3-DIMETIL BENCENO	0.375	0.424	0.203	0.328
TETRAMETIL BENCENO	0.047	ND	ND	0.015
METIL(1-METIL ETIL) BENCENO	0.158	0.061	ND	0.073
1,3-DIHIRO-2-INDOL-2-ONA	0.021	ND	ND	0.007
2-METIL NONANO	ND	ND	0.076	0.025
PENTADECANO	0.013	ND	ND	0.004
HEXADECANO	0.024	ND	0.013	0.012
ACIDO DECANOICO	ND	0.051	ND	0.017
ACIDO DODECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO TETRADECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO HEXADECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO OCTADECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO BENCENO PROPANOICO	0.228	0.503	0.107	0.279
ACIDO BENCENO ACETICO	ND	0.470	ND	0.156
1,2-DIETIL FTALATO	0.017	ND	ND	0.005
ISOBUTIL FTALATO	0.096	ND	ND	0.032
OCTIL FTALATO	0.363	ND	ND	0.121
TOLUENO	0.126	0.124	0.365	0.205

\* RELLENO SANITARIO BORDO PONIENTE

NOTA: LOS RESULTADOS ESTAN DADOS EN mg/l

(CONT. TABLA II...)

SITIO DE MUESTREO: CANAL DE LA COMPAÑIA ANTES DE SU INCORPORACION AL RIO DE LOS REMEDIOS				
COMPUESTO CONTAMINANTE	MUESTREO			X
	1	2	3	
4-METIL FENOL	0.383	0.040	ND	0.141
2,6 (1,1-DIMETIL) FENOL	ND	ND	ND	ND
a-TERPINEOL	ND	0.095	0.275	0.123
1,2,3-TRIMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,3,5-TRIMETIL BENCENO	0.052	ND	ND	0.017
1-METIL(4-METIL ETIL)BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,2-DIMETIL BENCENO	1.082	0.299	0.973	0.784
1,3-DIMETIL BENCENO	0.418	0.172	0.197	0.262
TETRAMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
METIL(1-METIL ETIL)BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,3-DIHIRO-2-INDOL-2-ONA	ND	ND	ND	ND
2-METIL NONANO	ND	ND	ND	ND
PENTADECANO	ND	ND	ND	ND
HEXADECANO	ND	ND	ND	ND
ACIDO DECANOICO	ND	0.541	ND	0.180
ACIDO DODECANOICO	ND	ND	0.012	0.004
ACIDO TETRADECANOICO	ND	0.351	ND	0.117
ACIDO HEXADECANOICO	ND	1.422	ND	0.474
ACIDO OCTADECANOICO	ND	0.961	ND	0.320
ACIDO BENCENO PROPANOICO	ND	ND	0.494	0.164
ACIDO BENCENO ACETICO	0.860	0.236	0.693	0.596
1,2-DIETIL FTALATO	ND	ND	ND	ND
ISOBUTIL FTALATO	ND	ND	ND	ND
OCTIL FTALATO	0.542	ND	1.425	0.655
TOLUENO	0.261	0.165	2.535	0.987

NOTA: LOS RESULTADOS ESTAN DADOS EN mg/l



(CONT. TABLA II...)

SITIO DE MUESTREO: RÍO DE LOS RIOS, VALLE DE SUZUPORACIO, AL CANAL DE LA COMPAÑIA				
COMPUESTO COMPARTANTE	1	2	3	
4-METIL FENOL	ND	ND	ND	ND
2,6-(1,1-DIMETIL) FENOL	ND	ND	ND	ND
a-TERPINEOL	0.114	0.079	ND	0.069
1,2,3-TRIMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,3,5-TRIMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
1-METIL(4-METIL ETIL)BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,2-DIMETIL BENCENO	0.684	0.612	0.411	0.569
1,3-DIMETIL BENCENO	0.271	2.259	0.181	0.903
TETRAMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
METIL(1-METIL ETIL)BENCENO	ND	0.063	ND	0.021
1,3-DIHIRO-2-INDOL-2-ONA	ND	ND	ND	ND
2-METIL NONANO	0.051	ND	ND	0.017
PENTADECANO	ND	ND	0.136	0.045
HEXADECANO	ND	ND	0.297	0.099
ACIDO DECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO DODECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO TETRADECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO HEXADECANOICO	ND	0.047	ND	0.015
ACIDO OCTADECANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO BENCENO PROPANOICO	ND	ND	0.069	0.023
ACIDO BENCENO ACETICO	ND	ND	ND	ND
1,2-DIETIL FTALATO	ND	ND	ND	ND
ISOBUTIL FTALATO	ND	ND	ND	ND
OCTIL FTALATO	0.277	0.222	ND	0.116
TOLUENO	0.233	0.090	7.416	2.579

NOTA: LOS RESULTADOS ESTAN DADOS EN mg/l

(CONT. TABLA II...)

SITIO DE MUESTREO 6: DESCARGA DE CA. SEMANUALCOTOP AL RIO CHORRUSCO				
COMPUESTO CONTAMINANTE	MUESTRO			X
	1	2	3	
4-METIL FENOL	0.320	0.213	0.434	0.322
2,6-(1,1-DIMETIL) FENOL	ND	ND	ND	ND
a-TERPINEOL	0.245	0.147	0.226	0.206
1,2,3-TRIMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,3,5-TRIMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
1-METIL(4-METIL ETIL)BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,2-DIMETIL BENCENO	1.235	0.557	0.914	0.902
1,3-DIMETIL BENCENO	0.963	0.313	0.914	0.730
TETRAMETIL BENCENO	ND	ND	ND	ND
METIL(1-METIL ETIL)BENCENO	ND	ND	ND	ND
1,3-DIHIIDRO-2-INDOL-2-ONA	ND	ND	ND	ND
2-METIL NONANO	ND	ND	ND	ND
PENTADECANO	ND	ND	ND	ND
HEXADECANO	ND	ND	ND	ND
ACIDO DECANOICO	ND	0.406	ND	0.135
ACIDO DODECANOICO	ND	0.420	0.466	0.362
ACIDO TETRADECANOICO	ND	0.539	0.387	0.308
ACIDO HEXADECANOICO	ND	2.474	2.882	1.785
ACIDO OCTADECANOICO	ND	1.289	ND	0.429
ACIDO BENCENO PROPANOICO	ND	ND	ND	ND
ACIDO BENCENO ACETICO	ND	0.479	ND	0.159
1,2-DIETIL FTALATO	ND	ND	ND	ND
ISOBUTIL FTALATO	ND	ND	ND	ND
OCTIL FTALATO	0.632	0.234	0.413	0.426
TOLUENO	0.423	0.228	0.933	0.528

NOTA: LOS RESULTADOS ESTAN DADOS EN mg/l

TABLA III

VALORES PROMEDIO DE LOS COMPUESTOS DETECTADOS EN LA ZONA NORORIENTE DEL D.F.

COMPUESTO	SITIOS DE MUESTREO						
	1	2	3	4	5	6	X
4-METIL FENOL	0.098	0.237	0.185	0.141	ND	0.322	0.163
2,6-(1,1-DIMETIL) FENOL	ND	ND	0.006	ND	ND	ND	0.091
a-TERPINEOL	ND	0.191	0.236	0.123	0.064	0.206	0.136
1,2,3-TRIMETIL BENCENO	ND	0.055	0.050	ND	ND	ND	0.017
1,3,5-TRIMETIL BENCENO	ND	0.031	0.012	0.017	ND	ND	0.010
1-METIL(4-METIL ETIL)BENCENO	ND	0.062	0.026	ND	ND	ND	0.014
1,2-IMETIL BENCENO	2.447	0.653	0.688	0.784	0.569	0.902	1.007
1,3-DIMETIL BENCENO	0.215	0.274	0.328	0.262	0.903	0.730	0.452
TETRAMETIL BENCENO	ND	ND	0.015	ND	ND	ND	0.002
METIL(1-METIL ETIL)BENCENO	ND	ND	0.073	ND	0.021	ND	0.015
1,3-DIHIRO-2-INDOL-2-ONA	ND	0.050	0.007	ND	ND	ND	0.003
2-METIL NONANO	ND	0.032	0.025	ND	0.017	ND	0.012
PENTADECANO	ND	ND	0.004	ND	0.045	ND	0.008
HEXADECANO	ND	ND	0.012	ND	0.099	ND	0.018
ACIDO DECANOICO	ND	ND	0.017	0.180	ND	0.135	0.055
ACIDO DODECANOICO	0.171	0.186	ND	0.004	ND	0.632	0.120
ACIDO TETRADECANOICO	0.352	0.233	ND	0.117	ND	0.308	0.168
ACIDO HEXADECANOICO	3.156	0.973	ND	0.474	0.015	1.785	1.067
ACIDO OCTADECANOICO	0.513	0.489	ND	0.320	ND	0.429	0.291
ACIDO BENCENO PROPANOICO	ND	0.127	0.279	0.164	0.023	ND	0.098
ACIDO BENCENO ACETICO	ND	0.124	0.156	0.596	ND	0.159	0.172
1,2-DIETIL FTALATO	0.318	0.036	0.005	ND	ND	ND	0.059
ISOBUTIL FTALATO	ND	ND	0.032	ND	ND	ND	0.005
OCTIL FTALATO	0.264	0.180	0.121	0.655	0.166	0.426	0.302
TOLUENO	0.092	0.206	0.205	0.987	2.579	0.528	0.766

NOTA: LAS CONCENTRACIONES ESTAN DADAS EN mg/l

TABLA IV

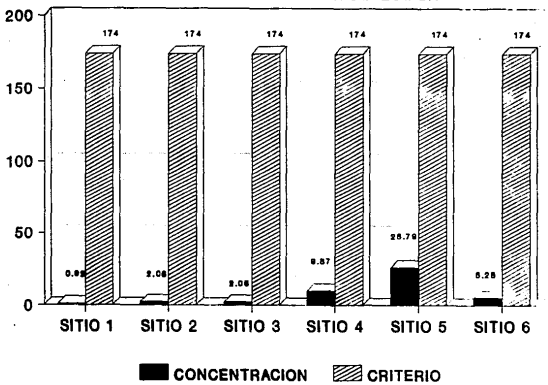
RELACION ENTRE EL CRITERIO PARA AGUA RESIDUAL Y LA CONCENTRACION ENCONTRADA  
PARA TOLUENO Y DIETIL FTALATO

SITIOS DE MUESTREO		1	2	3	4	5	6
PARAMETRO	CRITERIO						
TOLUENO	17.4	0.092	0.206	0.205	0.987	2.579	0.528
DIETIL FTALATO	60.0	0.318	0.036	0.005	ND	ND	ND

NOTA: LAS CONCENTRACIONES ESTAN DADAS EN mg/l  
ND = NO DETECTADO

**GRAFICA II**  
**RELACION ENTRE CRITERIO PARA AGUA**  
**RESIDUAL Y CONCENTRACION DETECTADA**

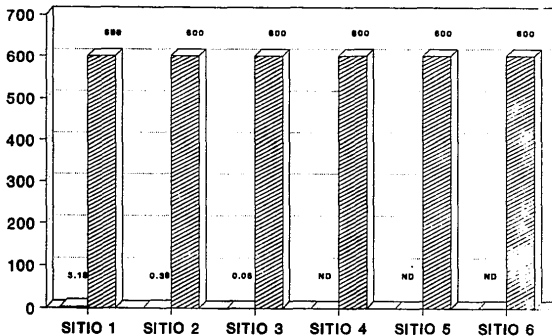
mg/l x factor 10



**RELACION PARA TOLUENO**

**GRAFICA II-A**  
**RELACION ENTRE CRITERIO PARA AGUA**  
**RESIDUAL Y CONCENTRACION DETECTADA**

mg/l x factor 10



■ CONCENTRACION    ▨ CRITERIO

RELACION PARA DIETIL FTALATO

ND = NO DETECTADO

#### 4.2 DISCUSION DE RESULTADOS

A CONTINUACION SE HACE UN ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ENFATIZANDO EN LOS POSIBLES RIESGOS A LA SALUD ORIGINADOS POR LA PRESENCIA DE CONTAMINANTES DEL TIPO ESTUDIADO, TOMANDO COMO BASE LOS CRITERIOS QUE PARA EL EFECTO HAN EMITIDO ORGANIZACIONES TALES COMO LA ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS), LA AGENCIA DE PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS (USEPA), ASI COMO TAMBIEN OTROS PAISES EUROPEOS.

LA TOTALIDAD DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS DETECTADOS EN LA ZONA NOR-ORIENTE DEL DISTRITO FEDERAL PRESENTAN, UNA HETEROGENEIDAD EN PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS, LAS CUALES NOS PERMITEN UN ANALISIS DE LOS MISMOS EN FORMA PRACTICA DISPONIENDOLAS EN SIETE DIFERENTES GRUPOS, FORMADOS POR COMPUESTOS ORGANICOS QUE AUNQUE PERTENEZCAN AL MISMO GRUPO PRESENTAN DIFERENTE ESTRUCTURA Y COMPORTAMIENTO QUIMICO. (VER TABLA I)

ASI, SE PUEDE OBSERVAR UNA COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS GRUPOS CONTAMINANTES LA CUAL, SIN EMBARGO, NO CORRESPONDE A LOS EFECTOS QUE A LA SALUD PUEDAN TENER LOS MISMOS, YA QUE COMO SE PUEDE APRECIAR EL BAJO PORCENTAJE DE COMPUESTOS FENOLICOS DETECTADOS EN RELACION CON LOS ACIDOS CARBOXILICOS POR EJEMPLO, NO HACE A AQUELLOS MENOS TOXICOS QUE ESTOS (Ac. CARBOXILICOS), SINO TODO LO CONTRARIO COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LA SIGUIENTE DESCRIPCION DE LOS GRUPOS:

##### HIDROCARBUROS ALIFATICOS

LA TOXICIDAD CARACTERISTICA DE LOS ALCANOS SON MODERADAS PARA MATERIALES LIQUIDOS (EN ESTE CASO AGUAS), LOS COMPUESTOS DE C-5 A C-9 PRESENTAN ACCIONES ANESTESICAS Y DEPRESORAS DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC). CRISP (et al) MUESTRAN UNA POTENCIA NARCOTICA RELATIVA AUNQUE LA ACTIVIDAD ANALGESICA ES INACTIVA PARA CADENAS DE C-9. LOS HIDROCARBUROS ALIFATICOS DE C-12 A C-30, REPORTAN CIERTA ACTIVIDAD CARCINOGENICA, YA QUE LOS ALCANOS HAN MOSTRADO SER ABSORBIDOS POR EL TEJIDO HUMANO.

##### HIDROCARBUROS AROMATICOS

LOS HIDROCARBUROS AROMATICOS SON DE CONSIDERABLE IMPORTANCIA YA QUE SON LOS MAS COMUNES POR SU PRESENCIA EN LAS AGUAS ANALIZADAS.

LA POTENCIA NARCOTICA DE LOS ALQUILBENCENOS DEPENDE DE LA RAMIFICACION O DE LA LONGITUD DE LA CADENA LATERAL Y PRODUCEN PERDIDA DE SENSIBILIDAD. LOS METIL ETIL BENCENOS SON ALTAMENTE IRRITANTES Y PUEDEN CAUSAR EFECTOS EN EL SNC.

EL TOLUENO ES RAPIDAMENTE ABSORBIDO POR INHALACION, INGESTION Y POR CONTACTO EN LA PIEL. CUANDO ES INGERIDO PUEDE PRESENTAR UNA PELIGROSA ASPIRACION PULMONAR.

PARA LOS ALQUILBENCENOS EN GENERAL LA TOXICIDAD AGUDA ES MAYOR PARA EL TOLUENO QUE PARA EL BENCENO, Y DISMINUYE LA TOXICIDAD AL AUMENTAR LA LONGITUD DE LA CADENA DEL GRUPO SUSTITUYENTE, EXCEPTO PARA GRANDES CADENAS SUSTITUIDAS DE C-8 A C-18.

FARMACOLOGICAMENTE LOS ALQUILBENCENOS SON DEPRESORES DE SNC POR SU AFINIDAD PARTICULAR CON EL TEJIDO NERVIOSO, DENTRO DE SU AGUDA TOXICIDAD TAMBIEN PRESENTAN PESADEZ, ESTUPOR, ANESTESIA, NARCOSIS Y COMA, DEBIDO A QUE EL BENCENO ES NEUROCONVULSIVO.

LA MAYORIA DE LOS TRABAJOS EXPERIMENTALES INDICAN QUE EL XILENO EN MAS TOXICO A ALTAS DOSIS Y EL TOLUENO ES MAS TOXICO A BAJAS DOSIS. EL XILENO POR INGESTION PUEDE CAUSAR DAÑOS GASTROINTESTINALES YA QUE ES ABSORBIDO POR EL SISTEMA DIGESTIVO.

#### ACIDOS CARBOXILICOS

EL GENERAL LOS ACIDOS CARBOXILICOS SON INOCUOS, AUNQUE ALGUNOS SON IRRITANTES.

#### ESTERES DE ACIDO FTALICO

FISIOLOGICAMENTE LOS FTALATOS REPRESENTAN UNA DE LAS CLASES DE COMPUESTOS CON MAS BAJA TOXICIDAD USADOS EN LA INDUSTRIA. COMUNMENTE LOS FTALATOS NO HAN PRESENTADO PROBLEMAS DERMICOS, NO SON ABSORBIDOS A TRAVES DE LA PIEL Y NO SON APRECIABLEMENTE PELIGROSOS POR INHALACION.

EL DIETILFTALATO, ISOBUTILFTALATO Y EL DIOCTILFTALATO PRESENTAN PEQUEÑAS PROPIEDADES DE TOXICIDAD AGUDA, BAJA E INOCUA RESPECTIVAMENTE, CUANDO ES INGERIDO EL DIOCTILFTALATO NO ES TOXICO YA QUE SE EMPLEA COMO ADITIVO ALIMENTICIO.

#### COMPUESTOS FENOLICOS

LOS COMPUESTOS FENOLICOS PRODUCEN DIARREA, INFLAMACION DE BOCA, ORINA OSCURA Y QUEMADURA DE LA BOCA. AL MISMO TIEMPO PRUEBAS DE LABORATORIO DAN RESULTADOS ANORMALES EN BILIRRUBINA, CREATININA, ACIDO URICO, GLUCOSA Y COLESTEROL. SU TOXICIDAD AGUDA SE CENTRA EN EL SNC OCASIONANDO SEVERAS CONVULSIONES, CONTRACCION DE MUSCULOS, DISMINUCION SIGNIFICATIVAMENTE LA PRESION SANGUINEA, IRREGULARIDAD EN EL RITMO CARDIACO, MARCADA DEPRESION RESPIRATORIA, DISMINUCION DE LA TEMPERATURA CORPORAL, VOMITO, DOLOR DE CABEZA Y FIEBRE ENTRE OTROS.



COMO SE PUEDE VER EN LA TABLA I Y EN RELACION A LO ANTERIORMENTE MENCIONADO, LA COMPOSICION DE CONTAMINANTES DETECTADOS ES MUY VARIABLE, SIN EMBARGO, DE TODOS LOS COMPUESTOS DETECTADOS SOLO DOS ESTAN SANCIONADOS POR LOS CRITERIOS A LA SALUD HUMANA. (VER TABLAS I Y IV).

ES POR ESTA RAZON POR LA QUE SOLAMENTE SE PRESENTAN LAS GRAFICAS DE LA RELACION EXISTENTE ENTRE EL CRITERIO PARA AGUA RESIDUAL CON RESPECTO A LA CONCENTRACION DETECTADA PARA EL TOLUENO Y DIETIL FTALATO, ESTO NO INDICA QUE LOS DEMAS COMPUESTOS NO PRESENTEN RIESGO ALGUNO A LA SALUD HUMANA SINO QUE ESTE CRITERIO NO SANCIONA A LOS DEMAS COMPUESTOS COMO TALES. DE LAS CONCENTRACIONES OBTENIDAS PARA ESTOS DOS COMPUESTOS SE PUEDE OBSERVAR QUE TANTO EL TOLUENO COMO EL DIETIL FTALATO DETECTADOS PRESENTAN UNA CONCENTRACION MENOR AL LIMITE PERMISIBLE, LO QUE HACE A ESTA AGUA MENOS DAÑINA AL PODER SER EMPLEADA COMO AGUA DE RIEGO DE CULTIVOS VEGETALES.

## CAPITULO

v

## CONCLUSIONES

- SE DETERMINO POR CROMATOGRAFIA DE GASES LA PRESENCIA DE HIDROCARBUROS AROMATICOS, ACIDOS CARBOXILICOS, HIDROCARBUROS ALIFATICOS, ESTERES DE ACIDO FTALICO, COMPUESTOS FENOLICOS, UN ALCOHOL TERPENICO Y UNA CETONA, COMO CONTAMINANTES EN LAS AGUAS RESIDUALES ANALIZADAS.
- LA PRESENCIA DE ESTOS CONTAMINANTES LIMITAN QUE DICHAS AGUAS PUEDAN SER USADAS PARA EL RIEGO AGRICOLA Y PARA LA PRODUCCION DE FORRAJES. ESTO SE DEBE A QUE AUNQUE SE ENCONTRARON BAJAS CONCENTRACIONES DE COMPUESTOS FENOLICOS Y AROMATICOS TALES COMO TOLUENO Y ALQUILBENCENOS, ESTOS COMPUESTOS SON CONSIDERADOS COMO POTENCIALMENTE CANCERIGENOS Y MUTAGENICOS.
- DICHA LIMITANTE PODRIA SER SUPERADA INCREMENTANDO EL NUMERO Y CALIDAD DE ANALISIS FISICOS, QUIMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA RENOVADA PARA ASI PODER DETERMINAR CUANDO EL AGUA RESIDUAL NO DEBE USARSE Y ASI IMPEDIR DE ALGUNA MANERA LA INTEGRACION DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS DENTRO DE LA CADENA ALIMENTICIA QUE CONCLUYENDO CON EL HOMBRE OCASIONARIA SERIOS RIESGOS A SU SALUD, LA MAYORIA DE LAS VECES COMPLETAMENTE IRREVERSIBLE.
- DE TODOS LOS COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS DETECTADOS SOLAMENTE EL TOLUENO Y EL DIETILFTALATO SON LOS QUE SANCIONA EL CRITERIO PARA LA SALUD HUMANA, Y AUNQUE SE ENCUENTREN EN CONCENTRACIONES MENORES A LOS LIMITES ESTABLECIDOS, EL RIESGO NO DEJA DE EXISTIR.
- EL PRESENTE TRABAJO ES SOLO UNA APORTACION A UN ESTUDIO EN EL QUE, TENIENDO ESTE COMO ANTECEDENTE, POSTERIORMENTE AMPLIARA LA DETERMINACION DE COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS, PERO EN ALIMENTOS DE ORIGEN VEGETAL QUE PUDIERAN ENCONTRARSE EN ZONAS DE CULTIVO DONDE SE EMPLEARA EL AGUA RESIDUAL PARA EL RIEGO DE LOS MISMOS. SE AMPLIARIA AUN MAS CON LA MISMA DETERMINACION PERO EN TEJIDOS HUMANOS QUE LLEGARAN A CONSUMIR ESTOS ALIMENTOS O QUE SIGUIERA DE ALGUNA MANERA TODO EL CICLO DE UNA CADENA ALIMENTICIA, Y FINALMENTE COMO AFECTARIAN ESTOS COMPUESTOS A LA SALUD HUMANA.
- TAMBIEN ES DE GRAN IMPORTANCIA EL SABER QUE SE CUENTA CON TECNOLOGIA ANALITICA AVANZADA DE ALTA SENSIBILIDAD EN ESTE TIPO DE ANALISIS LO QUE NOS PERMITE CONFIAR EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS. LA TECNICA EMPLEADA FUE LA OPTIMA PARA LA DETERMINACION DE LOS COMPUESTOS ORGANICOS SINTETICOS EN ESTE TIPO DE AGUAS, Y EL SISTEMA ACOPLADO DE CROMATOGRAFIA DE GASES/ESPECTROMETRIA DE MASAS HIZO POSIBLE LA CUALIFICACION Y CUANTIFICACION DE UNA MANERA MAS SENCILLA Y EN MENOR TIEMPO DE ANALISIS.

- ALGUNAS RECOMENDACIONES QUE PUEDEN DARSE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ESTAS AGUAS Y DARLE UN USO QUE NO DAÑE A LA SALUD DEL HOMBRE CONSISTE EN:

- A) REALIZAR CONSTANTES MONITOREOS DE INFLUENTES Y AFLUENTES A LO LARGO DE RIOS Y EMBALSES.
- B) CONTROLAR LAS DESCARGAS INDUSTRIALES Y DOMESTICAS.
- C) REESTRUCTURAR LA LEGISLACION NACIONAL VIGENTE EN CUESTION DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS PARA ADECUARLAS A LAS NECESIDADES ACTUALES, DEACUERDO AL DESARROLLO INDUSTRIAL Y URBANO DEL PAIS; INVOLUCRANDO DE MANERA ACTIVA Y CONSTANTE A INDUSTRIALES Y POBLACION PARA ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LEYES Y NORMAS ESTABLECIDAS.
- D) RECALCAR LA NECESIDAD Y LA IMPORTANCIA QUE TIENEN LAS AGUAS RESIDUALES DE SER SOMETIDAS A TRATAMIENTOS EFICIENTES Y ADECUADOS ANTES DE SER VERTIDAS A LOS CUERPOS RECEPTORES CON EL FIN LOABLE (VENEFICO) DE DISMINUIR LA CARGA DE CONTAMINANTES QUE POSEEN DICHAS AGUAS, LOGRANDO ASI, LA PROTECCION DE LA VIDA ACUATICA EXISTENTE, ASI COMO LA CALIDAD DEL AGUA, SUELOS Y CULTIVOS QUE SON REGADOS CON ESTAS.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- A. G. G. DE FERNICOLA NILDA. 1986. "ASPECTOS TOXICOLOGICOS DE LA CONTAMINACION DE AGUAS DE RIOS Y ENBALSES". DOCUMENTOS DE DIVULGACION. REPORTE TECNICO.
- 2.- A. G. G. DE FERNICOLA NILDA. "CURSOS DE TOXICOLOGIA A NIVEL DE GRADO Y POSTGRADO EN AMERICA LATINA". CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA (CPEH). ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). PRIMER CONGRESO AMBIENTAL. SAN JOSE COSTA RICA. 1985.
- 3.- A. MAJETI VILMA. SCOTT KLARK C. "POTENTIAL HEALTH EFFECTS FROM PERSISTENT ORGANICS IN WASTEWATER AND SLUDGES USED LAND APPLICATION". DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL HEALTH, UNIVERSITY OF CINCINNATI MEDICAL CENTER. CINCINNATI, OHIO. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1980.
- 4.- AQUINO ESPEJEL JOSE ALFONSO. "ESTUDIO DE LOS COMPONENTES DEL ACEITE DE LIMON EMPLEANDO UN SISTEMA ACOPLADO DE GC/MS". TESIS. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA (UAP). 1989.
- 5.- ASHBY J. D. "AN INTRODUCTION TO GAS CHROMATOGRAPHY". PYE PUBLS. ENGLAND. 1977.
- 6.- CRUIKSHANK GERARDO. "TERCER ENCUENTRO IBEROAMERICANO SOBRE LA CIUDAD. JORNADAS TECNICAS SOBRE MEDIO AMBIENTE. DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO, A.C. MEXICO, D.F. 1987.
- 7.- CHAPA HERMANDEZ OSCAR ARMANDO. VADILLO SANCHEZ EDUARDO JOSE. "DETERMINACION DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MEXICO". TESIS. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO (UNAM). ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES (ENEP), ZARAGOZA. BIOLOGIA. MEXICO, D.F. 1984.
- 8.- "PLAN DE DESARROLLO URBANO". PLAN GENERAL DEL PLAN DIRECTOR I. NIVEL INFORMATIVO. DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. MEXICO, D.F. 1980.
- 9.- "EVALUACION DE RIESGOS A LA SALUD Y AL MEDIO AMBIENTE PRODUCIDOS POR BIODAS DE LOS SITIOS DE DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS". DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS (DTDS). SUBDIRECCION DE DISPOSICION FINAL. MEXICO, D.F. 1989.
- 10.- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. ORGANO DE GOBIERNO CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. "PROYECTO DE NORMAS OFICIALES EN MATERIA DE PROTECCION AMBIENTAL". MEXICO, D.F. LUNES 28 DE JUNIO DE 1993.

- 11.- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. ORGANO DE GOBIERNO CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL. PROYECTO DE NORMAS OFICIALES EN MATERIA DE PROTECCION AMBIENTAL. "PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-PA-CRP-001/93", QUE ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS Y EL LISTADO DE LOS MISMOS. MEXICO, P.D. VIERNES 2 DE JULIO DE 1993.
- 12.- E. GREENBERG ARNOLD. S. CLESCERI LEONOR. D. EATON ANDREW. "STANDARD METHODS. FOR THE EXAMINATIONS OF WATER AND WASTEWATER". METHOD 6410 EXTRACTABLE BASES/NEUTRALS AND ACIDS. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. WASHINGTON, D.C. 1992.
- 13.- E. SANDMEYER ESTHER. "TOXICOLOGY". ALIFATIC HYDROCARBONS. ALIFATIC, LINEAR AND BRANCHED CHAIN SATURED HYDROCARBONS; (ALKENES, PARAFFINS). CHAPTER 45. PHILADELPHIA. 1988. AROMATIC HYDROCARBONS. MONOCYCLIC AROMATIC COMPOUNDS, (ARENES). PHILADELPHIA. 1988.
- 14.- E. SANDMEYER ESTHER. KINWIN CAROLL Jr. "TOXICOLOGY". ESTERS. CHAPTER 33. WASHINGTON, D.C. 1988.
- 15.- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1990. FEDERAL REGISTER. PART VII. 40 CFR PART 136. VOL. 49. No. 209. "RULES AND REGULATIONS". METHOD 625.
- 16.- FOSTER. F. C. "BIOTECHNOLOGY AND WASTE WATER TREATMENT". CAMBRIDGE STUDIES IN BIOTECHNOLOGY 2. LONDON. 1989.
- 17.- FINKELMAN JACOB Dr. DOCUMENTOS DE DIVULGACION. "CONTAMINACION AMBIENTAL". CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA (CPEH). ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 1986.
- 18.- GOMEZ RUIZ HUMBERTO. GARCIA OSUNA ADOLFO. "CURSO DE ESPECTROSCOPIA APLICADA". COLECCION DE ESPECTRO DE MASAS PARA INTERPRETACION. FACULTAD DE QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. MEXICO, D.F.1990.
- 19.- "CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RENOVADAS UTILIZADAS PARA LLENAR LOS CANALES DE XOCHIMILCO". PROYECTO. PARA LA DELEGACION POLITICA DE XOCHIMILCO DEL DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. LABORATORIOS ABC, QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A. MEXICO, D.F. 1985.
- 20.- "DIAGNOSTICO Y PROMOSTICO DE LA SALUD DE LOS HABITANTES DEL DISTRITO FEDERAL, RELACIONADO CON EL FACTOR AGUA". PROYECTO. LABORATORIOS ABC, QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A. SECRETARIA GENERAL DE OBRAS. DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA (DGOH/DDF). MEXICO, D.F. 1985.

- 21.- "MUESTREO Y CARACTERIZACION FISICOQUIMICA DE LOS LIXIVIADOS, SUELOS Y AGUAS SUBTERRANEAS DEL RELLENO SANITARIO BORDO PONIENTE". PROYECTO. LABORATORIO ABC, QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A. DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS URBANOS. DIRECCION TECNICA DE DESECHOS SOLIDOS. MEXICO, D.F. 1993.
- 22.- "OPERACION DEL AREA INSTRUMENTAL Y DE CONTROL DE CALIDAD ANALITICO DEL LABORATORIO CENTRAL DE CONTROL DE LA DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA". PROYECTO. LABORATORIOS ABC, QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A. SECRETARIA GENERAL DE OBRAS. DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA. MEXICO, D.F. 1990.
- 23.- "EVALUACION DE DAÑOS A LA SALUD POR EL USO DE AGUAS RENOVADAS". TOMO IV. PROYECTO. LABORATORIOS ABC, QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A. DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. SECRETARIA GENERAL DE OBRAS Y SERVICIOS. DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA. UNIDAD DE DESARROLLO. MEXICO, D.F. 1981.
- 24.- McNAIR H. M. BONELLI E. J. "BASIC GAS CHROMATOGRAPHY". VARIAN INSTRUMENT. BERKELEG, CALIFORNIA. 1969.
- 25.- McFADDEN WILLIAM. "TECHNIQUES OF COMBINED GC/MS". APLICATION IN ORGANIC ANALYSIS. ED. JOHN WILEY AND SONS. CAP. 2. 1973.
- 26.- McJUNKIN F. EUGENE. "WATER AND HUMAN HEALTH". U.S.A. WASHINGTON, D.C. 1982.
- 27.- M. SILVERSTEIN ROBERT. CLAYTON BASSLER G. C. MORRIL. TERENCE. "IDENTIFICACION ESPECTROFOTOMETRICA DE COMPUESTOS ORGANICOS". CAP. 2. ED. DIANA. MEXICO, D.F. 1980.
- 28.- "PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION). NOM-PA-CCA-032/93". QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMICIBLES DE CONTAMINACION EN LAS AGUAS DE ORIGEN URBANO O MUNICIPAL PARA SU DISPOSICION MEDIANTE EL RIEGO AGRICOLA. MEXICO, D.F. 1993.
- 29.- "PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION) NOM-PA-CCA-033/93". QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES PARA EL USO DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN URBANO O MUNICIPAL O DE LA MEZCLA DE ESTOS CON LA DE LOS CUERPOS DE AGUA EN EL RIEGO AGRICOLA. MEXICO, D.F. 1993.
- 30.- "PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA (DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION) NOM-PA-CRP-002/93". QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR A CABO LA PRUEBA DE EXTRACCION PARA DETERMINAR LOS CONSTITUYENTES QUE HACEN A UN RESIDUO PELIGROSO POR SU TOXICIDAD. MEXICO, D.F. 1993.

- 31.- "GAS CHROMATOGRAPHY MASS SPECTROMETER SYSTEM". 1990. SHIMADZU. GC/MS-QP 2000. REPORTE TECNICO.
- 32.- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 1980. "AMBIENT WATER QUALITY CRITERIA FOR PHTHALATE ESTERS". UNITED STATES DEPARTMENT OF COMERCE. NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE (NTIS). WASHINGTON, D.C. REPORTE TECNICO.
- 33.- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). 1984. "METHOD 625. BASE/NEUTRALS AND ACIDS". 40 CFR PART 136, 43385. FEDERAL REGISTER 49 No. 209. WASHINGTON, D.C.
- 34.- VEGA G. SYLVIA. EVALUACION EPIDEMIOLOGICA DE RIESGOS CAUSADOS POR AGENTES QUIMICOS AMBIENTALES. TOXICOLOGIA I. "CIENCIA Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES TOXICOS DEL AMBIENTE". CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD (CPEHS). ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). VOL. I. 1985.
- 35.- VEGA G. SYLVIA. EVALUACION EPIDEMIOLOGICA DE RIESGOS CAUSADOS POR AGENTES QUIMICOS AMBIENTALES. TOXICOLOGIA II. "CIENCIA Y EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES TOXICOS DEL AMBIENTE". CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD (CPEHS). ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). VOL. II. 1985.
- 36.- VEGA G. SYLVIA. EVALUACION EPIDEMIOLOGICA DE RIESGOS CAUSADOS POR AGENTES QUIMICOS AMBIENTALES. TOXICOLOGIA VI. "EVALUACION DEL RIESGO EN LA EXPOSICION A SUSTANCIAS TOXICAS". CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD (CPEHS). ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). VOL. 12. 1985.
- 37.- VEGA G. SYLVIA. EVALUACION EPIDEMIOLOGICA DE RIESGOS CAUSADOS POR AGENTES QUIMICOS AMBIENTALES. TOXICOLIGIA II. "TOXICOCINETICA". CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD (CPEHS). ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 1985.
- 38.- W. ROWLAND FRED. "LA PRACTICA DE CROMATOGRAFIA DE GASES". HEWLETT-PAKARD. E.U.A. PALO ALTO, CALIFORNIA. 1977.
- 39.- "CROMATOGRAFIA DE GASES". 1980. REPORTE TECNICO.
- 40.- "CONTROL DE LA CONTAMINACION INTEGRADO, AIRE, AGUA Y SUELO". 1985. DOCUMENTO DE DIVULGACION. CONSERVATION FOUNDATION WASHINGTON, D.C. CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGIA HUMANA Y SALUD (CPEHS). ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). PRIMER CONGRESO AMBIENTAL. SAN JOSE COSTARRICA.



- 41.- "ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. SPECIAL REPORT. PRIORITY POLLUTANTS I. A PERSPECTIVE VIEW". 1979. AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. WASHINGTON, D.C. REPORTE TECNICO.
- 42.- "ENVIRONMENTAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. SPECIAL REPORT. PRIORITY POLLUTANTS II. COST EFFECTIVE ANALISYS". 1979. AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. WASHINGTON, D.C. REPORTE TECNICO.
- 43.- "FATE OF TOXICS ORGANICS SUBSTANCES IN THE AQUATIC ENVIRONMENTAL". 1978. ENVIRONMENTAL RESEARCH LABORATORY. DEPARTMENT OF COMERCE. NATIONAL TECHNICAL INFORMATION SERVICE (NTIS). ATHENS, G.A., U.S.A.
- 44.- "CODE OF FEDERAL REGULATIONS". VOL 40, PART 260. U.S.A. 1991.
- 45.- "CONTROL OF THE FLOW OF TOXIC SUBSTANCES THROUGH OUT THE ENVIRONMENTAL". E.C.E. ENV/R. 69. 1977
- 46.- "EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE". 1981. TEMAS SELECCIONADOS. NAIROBI. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. REPORTE TECNICO.
- 47.- H. LORENZ. "BINDING FORMS OF TOXIC HEAVY METALS, MECHANISMS OF ENTRANCE OF HEAVY METALS INTO THE FOOD CHAIN, AND POSSIBLE MEASURES TO REDUCE LEVELS IN FOODSTUFFS". ECOTOXICOLOGY AND ENVIRONMENTAL SAFETY. VOL. 3. (47-58). 1979.

## APPENDICE

I

## GLOSARIO

**BIOACUMULACION:** PROCESO MEDIANTE EL CUAL PEQUEÑAS CANTIDADES DE UNA SUSTANCIA TOXICA SE ACUMULA EN EL CUERPO DE UN ORGANISMO.

**BIOMAGNIFICACION:** AUMENTO DE LA CONCENTRACION EN LAS ETAPAS SUCEсивAS DE LA CADENA ALIMENTICIA.

**BIOTRANSFORMACION:** TRANSFORMACION DE UNA SUSTANCIA A OTRA POR LOS ORGANISMOS VIVOS.

**CARCINOGENESIS:** PRODUCCION Y DESARROLLO DEL CANCER.

**CARCINOGENO:** AGENTE QUE PROVOCA EL CANCER EN TEJIDOS ACTIVOS.

**COEFICIENTE DE TRANSMISION:** CAPACIDAD DE TRANSFERIR ENERGIA DE UN NIVEL DE LA CADENA ALIMENTICIA A OTRO.

**MUTAGENO:** SUSTANCIA QUE PRODUCE MUTACIONES. CUALQUIER ALTERACION PRODUCIDA EN LA ESTRUCTURA O EL NUMERO DE CROMOSOMAS O GENES DE UN ORGANISMO VIVO PRODUCIENDO ENFERMEDADES DEGENERATIVAS.

**TERATOGENO:** COMPUESTO QUE PROVOCA UNA ALTERACION EN TEJIDOS EMBRIONARIOS.

**TERATOGENICO:** AGENTES MECANICOS O FISICOS QUE APLICADO AL HUEVO O EMBRION EN DESARROLLO DETERMINAN LA PRODUCCION DE FORMAS MONSTRUOSAS O ANORMALES.