

DIOXINAK ETA FURANOAK

Eneritz Anakabe, UPV/EHU
Sonia Arrasate, UPV/EHU

Eibar, 2020ko uztailak 16
UEU 2020

1. SARRERA: KOI KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK
2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA: DOZENA ZIKINA
3. DIOXINAK ETA FURANOAK: EGITURA KIMIKOAK
4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK
5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?
6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?
7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

1. SARRERA: KOI KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK
2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA: DOZENA ZIKINA
3. DIOXINAK ETA FURANOAK: EGITURA KIMIKOAK
4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK
5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?
6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?
7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

1. KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK (KOI) POP (Persistent Organic Pollutants)

- Degradazio biologikoari, kimikoari eta fotolitikoari erresistenteak diren konposatu organiko kaltegarriak dira.

Konposatu Organiko Motak:

- iraunkortasun baxukoak
- toxizitate eskasekoak



arazo larririk ez ingurumenean edo osasunean.

- iraunkorrak
- mugikorrak
- toxikoak



toxikoak eta lipofilikoak (POP) ⇒ oso arriskutsuak.

- **Iraunkortasuna:** konposatuak ingurumenean irauten duen denbora. Substantzia iraunkorrak ingurumenean ⇒ $T_{1/2} > 6$ hilabete.

1. KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK (KOI) POP (Persistent Organic Pollutants)

- **Ingurumenean iraunkorrak** dira, lurzoruan, sedimentuetan eta airean hamarkadetan zehar.
- **Toxikotasun eta iraunkortasun handiak** → mehatxua animalientzako
gizakion osasunarentzako
ingurumenarentzako
- Gizakion eta animalia ehun gantzetan metatzen dira.

Gizakietan eragin kaltegarriak:

- Humorean
- Larruazalean
- Ugalketan
- Garapenean
- Sistema endokrinoan
- Sistema neurologikoan
- Sistema immunologikoan

Animaliengan eragindako kalteak:

- Gaixotasunak eta anomaliak basa fauna espezetan, hegazti mota batzuetan, arrainetan eta hugaztunetan.

1. KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK (KOI)/POP (Persistent Organic Pollutants)

- Mundu mailako ardura suposatzen dute.
- Jatorritik oso urrunera garraiatuak izaten dira
- lurzoruetatik lurrin daitezke eta airean barrena garraia daitezke
- leku hotzagoetan kondentsa daitezke.

KOIen artean honako konposatu hauek daude:

- γ -hexakloroziklohexano
- 1,1,1-trikloro-2,2-dietano
- Bifenilo polikloratuak (BPK/PCB polychlorinated biphenyls)
- Hidrokarburo polizikliko aromatikoak (HPA/PAH polycyclic aromatic hydrocarbons)
- Naftaleno polikloratuak
- Dibentzo-*p*-dioxina polikloratuak (DDPK/PCDD polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins)
- Dibenzofurano polikloratuak (DFPK/PCDF polychlorinated dibenzofurans)
- Bifenilo polibromatuak (BPB/PBB polybrominated biphenyls)

1. KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK (KOI)/POP (Persistent Organic Pollutants)

KOIak Kimikoki:

- Konposatu organikoak. Batez ere halogenatuak, normalean kloratuak.
- Cl-C lotura hidrolisiarekiko oso egonkorra (eraztun aromatikoetan oraindik gehiago).

Cl ↑ ⇒ Degradazioarekiko erresistentzia ↑

- Uretan disolbagarritasun oso txikia, lipidoetan oso altua.

Zuntz biologikoen egitura fosfolipidikoa erraz zeharkatzen dute eta gantz biltegietan metatzen dira

1. KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK (KOI)/POP (Persistent Organic Pollutants)

KOIen toxikotasuna:

- Lipofilikoak \rightarrow elikagai katean esponentzialki metatu.
- Biokontzentrazioa dela eta, animaliek ingurumeneko KOI kontzentrazioa baino altuagoak meta ditzakete.
- Elika-katean gorago \rightarrow KOI kontzentrazioa altuagoa
- Erdi-hegazkorrak (lehen aipatutakoa)
 - T altuan hegazkorrak \rightarrow Kutsagarrien hedapena.
 - T baxuan kondentsazioa \rightarrow planetako lekurik hotzenetan kontzentrazio handiak pilatzen dira



1. SARRERA: KOI KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK
2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA: DOZENA ZIKINA
3. DIOXINAK ETA FURANOAK: EGITURA KIMIKOAK
4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK
5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?
6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?
7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA eta adostasunak

2001eko Maiatzak 23

- 12 KOI/POP kaltegarrienen ekoizpena, erabilera eta atmosferara igortzea murriztea adostu zen

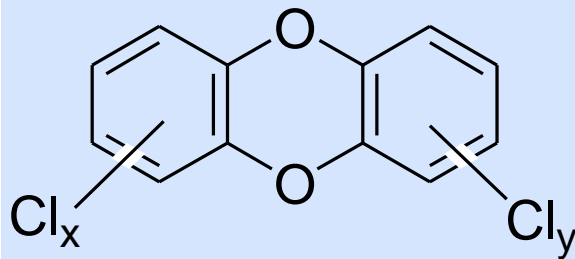
1. **Dioxina eta furanoen emisioak** ahalik eta gehien murriztu edo eliminatu.
 - **Teknologia berriak** garatu
 - Populazioa kontzientziatu
2. **DDTa** gradualki eliminatu **malariaren** kontrako ikerkuntza alde batera utzi gabe.
3. Zaharkituak dauden ekipoen **PCB** edukiak garbitu.

Dozena zikina

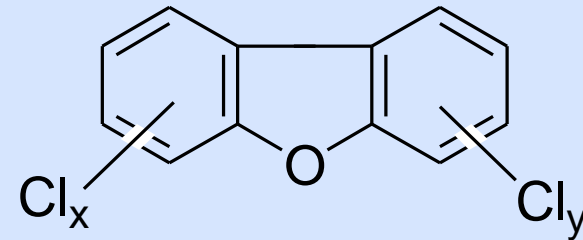
1. Dioxinak
2. Furanoak
3. Hexaklorobentzeno
4. Bifenilo polikloratuak
5. DDT
6. Dieldrina
7. Aldrina
8. Endrina
9. Klordano
10. Heptakloro
11. Mirexa
12. Toxafeno

Dozena zikina

DIOXINAK ETA FURANOAK



Dibenzodioxinak



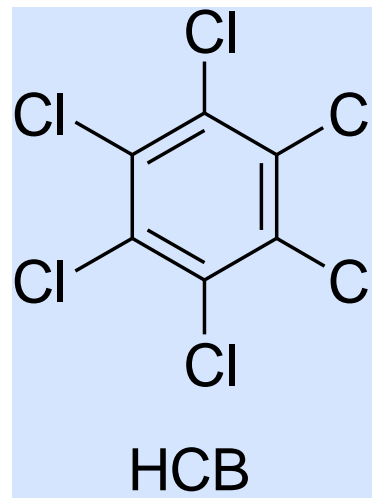
Dibenzofuranoak

- **Iturriak:**

- Hondakinen errausketa (PVC..)
- Kloro industria (PVC, pestizidak, papergintza...)

Dozena zikina

HEXAKLOROBENTZENOA

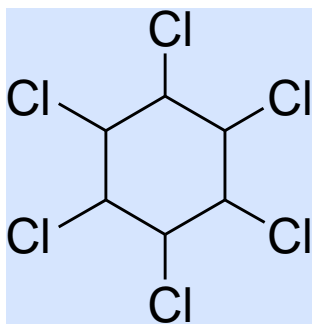


- **Erabilera/iturriak:**

- Fungizida.
- Industria kimikoaren albo-produktua.
- Hiri-hondakinen errausketan.

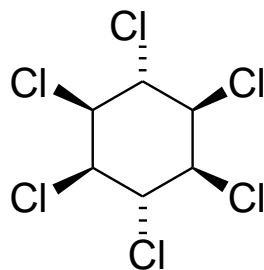
Dozena zikina

HEXAKLOROZIKLOHEXANOA (LINDANOA)

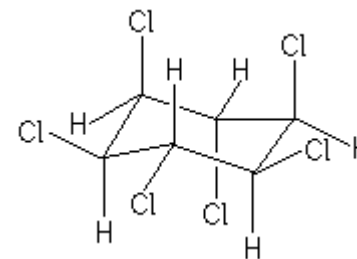


HCH

(Lindanoa)



γ -Lindanoa



- **Erabilera/ekoizpena:**

- Intsektizida: nekazaritzan, albaitaritzan, farmazigintzan.

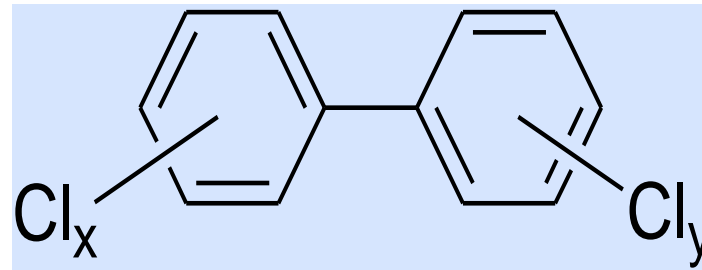


- Bilbao Chemical (Barakaldo), Nexana (Erandio)



Dozena zikina

BIFENILO POLIKLORATUAK



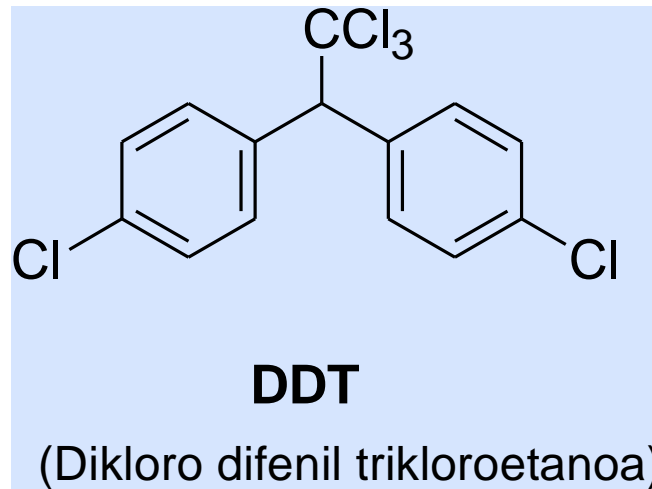
BPK/PCB

- **Erabilera:**

- Transformadore elektrikoetan eta kondentsadoreetan isolatzaile modura.

Dozena zikina

DDT

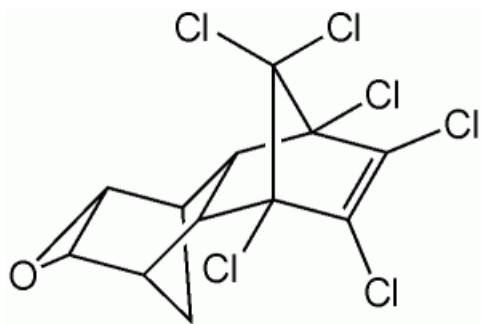


- **Erabilera:**

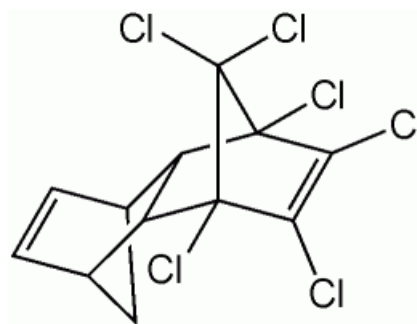
- Pestizida moduan (Malariaren kontrako osasun kanpainetan).

Dozena zikina

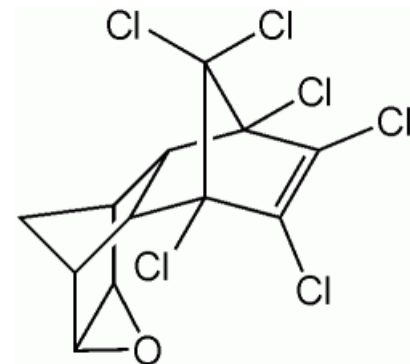
DIELDRINA, ALDRINA ETA ENDRINA



Dieldrin



Aldrin



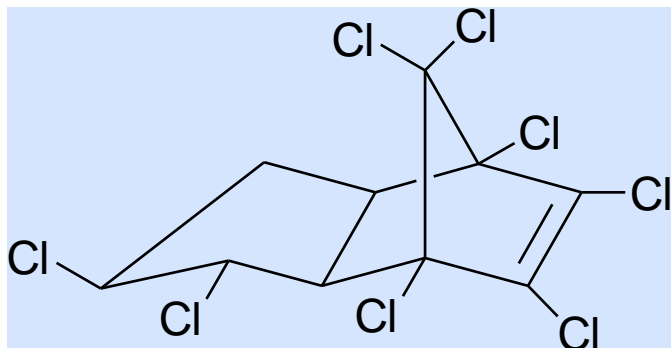
Endrin

- **Erabilera:**

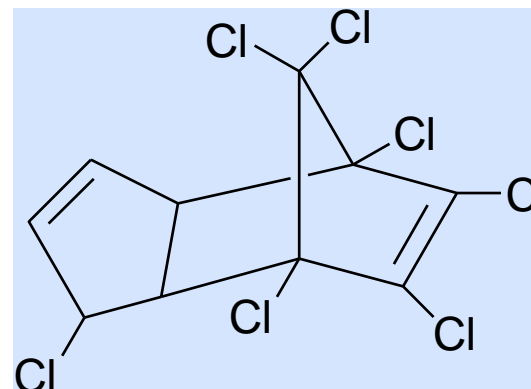
- Intsektizida (Dieldrin eta Aldrin: termiten kontra)
- Endrin: arratoien kontra

Dozena zikina

KLORDANOA ETA HEPTAKLOROA



Klordanoa



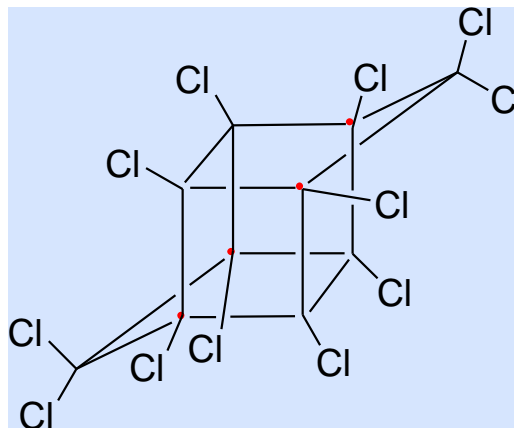
Heptakloroa

- Erabilera:
 - Intsektikari moduan



Dozena zikina

MIREXA

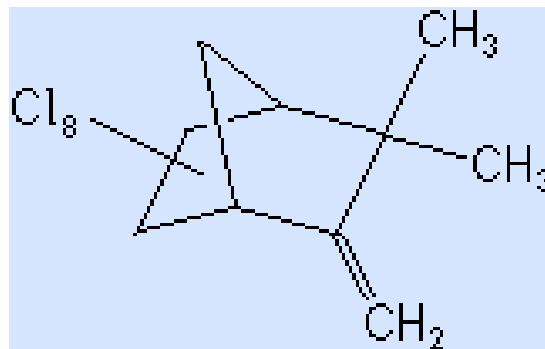


- Erabilera:
 - Intsektikaria, inurriak, termitak eta liztorrak hiltzeko
 - Margoetan, plastikoetan eta tresneria elektrikoan, piroerretardante moduan.



Dozena zikina

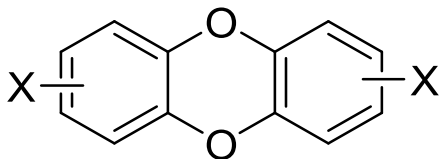
TOXAFENOA



- **Erabilera:**
 - Intsektikaria: nekazaritzan eta abeltzaintzan erabilia.

1. SARRERA: KOI KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK
2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA: DOZENA ZIKINA
3. **DIOXINAK ETA FURANOAK: EGITURA KIMIKOAK**
4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK
5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?
6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?
7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

3. DIOXINAK ETA FURANOAK: Egitura Kimikoa



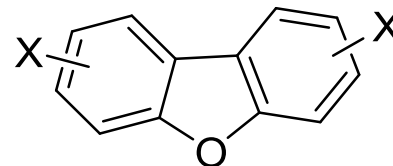
X = H edo Cl

Dioxinak (PCDD)



Dibentzo-*p*-dioxina polikloratuak (DDPK)

Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins (PCDD)



X = H edo Cl

Furanoak (PCDF)

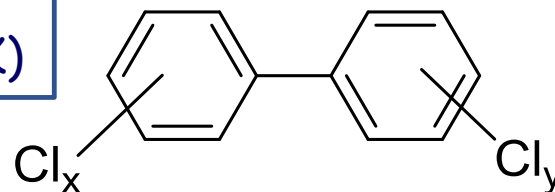


Dibenzofurano polikloratuak (DFPK)

Polychlorinated dibenzofurans (PCDF)

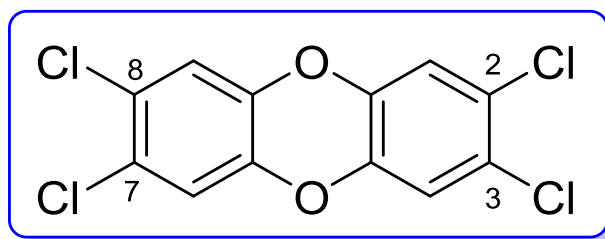
Dioxinen eta furanoen 3 azpitalde:

- Dibentzo-*p*-dioxina polikloratuak (DDPK)
- Dibenzofurano polikloratuak (DFPK)
- Dioxinen antzeko Bifenil polikloratuak (D-BPK)



3. DIOXINAK ETA FURANOAK: Toxikotasuna

- 210 konposatu ezberdin dioxinen eta furanoen barruan.
- H eta Cl kokapenaren arabera konbinazio posible asko, konposatu asko.
- 75 dioxina
- 135 furano
- Batzuk ez dira kaltegarriak eta beste batzuk ordea oso arriskutsuak dira.
- 17 bakarrik dira toxikoak.
- 210 horietatik toxikoena 2,3,7,8,-tetraklorodibentzo-*p*-dioxina (TKDD/TCDD)



- 4 Cl atomo ditu, 2,3,7 eta 8 posizioetan.
- Toxikoak diren guztiek dituzte 4 Cl atomo posizio horietan.

3. DIOXINAK ETA FURANOAK: Toxikotasuna

- Denbora luzez egoten dira giza gorputzean (5,5-11 urte), beraien egonkortasun kimikoagatik.
- Esposizio laburrek izan dezaketen efektuak:
 - Azaleko lesioak
 - Gibelaren funtzio aldaketak
- Esposizio luzeek izan dezaketen efektuak:
 - Sistema inmunitarioan kalteak
 - Ugalketa sisteman ondorioak
 - Sistema endokrinoan kalteak
 - Nerbio sisteman kalteak
 - Minbizia

1. SARRERA: KOI KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK
2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA: DOZENA ZIKINA
3. DIOXINAK ETA FURANOAK: EGITURA KIMIKOAK
4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK
5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?
6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?
7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK

- Dioxina eta furano gehienak udal- eta osasun- hondakinak erretzean (erraustegietan) sortzen dira.
- Beste iturri nagusiak:
 - burdinaren eta altzairuaren ekoizpena.
 - paperaren zuritze prozesuetan Cl erabiltzen bada.
 - etxeetan erretzen diren hondakinak (batez ere plastikoak erretzen direnean).
 - erregaiak erretzea (diesela, nekazaritzarako erregaiak, etxe-berokuntza).
 - egurra erretzea (kimikoki tratatua izan bada).
 - energia elektrikoa sortzea.
 - tabako kea eta abar.
- Materia organikoaren edozein konbustiotan dioxinak sortzen dira (kantitate txikietan). Tenperatura-tarte jakin bat dago dioxinak eratzeko.
- Horretaz gain, dioxinak prozesu naturaletatik ere sortzen dira: basoetako suteetatik eta sumendietatik.

1. SARRERA: KOI KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK
2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA: DOZENA ZIKINA
3. DIOXINAK ETA FURANOAK: EGITURA KIMIKOAK
4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK
5. **ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?**
6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?
7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?

- Errekuntza-prozesua 700 ° C-an gertatzen denean eratzen dira dioxina gehien.
- Hala ere, gehienetan ingurune kimikoan metalak egoten dira katalizatzaile moduan egiten dute.
- Metal guztiek ez dute erreakzioa katalizatzen.

Al-ak ez
Fe, Cu, bai (ohikoak zaborretan)



- Metal horiek daudenean dioxinak T baxuagoetan eratzen dira.
- Cu-arekin 400 ° C-tan sortzen dira.

Kable elektrikoek dioxinak sortzeko lehengai onak dituzte:

- isolatzailea: Cl duen polimeroa (PVC).
- kablea: Cu-haria.



Arriskua: dioxinak oso temperatura-tarte zabalean sor daitezke.

5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?

- Konbustioa 850 °C-tik gora egiten da, eta, zenbait kasutan, 1.100 °C-tik gora.
 - T horietan dioxinak desegiten dira.
 - Baina lortzen diren gasak hoztu behar dituzte eta hozterakoan, dioxinak eratzten dira.

 - Materia organikoa erretzean oso zaila da konbustioaren T eta hortik sortzen diren produktuak ondo kontrolatzea.
 - Teknologia aurreratuenak ezin du ekidin konposatu toxikoak sortzea. Beste baliabide batzuk gehitu behar dira horiek tratatzeko.
 - T-az gain konbustio-denbora eta prozesuan sortutako zurrunbiloak kontuan hartu behar dira.
- ↓
- Aurrerapen asko erraustegien teknologietan, baina, oraindik **errausketa da dioxina arriskutsuen iturri nagusia.**

1. SARRERA: KOI KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK
2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA: DOZENA ZIKINA
3. DIOXINAK ETA FURANOAK: EGITURA KIMIKOAK
4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK
5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?
6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?
7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?

Erauzketa

- Determinazioa egiteko lehenik erauzketa egin behar da.
- Zenbait metodo deskribatu ditu Estatu Batuetako ingurumenaren babeserako agentziak (USEPA).

- Lagin mota bakoitzerako metodo bat erabiltzen da:

USEPA METHOD 1613

USEPA METHOD 280 (aire laginetarako gehien erabiltzen dena)

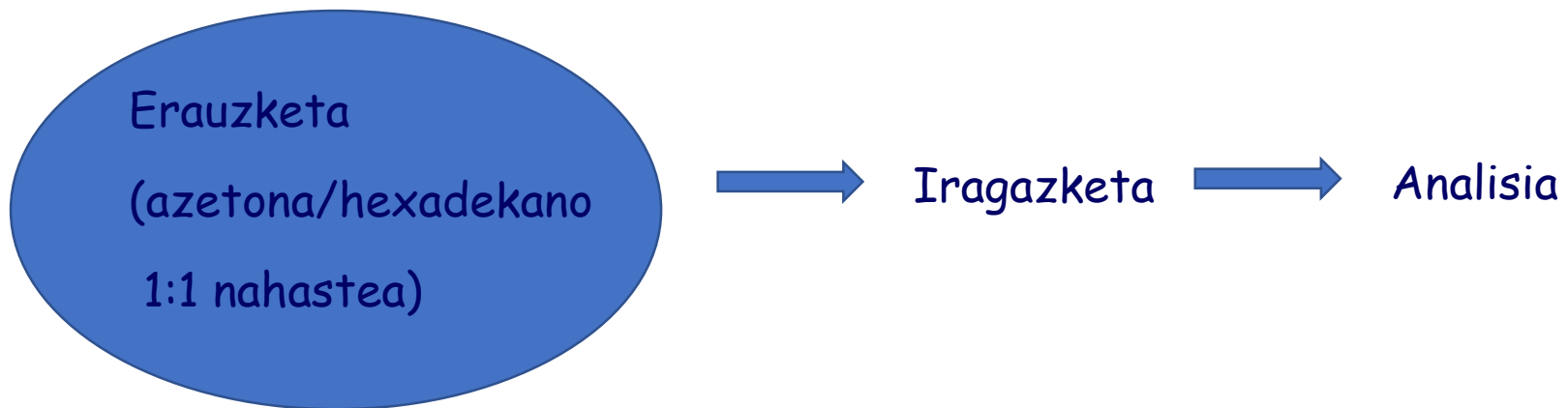
USEPA METHOD 8290

Method 23 and T0-9.

6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?

Erauzketa

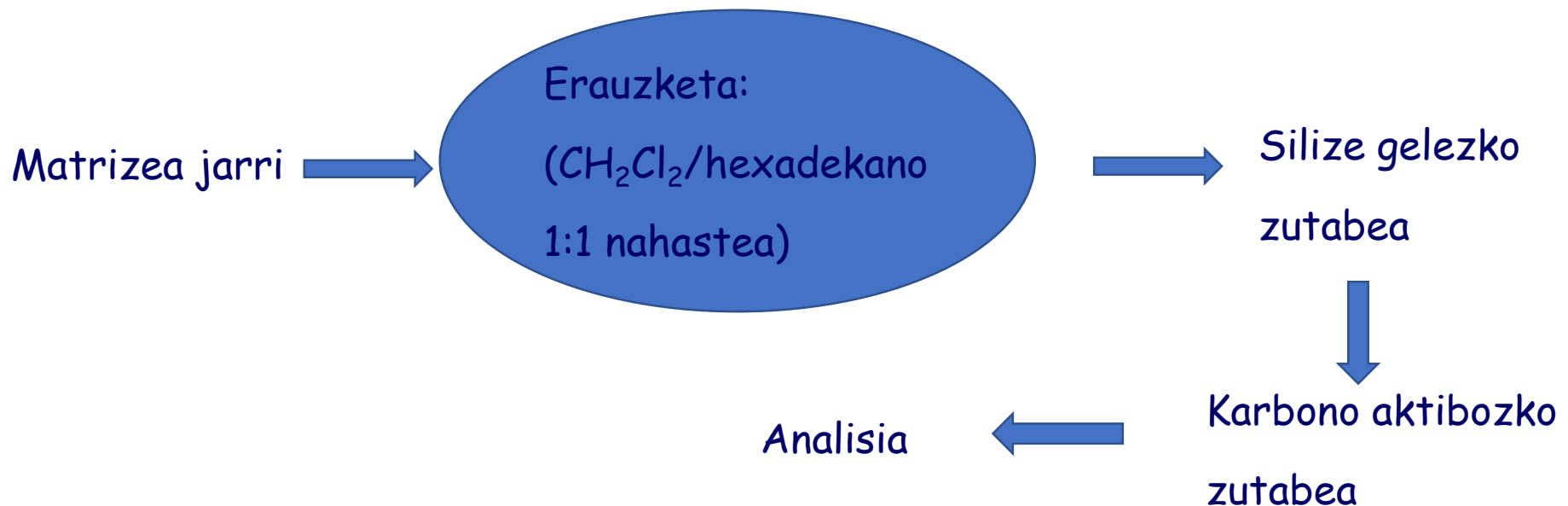
Lurreko laginak



6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?

Erauzketa

Aireko laginak



6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?

Erauzketa

Uretako laginak



6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?

Analisia

- Oso konposatu toxikoak direnez, analisiak egiteko erabiltzen diren patroiak ere toxikoak dira. Horregatik, analisi zaila izateaz gain, segurtasun-neurri asko eskatzen ditu.
- Oso kontzentrazio baxuetan agertzen direnez, pikogramo ($1 \text{ pg} = 10^{-12}$) edo femtogramo ($1 \text{ fg} = 10^{-15} \text{ g}$), analisia egiteko aurrekontzentrazioa egin behar da eta ondoren metodo sentikor eta espezifiko baten bidez determinatu.

Normalean erresoluzio altuko gas kromatografoa/erresoluzio altuko masa espektrometroaren bidez egiten da. (HRGC+HRMS)



1. SARRERA: KOI KUTSATZAILE ORGANIKO IRAUNKORRAK
2. ESTOKOLMOKO HITZARMENA: DOZENA ZIKINA
3. DIOXINAK ETA FURANOAK: EGITURA KIMIKOAK
4. DIOXINEN ETA FURANOEN ITURRIAK
5. ERRAUSTEGIETAN SORTZEN DIRA? ZELAN?
6. ZELAN ANALIZA DAITEZKE?
7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?



2020ko otsailaren 6an, osteguna, Zaldibarko zabortegia (Verter Recycling) kraskatu eta amildu zen.

- Otsailaren 8an zabortegian sua piztu zen (metanoaren eraginez). Otsailaren 20a arte ez zen lortu guztiz itzaltzea.
- Denbora tarte horretan dioxina eta furano maila altuak detektatu ziren.
- Ermuan eta Eibarren kokatutako laborategi mugikorren bidez 172 konposatu organiko lurrunkor neurtu zituzten.
- Dioxina eta furano partikulen neurketa 24/48 ordutan egin ziren. Analsiak Madrilen, CSIC-en egin ziren. Emaitzak ostegunetan ematen zituzten.

Leku urbano batean egon ohi den furano eta dioxina maila baino 40-50 aldiz handiagoa topatu zuten hainbat egunetan eginiko neurketetan.



7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

Laginak hartzeko ekipamenduak:

Bolumen handiko DIGITEL partikula-kaptadoreak erabili dira, poliuretano-aparrezko puff baten eta kuartzo-zuntzeko iragazkien gainean 720 m³ -ko bolumena lagintzeko programatuak.



12. irudia: Partikulak atzemateko Digitel High Volume ekipamendua, iragazkiekin eta puff-arekin. Eskuinaldean, poliuretanozko puff-a, kutsatzailea atzemateko.



13. irudia: Dioxinak eta furanoak sutean zehar neurtzeko puntuen kokapena (Google Earth).

Laginketa puntuen kokapena:

	Laginketa-puntua	Udalerria	UTM30 ETRS89 koordinatuak	
			X	Y
1. kaptadorea (San Lorenzo)	San Lorenzo gunea	ERMUA	540859.67	4780794.16
2. kaptadorea (Eibar)	Untzaga plaza	EIBAR	542820.94	4781338.26
3. kaptadorea (Eitzaga)	Eitzaga auzoa	ZALDIBAR	540161.31	4780481.18

7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

Kuantifikazio-metodoa

- IDAEA-CSIC Dioxinen Laborategiak eta IQS laborategiak aztertu dituzte jasotako laginak.



- Dioxinak eta Furanoak ekipamendu espezializatuen bidez neurtu dira: bereizmen handiko Gasen Kromatografiaren bidez eta bereizmen handiko masen espektrofotometriarekin (HRGC/HRMS) osatuta.

7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

Analisien emaitzak (Ihobe Elkarte publikoak eta Eusko Jaurlaritzako osasun sailak emandako datuak):

Erreketa prozesua gertatu zen bitartean:

Fecha (dias de febrero)	9	10-12	12-14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Situación del fuego	Activo	Activo	Activo	Activo (inicio tareas extinción)	Activo en extinción	Activo en extinción	Activo en extinción	Sofocado	Sofocado *	Sofocado *	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado	Apagado
Ermua. Barrio San Lorenzo (PCDD/Fs TEQ-OMS fg/m ³ C.A.)	719	410	830	1237	730	135	221	25	77	48	20	26	30	25	16
Ermua ayuntamiento (PCDD/Fs TEQ-OMS fg/m ³ C.A.)										27	11	10	19	18	13
Eibar ayuntamiento (PCDD/Fs TEQ-OMSfg/m ³ C.A.)				114	20	204	358	16	37		14			20	
Eitzaga (PCDD/Fs TEQ-OMS fg/m ³ C.A.)				257	114	49	463	18	28		17			27	

* ferra reaktivazioa durante 10 horas u onformato

*24/48 ordutan zehar hartutako datuak.

TEQ-OMS: Nazioarteko baliokide toxikoak (TEQ), OMS-ek ezarritako araudia kontuan izanik (OMS erakundeak ez ditu erreferentziazko baliorik ezartzen).

Gune urbano batean dioxina/furano kantitate ohikoa 10 eta 40 femtogramo/m³ artekoa izaten da.

7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

Analisien emaitzak (Ihobe Elkarte publikoak eta Eusko Jaurlaritzako osasun sailak emandako datuak):

Erreketa prozesua bukatu eta gero:

Laginketa-aldia otsailaren 26tik martxoaren 6ra*				
DIOXINA ETA FURANOEN EMAITZAK	Hasiera-data	Amaiera-data	Laginketa-aldia	TEQ-OMS (fg/m3)
San Lorenzo (Ermua)	ots-26	ots-27	24 ordu	16
Untzaga plaza (Eibar)	ots-26	ots-28	48 ordu	10
Eitzaga (Zaldibar)	ots-26	ots-28	48 ordu	9
Ermuko udaletxea	ots-26	ots-27	24 ordu	13
San Lorenzo (Ermua)	ots-27	ots-28	24 ordu	17
Ermuko udaletxea	ots-27	ots-28	24 ordu	10
Ermuko udaletxea	ots-28	mar-1	48 ordu	6
Eitzaga (Zaldibar)	ots-28	mar-1	48 ordu	8
San Lorenzo (Ermua)	ots-28	mar-1	48 ordu	20
Ermuko udaletxea	ots-28	mar-1	48 ordu	30
San Lorenzo (Ermua)	mar-1	mar-3	48 ordu	14
Ermuko udaletxea	mar-1	mar-3	48 ordu	12
Untzaga plaza (Eibar)	mar-1	mar-3	48 ordu	11
Eitzaga (Zaldibar)	mar-1	mar-3	48 ordu	12
San Lorenzo (Ermua)	mar-3	mar-5	48 ordu	9
Ermuko udaletxea	mar-3	mar-5	48 ordu	6
Untzaga plaza (Eibar)	mar-3	mar-5	48 ordu	5
Eitzaga (Zaldibar)	mar-3	mar-5	48 ordu	5
San Lorenzo (Ermua)	mar-5	mar-7	48 ordu	12
Ermuko udaletxea	mar-5	mar-7	48 ordu	12
Untzaga plaza (Eibar)	mar-5	mar-7	48 ordu	11

7. ZER GERTATU DA ZALDIBARREN NEURTUTAKO DIOXINEKIN ETA FURANOEKIN?

- Zaborra erretzean, gainera, beste konposatu asko sortzen dira:
 - Gasak sortzen dira (azido klorhidrikoa, fluorhidrikoa bromhidrikoa, anhidrido sulfurosoa eta nitrogeno oxidoak). Horiek azidotasuna eragiten dute urarekin elkartzean.
 - Konposatu organiko aromatiko sinpleak, poliziklikoak eta organokloratuak. PCB-en (poliklorobifeniloen) kontzentrazio altuak ere aurkitu dira Zaldibarren.

- Kanan, S.; Samara, F. Trends in Environmental Analytical Chemistry, 2018, 17, 1-13.
- Roa, G. *Elhuyar Aldizkaria*, 2004, 202, 2-7.
- <https://www.ihobe.eus/vigilancia-ambiental-2> (2020/07/13)
- *Berria egunkaria*, 2020ko Otsailaren 16a.