

**Erraustegiak. Deskribapena, datuak. Zabalgarbiren adibidea. Egia da dioximak eta furanoak irtetzen direla?**

*Amaia Albisu, Lorea Ozerinjauregi, Joxeba Larrañaga, ikasleak.*

## **AURKIBIDEA**

<b>*Sarrera</b>	<b><i>2.orria</i></b>
<b>* Zabalgarbi errauskailua eta errausketa prozesuaren eskema → Zaborraren depositoa</b>	<b><i>6.orria</i></b>
<b>→ Labearen errendimendua</b>	<b><i>7.orria</i></b>
<b>*Labearen perturbazioak</b>	<b><i>9.orria</i></b>
<b>*Labearen kontrola</b>	<b><i>10.orria</i></b>
<b>*Erregabeko hondakinen emisioa</b>	<b><i>11.orria</i></b>
<b>*Konbustio osatu gabeko produktuak</b>	<b><i>12.orria</i></b>
<b>*Konbustio osatu gabeko produktu arriskutsuenak: Dioxinak eta beste zenbait karbono haluro</b>	<b><i>15.orria</i></b>
<b>*Metal astunak dituzten hondakinen errausketa</b>	<b><i>16.orria</i></b>
<b>*Metalen banaketa eragiten duten faktoreak</b>	<b><i>16.orria</i></b>
<b>*Metalen atmosferarako emisioak</b>	<b><i>19.orria</i></b>
<b>*Errauskailuetako hondakinetan metalen presentzia</b>	<b><i>20.orria</i></b>
<b>*Hondakin arriskutsuen errausketak duen eragina ingurugiroan eta gisa osasunean</b>	<b><i>21.orria</i></b>
<b>*Datuak</b>	<b><i>28.orria</i></b>
<b>*Hiztegitxoa</b>	<b><i>33.orria</i></b>
<b>*Bibliografia</b>	<b><i>34.orria</i></b>

## SARRERA:

Industrializazioak eta ekonomiak aurrera egin duten neurrian, mundu mailan hondakinen eraketak ere gora egin du, eta honekin batera, hiri hondakinek ere bai. Gauza bera gertatu da gure lurraldean ere, ondoren ikus dezakegun bezela:

Lurralde historikoak	1999urtea (tm)	2000urtea(tm)
<b>Gipuzkoa</b>	284.000	298.000
<b>Araba</b>	119.000	161.000
<b>Bizkaia</b>	427.000	449.000
<b>Guztira</b>	830.000	908.000

Taula hau ikusirik, 2000.urtean 1999.urtean baino %9 hiri-hondakin sortzen da EAEn.

Sortzen ditugun HHS(hiri hondakin solidoak) hauei irteera emateko orduan, tratamendu desberdinak aurkezten zaizkigu; birziklapena, errausketa edota isurpena. 1999-2000 urteetan lorturiko hiri hondakinei ematen zitzairen tratamenduak ondokoak ditugu:

	1999urtea(tm)	%	2000urtea(tm)	%	Aldaketa 1999-2000
<b>Birziklapena</b>	99.000	12	116.000	12,8	+ %17
<b>Errausketa</b>	8.000	0,9	6.000	0,7	- %25
<b>Isurpena (zabortegetara)</b>	723.000	87,1	786.000	86,5	+ %8

Balorizatu ezin diren hondakinen ezabaketa egokia, hondakinen isurpenaren edo biltegitratzearen bitartez egiten da eta hau dugu hondakinen kudeaketa sistematik ohikoena.

Ildo honetan, 1990az gero ez da aurrerapen nabarmenik antzeman hiri hondakinen kudeaketari dagokionez. Honen arrazoia, neurri batean, arriskutsuak kontsideratzen ez diren hondakinak zabortegetan utziz deuseztatzearen batz besteko kostua, aukerako beste edozein tratamendua baino askoz ere txikiagoa izaten da.

Hala ere, urteak aurrera egin ahala, sortzen ditugun hondakin kopuruak handiagoak direnez, zabortegetan toki falta edukitzearen edota zabortege berriak irekitzeko dauden zailtasueni aurre egiteko, errauskailuek aukera on bat eskeintzen dute.

Hondakinak prozesatzeko sistema honek, errauskailuan sartzen den zaborraren pisuaren eta bolumenaren gutxitzea dakarkigu, izan ere, zaborraren pisuaren %70 gutxitzera hel daiteke eta honek, bolumenetan %80-90 gutxitzea adierazten du. Hau dela eta, zabor bolumen txikiagoak izango ditugu eta gaur egun dauden zabortegetan kantitate gehiago metatu ahal izango dugu. Bide batez, zabortegeiek gainezka egiteko duten arriskua ekiditen dugu momentuz.

Errauskailu ideal hauetako baten, hidrokarburu bakunak karbono dioxidotan eta uretan eraldatuko dira. Baina errauskailuan erretzen diren zaborrak ez dira hidrokarburu

bakunak izaten, produktu kimikoen nahasketak konplexuak izaten dira, metalak, haluroak, etb... eramaten dituztenak.

Erreketa ematerakoan eta erreketan ostean, hondakinen osagaiak disoziatu eta birkonbinatzen dira, sustantzia berri asko sortuz; sustantzia hauei konbustio osatugabeko produktuak (PIC) deritzogu. Metalak ez dira desegiten aire emisioetan, errautsetan eta kutsadura kontrolen artean banatzen dira, konbustio osatugabeko produktuekin (PIC) batera, eta hondakinen zati bat aske gelditzen da, erre barik eta erretenitu barik.

Beraz, garbi dago errauskailuek euren onurak, bai eta euren alde txarrak aurkezten dituztela. Hala ere, jarraian errauskailu konkretu baten jarduera azalduko dugu, Zabalgarbiko erraustegiarena hain zuzen ere.

## **ZABALGARBI ERRAUSKAILUA:**

HHSen (hiri hondakin solidoen) errausketa, erreketan kontrolatuko prozesu bat dugu eta HHSendako erraustegietan gauzatzen da ekintza hau. Hondakinak desegiteko prozesu bat bezela saltzen badigute ere, errauskailu hauen erabileraren ondorioz, hondakin solidoak (errautsak, zepa,...), likidoak, bai eta gaseosoak lortzen dira. Hondakin guzti hauen presentzia dela eta, errauskailuak ezin dira hondakinak deusesteko sistema gisa kontsideratu, hondakin hauek prozesatzeko sistema gisa baizik.

Esan dugun bezela, HHSen (hiri hondakin solidoen) errausketa, erreketan kontrolatuko prozesu bat dugu eta kontuan izan behar dugu labe ezberdinak existitzen direla hondakinen erreketan egokia emateko: parrila finkoko labeak, parrila mugikorrek, labe errotatorioak eta oiantze fluidizatuzko labeak adibide batzuk ditugu.

Labe hauetatik egonkorrena oiantze fluidizatuzko labeak ditugu, izan ere, hauek termikoki egonkorrenak dira, prozesuaren kontrol egokia ekartzen dute eta mantenamendu errazenekoak dira. Hala ere, energia gehiago kontsumitzen dute eta garestiagoak dira, baina ingurugiroa gehiago babesten dute  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$  eta  $\text{CO}$ -ren nibela baxuagoak emititzen dutelako. Zabalgarbiri dagokionez, parrila mugikorrek labea erabiltzen du.

Behin hau jakinik, zabalgarbiren funtzionamenduan eta bere nondik norakoan gehiago nabarmenduko dugu.

## **ERRAUSKETA PROZESUAREN ESKEMA:**

Lehenik aipatu planta honek lau zati nagusi dituela: (Eskemaren irudian ikus daiteke prozesuren nondik norakoa)

1. Hondakinen sarrera.
2. Hiri hondakin solidoen errausketa edo konbustioa.
3. Keen depurazio edo arazketa.
4. Energia elektrikoaren lorpena.

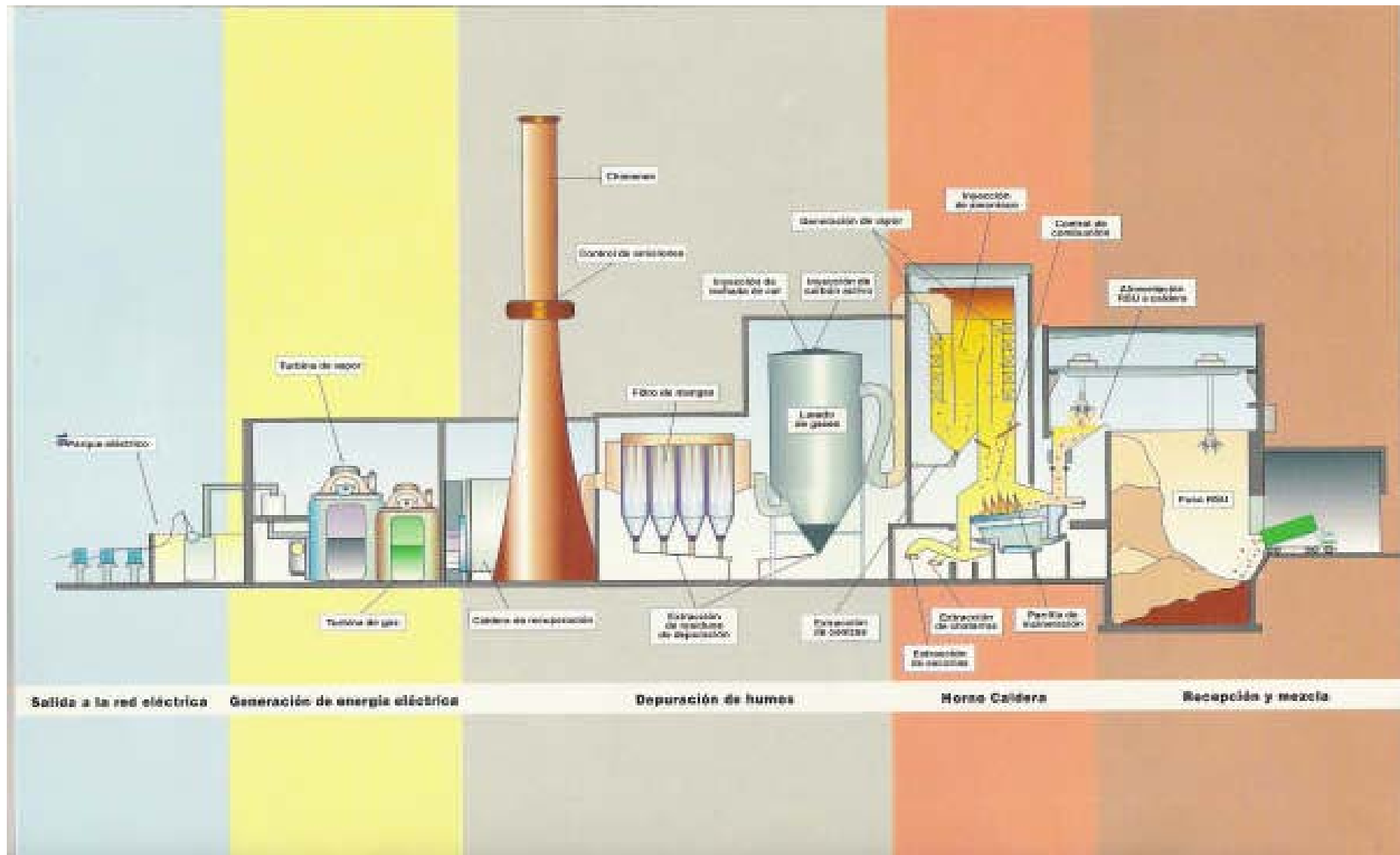
Funtzionamendua gutxi gorabehera azaltzeko:

- Lehenik hiri hondakin solidoak hobira iristen dira.
- Hortik, pulpo-erako garabi batek galdarara eramango ditu HHSak.
- Errausketa parrilan gas naturalaren erreketaren bidez hondakinak erretzen dira.

- Zaborrak eta errautsak ateratzen dira.
- Galdara horretan, bi altuera desberdinetan  $\text{NH}_3$ arekin  $\text{NO}_x$ ak erreduzitzen dira.
- Lurrin eta gasak bigarren galdara batera pasako dira. Bertan kearen garbiketa egingo da, karesne injekzioz (azidoentzat) eta ikatz aktiboaren bidez (organikoentzat: berez, hauek dioxina, furano, metal astunak... bezalako sustantzia toxikoak absorbatuko lituzkete).
- Lurrin eta gasak mahuka-iragazki batetik pasako dira, eta bertan erretentituko lirake arazketa edo depurazio hondakinak.
- Lurrin hau aprobetxatuko da turbina bat alimentatzeko. Honekin energia elektrikoa lortuko da.
- Keak tximiniatik irtengo dira (hauetako %20a labera bueltatuko daputz-egiteko erabiliko delarik).

ahal izango dugu eta bide batez, gainezka egiteko arriskua, momentuz, kentzen dugu.

Horrez gain, erregai fosilen erreketarekin konbinatuz, gure beharretarako erabilgarria den elektrizitatea eskuratuko dugu eta besterik gabe, hondakinen prozesatze sistema honen funtzionamendua azaltzeari ekingo diogu.



## Zaborraren depositoa:

Errauskailura heltzen den zaborra, depositu batean pilatzen da. Depositu honetan 3-4 egunetako zaborra pilatu daiteke. Bertan dimentsio handiko pintza batzuen bitartez zaborra homogenizatzen dute, labera sartzen den zaborra ahal den eta homogeneoa izan behar delako.

Zabalgarbira heltzen den zaborra Nerbioi Ezkerraldeko Udal Elkartetik eta Garbiker enpresatik dator. Nerbioi Ezkerraldeko Udal Elkarteak, 7 udalerriz osatua dago:

UDALERRIAK	BIZTANLEAK	ZABORRA (Kg/Urte)
Barakaldo	97.281	28.638.546
Portugalete	52.681	14.863.300
Santurtzi	47.999	13.735.879
Sestao	32.852	8.267.252
Trapagaran	12.450	4.417.846
Abanto-Zierbana	8.989	3.675.558
Ortuella	8.819	2.181.530
<b>GUZTIRA</b>	<b>261.071</b>	<b>75.779.911</b>

Zabalgarbiko datuetan jartzen duenaren arabera,  $230 \cdot 10^6$  kg/urte zabor erretzen dira errauskailuan, beraz Garbiker enpresatik urtero 154.220.089 kg zabor erretzen dira. Garbiker enpresatik erretzen diren zaborrak, zabortegi kontrolatuetatik datoz. Gaur egun Garbiker-ek 4 zabortegi ditu martxan: Igorrekoa, Amorotokoa, Jatakoa(Lemoiz) eta Zabalgarbikoa. Zabortegi hauen datuak honakoak ditugu:

2003-2004 IZURKETEN EVOLUZIOA EN H.H.S.EN ZABORTEGI KONTROLATUETAN- HILEROKO PISUAK(kg) -													
	URT	OTS	MAR	API	MAI	EKA	UZT	ABU	IRA	URR	AZA	ABE	
IGORRE	2003	5.785.682	5.492.554	6.997.980	6.447.910	6.547.000	6.573.930	6.280.050	4.981.956	6.463.470	6.862.490	6.488.600	6.639.020
	2004	6.354.890	5.941.920	6.211.290	4.956.030	2.637.050	4.013.890	4.527.570	3.473.940	4.160.270	3.686.490	2.533.310	7.768.814
	DIFERENCIA %	9,84%	8,18%	-11,24%	-23,14%	-59,72%	-38,94%	-27,91%	-30,27%	-35,63%	-46,28%	-60,96%	17,02%
AMOROTO	2003	2.261.819	1.472.350	772.550	820.132	997.442	847.478	971.599	988.598	912.041	902.272	748.871	818.392
	2004	813.472	689.219	819.258	815.792	898.451	942.110	313.277	210.701	103.662			
	DIFERENCIA %	-64,03%	-53,19%	6,05%	-0,53%	-9,92%	11,17%	-67,76%	-78,69%	-88,63%	-100,00%	-100,00%	-100,00%
JATA	2003	6.978.801	6.274.562	7.255.651	6.828.771	7.322.119	7.317.096	7.256.499	6.398.277	7.260.106	7.497.927	7.310.951	7.041.610
	2004	6.616.932	5.866.241	6.551.007	4.266.911	3.658.726	2.998.383	4.702.951	2.770.220	3.090.451	2.600.873	1.960.634	3.826.999
	DIFERENCIA %	-5,19%	-6,51%	-9,71%	-37,52%	-50,03%	-59,02%	-35,19%	-56,70%	-57,43%	-65,31%	-73,18%	-45,65%
ZABALGARBI	2003												
	2004				3.330.100	6.872.026	6.489.400	4.537.001	6.543.842	7.184.183	8.235.722	9.580.076	3.442.380
	DIFERENCIA %				100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
GUZTIRA	2003	15.026.302	13.239.466	15.026.181	14.096.813	14.866.561	14.738.505	14.508.148	12.368.831	14.635.617	15.262.689	14.548.422	14.499.022
	2004	13.785.294	12.497.380	13.581.555	13.368.833	14.066.253	14.443.783	14.080.799	12.998.703	14.538.566	14.523.085	14.074.020	15.038.193
	DIFERENCIA %	-8,26%	-5,61%	-9,61%	-5,16%	-5,38%	-2,00%	-2,95%	5,09%	-0,66%	-4,85%	-3,26%	3,72%

Zabor hauek homogenizatu ostean, labera pasatzen dira erreketara burutzeko.

## **Labearren errendimendua:**

Errauskailu baten erreketa errendimendua jakiteko, destrukzio eta eliminazio koefizientea erabiltzen da. Destrukzio eta eliminazio koefizientea errauskailu batean honakoa izango da: erabakitako sustantzia baten (PCOP bat, hau da, arriskutsua den konposatu organiko bat) emisioa airera (errauskailua pasa ondoren eta kutsadura kontrolak pasa ondoren) eta arriskutsuak diren konposatu organikoen (PCOP) hasierako kantitatearen (errauskailuak sartu direnak) arteko koefizientea. Adibidez: destrukzio eta eliminazio koefizientea (ED) %99,99 izanda, esan nahi du %0,01 PCOP (arriskutsuak diren konposatu organikoak) askatu direla, kutsadura kontrolak eta errauskailutik pasa ondoren. Hala ere, hau ez du esan nahi %99,99 PCOP desegin direla.

Froga batzuen ostean, ondorio batetara heldu dira ikertzaileak: destrukzio eta eliminazio koefizientea handia bada ere, ez da konbustio osatugabeko produktuen (PIC) emisioen adierazle. Izan ere %99,99 ED izanda, teorikoki PIC-en emisioak arriskutsuak izango dira osasunerako.

## **Konbustio probak:**

Tximiniatik ateratako gas kutsatzaile guztien artean, bakarrik %60-ra identifikatu ahal izaten da. Analisi teknika faltagatik ez da identifikazio osorik burutu eta ez da identifikazio hori seguruenik etorkizun batean emango, honek destrukzio eta eliminazioaren koefiziente (ED) zehatz bat edukitzeko arazoak ekartzen baitu egunerokotasun batean.

Errauskailu labean konbustio probak egiten dira beraien errendimendua kalkulatzeko, konbustio proba hauetan errauskailuaren ED teorikoa kalkulatzeko delarik. Errauskailu batek %99,99 lortzen badu konbustio proba batean, teorikoki diote egunerokotasunean destrukzio eta eliminazio koefiziente (ED) berdina edukiko duela, ED hori lortzeko erretzeko zailenak diren PCOP (arriskutsuak diren konposatu organikoak) hartu baitituzte. Datu esperimentalak, ordea, ez datoz horrekin bat.

Ikertzaileek aurkitu dute produktuen inzinerazioa aldatzen dela era konplexu batean, temperatura, oxigenoaren kontzentrazioa eta alimentazioaren abiaduraren arabera. Beraz, ezin da ziurtatu destrukzio eta eliminazio koefizientea (ED) %99,99 izanda (PCOP batekin edo gehiagorekin neurtuak) labean probetan, berdina izango dela egunerokotasunean. Gainera nahiko errez apur daitezkeen arriskutsuak diren konposatu organikoak (PCOP), erretzeko oso zailak diren konbustio osatugabeko produktuak (PIC) sortu ahal dituzte.

## **Errorea:**

Destrukzio eta eliminazio koefizientea (ED) determinatzeko erabilitako metodoaren zehaztasun faltak direla eta, ED teorikoa eta praktikoaren artean alde handi bat ikus dezakegu. Gaur egun ED-aren kalkulua etapa askoren bitartez kalkulatu da eta erabilitako datuak teknika ezberdin bidez lortutakoak dira; errore hau erroreen akumulazioa dugu. Adibidez, labean probak egiterakoan ateratzen diren gasak analizatzeko erabiltzen den tekniken zehaztasun gutxi gorabehera %50-koa dugu.

Taula honetan agertzen dira errore ohikoenak ED-ren kalkuluan:

**Tabla 1.2**

**LISTA PARCIAL DE ERRORES CONOCIDOS  
EN LAS MEDICIONES DE EDs**

<b>Parámetro</b>	<b>Porcentaje de Error</b>
Caudal volumétrico de la mezcla	5,0%
Concentración de PCOPs	4,5%
Peso específico de los PCOPs	0,7%
Densidad del agua	0,2%
Temperatura del gas	3,3%
Presión del gas de combustión	0,3%
Caudal volumétrico del gas de combustión	1,5%
Concentración del PCOP en dicho gas	20,0%

Adibidez, kloroformoaren erreketan ED teorikoa %99,99 dugu eta errore erlatiboak kontutan izanda errealitatean %79-a izan ahal da.

### **Histerisi efektua:**

Arriskutsuak diren konposatu organikoen (PCOP) erretentzioa erreketan sisteman eta erreketan sisteman alimentazioa utzi ostean, gasetan denbora luzean zeharreko beraien agerpenari, histerisi efektua deritzogu. Histerisi efektua ED-aren neurketa metodoaren beste errore bat da. Ikertzaileek labeen probetan behatu zuten: konposatu batzuen gas emisioen kontzentrazioak jarraitu zutela erreketan utzi eta ordu batzuetara.

Histerisi efektua ikertua izan zen: 1000°C - 1500°C-tan zegoen labe proba batean, 43 ordu beranduago (erreketan ostean), hasiera batean neurturiko emisioen %50-a emititzen zen oraindik. Adibidez, erreketan eten eta bi ordura (alimentazioa karbono tetrakloruroa eta klorobentzenoa izanda) ikertzaileek behatu zuten PCOP-en emisioak zeudela %121 eta %388 batean.

Honek ematen du destrukzio eta eliminazio koefizientearen (ED) kalkuluan errore bat. Taula honetan efektu honen ondorio batzuk ikus ditzakegu:



Tabla 1.3

## EFECTO DE HISTÉRESIS EN LA ED

Substancia	Histéresis(1)	Coefficiente de Factor de Histéresis total (2)	Real (3)
Tetracloruro de Carbono	0,60	77,4	99,23%
Monoclorobenceno	2,40	309,6	96,93%
Tricloroetileno	0,19	24,5	99,75%
Total Comp. Clorados Volátiles	0,74	95,5	99,05%

1) histeresiaren emisioen kontzentrazioa (erreketa amaitu eta 0-43 ordu tartean) eta erreketa kontzentrazioaren arteko erlazioa, azken honetarako %99,99-ko ED-a suposatuz.

2) histeresi emisioen masa totala (erreketa utzi ondoren 43 orduraino) eta hondakinen erreketa emandako emisioen masaren arteko erlazioa.

3) histeresi emisioak kontutan harturik ED-aren balioak, suposatuz hondakinen erreketa ED-aren tarte %99,99-koa dela.

### **LABEAREN PERTURBAZIOAK:**

Operazio errealetan errauskailuak funtzionamendu idealetik desbideratzen dira. Desbiderapen hauen iraupena edo tamaina ezberdinak izan daitezke, baina guztiek hartzen dute parte konbustio osatugabeko produktuen (PIC) emisioetan eta erretzen ez diren hondakinen sorreran.

#### **Perturbazio handiak:**

Desbiderapen handiak emateko faktoreak (eta ondorioz emisio toxiko handiak) ekipoen errorea, giza errorea eta hondakinen konposizio aldaketa handiak dira.

Errauskailuen erroren informe batek zenbatzen ditu emisio toxiko handiak emateko gertatu daitezkeen erroreak:

- 1) Perturbazio egoerei aurre egiterakoan, sorturiko errorea: airearen kutsadura kontrako errorea, konbustiorako airea galtzea, erregai falta, atomizazio falta, sugar falta, etb.
- 2) Alimentazio gehiegi dagoenean, emisioak ekiditearen errorea.
- 3) Labearen etenaldian errorea ematea, honek erregaiaren ezta erator ditzakeelarik, etb.
- 4) Erregai kanpotik galtzea, honek labearen kanpoaldean ezta erator ditzake.

Kontutan izan behar da, errauskailuaren bizitza aurrera joan ahala, emisioak ekiditeko kontrolaren prezisioa jaisten dela.

Perturbazioak daudenean konbustio osatugabeko produktuak (PIC) emitituak handiagoak badira ere, ez dago argi nola alda dezakeen hauen izaera.

### **Perturbazio txikiak:**

Perturbazio handiak ekiditen badira ere, mantenimendu eta kontrol perfektu baten bidez, laborearen barruan etengabe aldaketa txiki, lokalak eta iraupen gutxikoak daude. Egoera idealetik kanpo gertatzen diren aldaketa hauek, hondakinak desegiteko errauskailuaren efizientzia txikitu dezakete eta konbustio osatugabeko produktuen (PIC) emisioa eta erre ez diren hondakinen emisioak handitu ditzakete. Bi fenomeno nagusi eman daitezke labean:

□ “Puff” fenomenoaren ematen da hegazkorak diren hondakinak era ez jarrai batean sartzen direnean errauskailuan. Hondakin hauek labean sartzean, tenperatura altuetan aurkitzen direnez, azkar lurruntzen dira; erreketarako nahaste ezegoki bat sortuz eta emitituak izaten dira guztiz oxidatuak egon baino lehen.

□ Tanta iheskorak: prozesu fisikoak emanda ateratzen dira tanta hauek. Hondakin likido bat labera botatzerakoan, tanta txiki batzuk konbekzioz eramanak izan daitezke tenperatura handiko gunetik; honela erreketara ez delarik guztiz betetzen. Fenomeno honek errauskailuan errore bat ematen du, destrukzio eta eliminazio efizientzia (ED) gutxituz.

### **LABEAREN KONTROLA :**

Ingurugiroaren eta osasunaren ikuspuntutik begiratuta errauskailu baten funtzionamenduaren kontrola, egunero emititzen diren produktuen kontrola izango zen. Baina aurretik esan dugun bezala, ez da existitzen metodorik errauskailuak botatzen dituen gas guztien analisia egiteko, ez egunerokotasunean ez eta labean probetan.

Gaur egun “ordezko indikatzaileekin” saiaterazten da kontrol hau eramaten, laborearen tenperatura kontrolatzen eta CO eta hidrokarbuero osoen emisioak kontrolatzen.

### **Karbono monoxidoa eta hidrokarbono totalak(THC):**

CO eta THC gasen kontzentrazioak, normalean erabiltzen dira “ordezko indikatzaile” moduan errauskailuaren funtzionamendua kontrolatzeko. Karbono monoxidoa era erraz eta merke batean kontrolatu ahal denez, batzutan erreketaren arazoaren indikatzaile moduan erabiltzen da, suposatzen delako CO -aren kontzentrazioa handitzen dela perturbazio handiak ematen direnean labean.

CO eta THC-ren kontzentrazio teorikoa, bi suposaketetan oinarritzen da:

- 1) CO-ren konbustioa urrats geldoena dela, konposatu organikoaren oxidazioan.
- 2) CO termikoki egonkorragoa dela konbustio osatugabeko produktuak (PIC) baino.

Supozizio hauek ez dira baliagarriak benetako errauskailu batentzat, hondakin nahaste bat erretzen baitu; konposatu ezberdinen egonkortasun termikoaren

klasifikazioa gehienbat kontrajarriak direlako. Gainera, egoera idealetan egonda konbustio osatugabeko produktuak (PIC) sortzen direla baita ere gogoratu behar dugu.

Hidrokarbono totalen (THC) kontrolean bakarrik konposatuen talde bat neurtu ahal da. Hegazkorrak eta erdi-hegazkorrek diren konbustio osatugabeko produktuak (PIC) (toxikoagoak direlarik hegazkorrek direnak) ez daude hidrokarbono totalen (THC) kontrolaren barruan. Klorodun konbustio osatugabeko produktuak (PIC) (hauek ere toxikoen artean daudelarik) ez dira kontrolean sartzen ere; beraz, konbustio osatugabeko produktuen (PIC) handitze bat ez zen kontroletan nabarituko.

### **Temperatura:**

Temperatura jeitsiera, eraldatu gabeko hondakin kimikoen ihesa eta konbustio osatugabeko produktuen (PIC) formazioa faboratzen du.

Temperatura altuak ez du esan nahi erreketak osoa ematen denik, era ideal baten lan egiten duten labeetan ere, lokalizatutako poltsak aurkitzen dira, zeinetan temperatura aldaketa txikiak ematen diren emisio toxikoak askatuz.

Konbustio osatugabeko produktuen (PIC) formazioa ez da zertan labean eman behar. PIC hauek labetik ateratzerakoan, gas kontrolean, tximinian edota airearekin kontaktuan jartzean eratu daitezke, hau da, toki hotzagoetan. Adibidez, dioxinen eta furanoen eraketak ez dira labean ematen, hauen formazioa hegaz ateratzen diren errautsetan, kutsadura kontrolean, etb... ematen dira, labearen temperatura altuak utzi ondoren, izan ere, labean 850<sup>0</sup>C eskuratzen dira segundu batzutan dioxinak suntsitzeko helburuaz.

Beste alde batetik labearen temperatura altuak “puff” efektua sortzen du.

Errauskailuetan eman diren probetan, labeen temperatura altuak ez dute ekiditu PIC-en formazioa eta emisioa. 15 konbustio osatugabeko produktu (PIC) arruntenak, 700°C-tik 1500°C-ra (0,2 eta 6 segundotako erresistentziarekin eta %2-tik %15-era oxigenoko kontzentrazioarekin) dagoen labe batetik emititzen dira.

### **Oxigenoaren kontzentrazioa:**

Errauskailuak oxigenoaren kontzentrazio egoki bat eduki behar du, oxidaziozko erreakzioak gerta daitezten. Baina oxigenoaren kontzentrazio egoki bat bilatzeko saiakerak arazo berriak sortzen ditu eta emisio toxikoak handitu daitezke.

Errauskailu batek oxigenoaren kantitate minimo bat behar du (gutxi gorabehera %130-a, estekiometrikoki behar dena) oxigeno gehiagok perturbazioak ekar ditzake erreketan. Oxigenoaren gehitze bat, labearen parte batzuetan tenperaturaren berehalako jaispen bat ekartzen du, emisio toxikoak handituz.

### **ERREGABEKO HONDAKINEN EMISIOA:**

Erraustegi honen hondakinak kearen bidez, garraioan, beraiek almagaztzean edota beraien erabileran ingurugirora ixuri daitezke.

Zabalgarbiko erraustegian 230.000 tonelada hondakin erretzen dira urtean. Erraustegi honetan hondakinaren eliminazioa % 99-koa izanda ere hauen ingurugirorako ixuria 22'5 tonelada izango litzateke.

Ixurketa hau erraustegiaren kondizio egokietan litzateke. Arazoren baten aurrean, ixuria handituko litzatekeelarik.

Erraustegiak, erre ez ezik hondakinak sortu ere egiten ditu. Zenbat eta handiagoa izan ingurugirora hondakinak ez pasatzeko kontrola, orduan eta hondakin gehiago sortuko ditu erraustegiak.

Hondakin hauek eliminatu beharra dago. Honetarako:

- Errautsak, lurperatu egiten dira, honela, kutsagarriak diren sustantziak disolbatu eta lur barruko uretara pasa daitezkeelarik.
- Likidoak tratatu ondoren, erreka edo lakuetara ixurtzen dira.

Erraustegiak, hondakin (errauts) minimoak produzitzen dituela suposatuz (% 9 ), 230.000 Tn/urtean erretzen dituela jakinik, Zabalgarbik 20.700 Tn errauts produzituko lituzke urtean.

Gaur egun, badaude kutsadura % 90 murrizten duten sistema kontrolak.

### **Ihes egindako emisioak:**

Emisio hauek, istripu baten eraginez edota garraiatzean gertatutakoak izan daitezke.

Emisio hauek, hondakinen erreketara zuzena bezain besteko toxikoak edo larriagoak izan daitezke

Auzokideentzat oso larria izan daiteke erraustegi honetan eztanda bat gertatzea edo sute baten eraginez gertatutako emisioak oso garrantzitsuak izan daitezke osasunerako, kontutan izanik, egunean 100 kamioi erabiltzen dirala bakoitza 6'5-8 Tn ingurukoak.

### **KONBUSTIO OSATU GABEKO PRODUKTUAK (PIC):**

“Erraustegiaren alimentazioko analisisan agertzen ez den baina industriak ixurtzen duen gasaren analisisan agertzen den konposatuari PIC deritzo.”

PIC-ak erraustegiaren egoera onean zein txarrean agertuko dira. Behin PIC-ak sorturik daudenean tximiniako gasean zein errautsetan ager daitezke.

PIC-ak jatorri desberdinekoak izan daitezke:

1. Hasierako hondakinen erreketatik lortutakoak.
2. Hondakinak ez diren beste iturri batetik sortutakoak.
3. Hondakinetan egonikoak baina identifikatu gabeak.

Lehenengo sailkapenekoak, elimintzeko zailenak eta toxikoenak dira. Hasierako hondakinak baino toxikoagoak dira.

PIC-en emisioa airera, hainbat faktoreren menpekoa da: tenperatura, denbora, oxigeno kontzentrazioa eta perturbazioen menpekoa.

PIC-en kontzentrazioa handitzen da, hondakinen alimentazio abiadura handitzean. Kloro kontzentrazioa igotzean eta oxigeno kontzentrazioa jeistean PIC-en kontzentrazioa igo egiten da, eta hauek konplexuagoak eta zailagoak dira elimintzeko.

Zabalgarbik, 230.000 Tn erretzen ditu urtean eta PIC-en emisioa 19 Tn eta 16.063 Tn-ren artean egongo da.

### **PIC-en identifikazioa atmosferako emisioetan:**

Erraustegiak milaki PIC desberdin ixuri arren, hauen % 70 bakarrik izan dira kimikoki identifikatuak.

PIC erdihegazkorrak, hegazkorrak baino toxikoagoak dira.

Jarraian aurkezten dugun (ondorengo orrian) 3.2 TAULAN, erraustegiaren tximiniatik irtendako gasean identifikatutako sustantziak agertzen dira:

### **PIC-ak errautsetan:**

Errautsetan identifikatutako PIC kopurua 37 da, hauetako batzuk osagai kloratuak direlarik. Hauen kontzentrazioa errautsean, 0,1-500 ppm bitartekoa izango da.

Errautsen kopurua % 9- % 29 bitartekoa izango da hasierako hondakinekiko.

Zabalgarbik 20.000 Tn-66.700 Tn errauts produzitzen ditu, hauetan 45-152 Tn PIC-ak izango direlarik.

Zabalgarbik errauts hondakin hauek inerteak bezala kontsidera nahi ditu eta obretan erabiltzeko saldu honetarako balio dutenak. Gainontzekoak, Artigaseko zabor biltegiara eramanez dituelarik hauek toxikoak izanik.

Errautsetan identifikatutako PIC-ak ondorengo 3.3 TAULAN bildu dira:

<b>Kutsatzaileak</b>	<b>Kontzentrazioak(ppb-tan)</b>
Azetona	20.000
Bentzenoa	42
2-butanona	2.000
Klorobentzenoa	27
Kloroformoa	46
1,2-dikloropropanoa	32
Dietil ftalatoa	120.000
2,4-dimetil fenola	23.000
Dimetil ftalatoa	55.000
Di-n-butil ftalatoa	160.000
Etilbentzenoa	380
Metanola	410.000
Metilen kloruroa	38.000
4-metil-2-pentanona	2.300
Naftalenoa	24.000
2-nitroanilina	180.000
Nitrobentzenoa	29.000
Fenola	40.000
Estirenoa	320
Tetrakloroetilenoa	1.200.000
Toluenoa	2.500
1,1,1-trikloroetanoa	12
Trikloroetilenoa	120
Xilenoak	1.900
<b>GUZTIRA :</b>	<b>2.308.679</b>

### PIC hondakinak urtean (Lixibazioak):

Erraustegitan ura, garbiketarako edota errautsak itzaltzeko erabiltzen da. Kasu batzuetan, ura, erabili ondoren, tratatu eta ibaietara ixurtzen da eta beste batzuetan, berriz erabiltzen da.

Garbitu eta ixurritako uretan PIC kontzentrazio garrantzitsuak aurkitu dira. PIC hauek 3.4 TAULAN laburbildu dira:

<b>Kutsatzailea</b>	<b>Garbiketarik lortutako urak(ng/l)</b>	
Azetona	32	(1)
Metilen kloruroa	<5	(1)
Naftalenoa	<20	(1)
Azido bentzoikoa	260	(2)
Bis(2-etilhexil) ftalatoa	32	(2)
Kloroformoa	4.100	(2)
Klorometanoa	2.500	(2)
1,2-diklorometanoa	32.000	(2)
Dietil ftalatoa	30	(2)
Di-n-butil ftalatoa	22	(2)
Fenola	100	(2)
Tetrakloroetanoa	5.200	(2)
Toluenoa	5.00	(2)
1,1,1-trikloroetanoa	6.800	(2)
Trikloroetenoa	14.000	(2)
Xileno guztiak	1.200	(2)
Dioxina eta furano guztiak	43	(3)

- (1) Boegel, 1987
- (2) Van Buren, 1987
- (3) USEPA, 1987

Errautsak itzaltzeko erabili den urari buruz aldiz, informazio gutxi dago. Gehienetan metalak eta 3.5 TAULAN laburbildutako sustantziak aurkitu dira.

<b>kutsatzailea</b>	<b>Kontzentrazioa(ppm-tan)</b>
Bentzeno kloruroa	66-94
Bentzeno trikloruroa	16
Toluenoa	15-59
Antrazenoa	14-210
2,4-dinitrofenola	15-44
Fenantrenoa	17-110
fenola	12-21

Zabalgarbik, ura, Kadagua errekatik eta Bilboko herritarrei ura doakien tokitik hartzen du eta honek arrisku handia dauka, ura kontamina baitezake. Izan ere, erraustegiaren azpitik, 20 metrotara, ura doa eta hau erraz kutsa daiteke orain urte batzuk bertan minak zeudelako eta ondorioz erraustegia eta ura banatzen dituen 20m-ko haitz hori ez dago egoera onean, ihes eginiko emisioak larriak izan daitezkeelarik.

Bestalde berun eta kadmio asko ixurtzen da ingurura eta hauek osasunerako arriskutsuak dira.

Adibidez, berun asko izatea lurrazalean kaltegarria da, ladare askok, metal hau hartuko baitute eta ondorioz, gure elikagaiak, berunaren iturri garrantzitsuak izango dira hau ososunerako kaltegarri izanik.

Kadmio asko izateak ordea, ondorengo gaixotasunak ekar ditzake: giltzurrun gaixotasunak, bronkitisa, ugalketarako zailtasunak izatea, prostatako minbizia, hipertentsioa eta gaixotasun baskularrak.

### **Konbustio osatugabeko produktu(PIC) arriskutsuenak: Dioxinak eta beste zenbait karbono haluro**

PIC arriskutsuenetakoak karbono haluroak dira. Hauek dira, karbono atomo bat halogeno atomo bati lotuta duten konposatuak (kloro, fluor, bromo, iodo edo astatoa). Talde honetako produktu asko oso toxikoak dira, tartean direlarik:

- . Bifenilo polikloratuak (PCB-ak)
- . Klorofluorokarbonatuak (CFC-ak)
- . DDT-ak
- . Dioxina polikloratuak (PCDD-ak)
- . Furano polikloratuak (PCDF-ak)...

Hauek sor daitezke karbonodun eta halogenoren bat duten sustantzien errekatetik. Aipatu behar da, hondakin arriskutsuen errauskailuen inguruan identifikaturiko 100 PIC-etatik 46 karbono haluroak direla.

Adibidez, EEBB-etan erretako hondakinetatik %46-k halogenoak dituzte, eta hauetako %95<sup>a</sup> konposatu organokloratuak dira.

Molekula halogenatu handien formazioa azaltzeko, zientzialariek postulatu dute: “Ziurrenik, errauskailuko zonalde hotzetan errekonbinazio erreakzio geldoak emango dira, alkanokloratu eta fluoratuak emanez”.

Errauskailu askotan, emisio atmosferikoetan, errautsetan eta hondakin likidotan topatu dira PCDDak eta PCDFak. Hala ere, hauen inguruko datu kuantitatibo osatuak falta dira. Izan ere, emisioen inguruan publikaturiko informazioa eta datuak eskasak dira.

Adibideren bat jartzeko:

USEPAk (EEBBetako ingurugiroaren zaintzarako agentzia) bi errauskailutan eginiko azterketetan lorturiko emaitzak honakoak dira: Emisio atmosferikoetan isuritako PCDD eta PCDFen eduki totala 80.9ng/m<sup>3</sup>-koa izan zen.

Emisioen toxizitatea zehazteko, PCDD/PCDF emisioetan dauden 2,3,7,8-TCDDen (tetraklorodibenzodioxinen) baliokideak kontuan hartu ziren, hau baita dioxinetan toxikoena. (Hortaz, ondorengo datuetan, soilik dioxina toxikoenen kantitateak hartu dira kontuan). Hori kontuan izanik, aurreko errauskailuko emisioetan 7.4ng/m<sup>3</sup>-ko TCDD-en edukia zegoela ondorioztatu zen.

Kontuan izanik emisio hauen neurketa askorik ez dagoela, hala ere, esan USEPAk eginiko dioxinen inguruko azterketetan errauskailu askotan detektatu direla dioxinak eta furanoak, hauen barnean baita TCDDa ere.

### **Metal astunak dituzten hondakinen errausketa:**

Errauskailuan sarturiko metal oro ingurugirora doa, bai atmosferako gas edo partikula-emisio moduan, bai errauts edo “volante” moduan edota kutsaduraren kontrolerako isurkarietan.

Errauskailuak ez dira egokiak metaldun hondakinen eliminaziorako. Izan ere, metal astun asko toxikoak dira, baita kontzentrazio baxuetan ere (esaterako: beruna, merkurioa, kadmioa, kromoa...), eta beraz, ingurugiroan hauen presentzia kaltegarria da. Ez da beraz zaila honako ondorio hau ateratzea: “Askoz hobe da errauskailuan metalik ez sartzea, gerora hauek biltzen saiatzea baino.”

Baieztapen hauek azaltzeko, esan behar da, zenbait kasutan errausketaren eraginez metalen egoera fisiko edo kimikoa aldatzen dela. Adibidez, metal elementaletik oxido metalikora edo konplexu organometalikoetara pasatzen dira. Edo egoera solidotik gasera edota partikula txikietara. Aldaketa hauek toxizitatearen igoera eragin dezakete.

### **Metalen banaketan eragiten duten faktoreak:**

Emisio atmosferikoetan, errautsetan eta PCDe-tako (kutsaduraren kontrolerako dispositiboetako) hondakinetan egongo den metalen banaketa zenbait faktorek kontrolatzen dute, hala nola, tenperaturak, kloroaren edukiak eta PCD-en eraginkortasunak. Ondorengo lerroetan aztertuko ditugu faktore hauen eraginak.

Errauskailuko tenperaturaren lurruntzen diren metalak (beruna, merkurioa, molibdenoa, kadmioa, nikela eta zinka) gas egoeran irtengo dira, tximinian gora doazelarik partikulatan kondentsatuko direlarik.

Bestalde, hain hegazkorak ez dirren metalak errautsetan pilatuko dira (aluminioa, kromoa, kobrea, magnesioa, manganesoa eta vanadioa).

**Temperatura** igotzean, metalen hegazkortasuna handituko da eta tximiniko gasetan hauen kontzentrazioa handituko da.

**Kloroaren** kontzentrazio altuak ere hegazkortasuna handituko du, izan ere, kloroarekin loturiko metalak, metal elementalak baijan hegazkorragoak dira.

Batazbeste, erretako metalen %20a tximiniako gasekin igotzen da. Baina beruna eta kadmioaren kasuan %50era irits daiteke.

Ondorengo taulan ikus daiteke: “*Hondakin arriskutsuen errauskailuetan metalen banaketa*”



Tabla 4.2

 DISTRIBUCION DE METALES EN UNA INCINERADORA  
 DE RESIDUOS PELIGROSOS

Porcentajes sobre cifras totales de metales medidos

Contaminante	<u>Gas de chimenea</u>	Cenizas	Agua de Lavado
Arsénico	3,8/5,8	86,1	8,2
Bario	2,2	79,6	8,2
Bismuto	<u>41,1</u>	22,2	36,7
Cadmio	<u>56,0/61,0</u>	<10,7	27,0-31,0
Cromo	2,0	94,1	3,9
Cobre	15,1	75,8	9,1
Plomo	<u>48,9</u>	15,0	36,1
Magnesio	0,1	99,3	0,6
Estroncio	1,7	93,0	5,3
<b>PROMEDIO</b>	<u><b>19,4</b></u>	<u><b>64,0</b></u>	<u><b>16,3</b></u>

Nota: Contenido de cloro 3,8 %; temperatura de salida del horno 1612 °F; temperatura de salida del quemador posterior 1990 °F

Fuente: Carroll 1989.

Metalen banaketan eraginkorra den faktorea **kloroaren** edukia da (tenperaturaren gaintik):

*“Kloroaren edukiaren eragina metalen distribuzioan errauskailu birakarietan”*  
 (metalen kontzentrazioa airerako emisioetan)

**Tabla 4.3**
**EFFECTO DEL CONTENIDO DE CLORO EN LA DISTRIBUCION DE METALES EN UN HORNO ROTATORIO**

Incremento porcentual de las concentraciones de metales en las emisiones al aire (respecto al 0 % Cl)

Metal	3,8 % de cloro	8,3 % de cloro
Arsénico	146,1	125,6
Bario	10,0	20,0
Bismuto	161,8	144,6
Cadmio	21,9	47,9
Cromo	42,9	100,0
Cobre	1787,5	4050,0
Plomo	321,5	534,5
Magnesio	233,3	566,7
<b>PROMEDIO</b>	<b>340,6</b>	<b>698,7</b>

Ikus daiteke kloroaren kontzentrazioaren igoerarekin airera emititzen diren metalen kontzentrazioaren igoera handiena kobre, berun, eta magnesioan gertatzen dela.

Beraz, tenperatura altuagoetan eta kloroen eduki handiagoan gas faseko metalen kontzentrazioa handiagoa izanik, kutsaduraren kontrolerako dispositiboen (PCDen) eraginkortasuna jaitsi egiten da. Era horretan, gasen garbiketarako dorrearen eraginkortasuna %56-ko maximo batetik %33-ko minimo batera jaixkiko litzateke.

$$\text{Gasen garbiketarako eraginkortasuna} = \frac{\text{Dorreko hondakinetan jasotako metalen kopurua}}{\text{Jasotako metalen kopurua} + \text{Atmosferarako emisioetara pasatako metalen kopurua}}$$

Ondorengo taulan ikus daiteke PCDen eraginkortasuna nagusiki ondorengo metalen kasuan jaisten dela: berun, kobre, artseniko, bismuto eta kadmioan.

*“Kloroaren edukiaren eragina erraustegiko gasen garbiketarako dorrearen eraginkortasuna”.*

**Tabla 4.4**
**EFFECTO DEL CONTENIDO DE CLORO EN LA EFICIENCIA DE LA TORRE DE LAVADO DE GASES DE LA INCINERADORA**

Eficiencia de la torre de lavado de gases %

Metal	3,8 % de cloro	8,3 % de cloro
Arsénico	63	38
Bario	89	89
Bismuto	47	40
Cadmio	38	ND
Cromo	66	65
Cobre	38	21
Plomo	42	22
Magnesio	86	83
Estroncio	76	83
PROMEDIO	60,6	54,6

### Metalen atmosferarako emisioak:

Esan beharra dago informazio askorik errauskailuetan izaten diren metal astunen emisioen inguruan. Emisio hauek aldakorrek dira errauskailuan sartzen den metal kopuruaren arabera.

Adibide bat jartzeko:

Errauskailu komertzial bat, zeinak urteko 31.700 tona erretzeko kapazitatea duen:

Erretzen dituen hondakinetako metalen edukia %1.5ekoa bada:

- Tximiniatik urteko 92 tona metal astun isuriko ditu.
- Errautsetan: urteko 304 tona.
- Garbiketako uretan: urteko 77 tona.

Gure lana Zabalgarbiren ingurukoa denez, kontuan izan behar da honek orain aipaturikoak baina 7 aldiz hondakin gehiago erretzen dituela urtero. Hondakinetan agertzen den metalen edukia jakinez gero kalkulatu ahalko lirateke metalen emisioak.

Ez da ahaztu behar, zenbait metal lurrun fasean isuriko badira ere, gehienak partikula txikien gainazalean atxikiko direla. Partikula hauek txikiak izanik gizakiok arnastu ahalko ditugu.

## Errauskailuetako hondakinetan metalen presentzia

Errauskailuetako azterketa batek frogatu du, errautsetan agertzen den metalen edukia 10.000ppm-koa dela, gutxi gorabehera errauts guztien %1<sup>a</sup>. Kantitate handiagoak ere ager daitezke, ondorengo taulan ikus daitezkeen bezala:

*“Errauskailuetako errautsetan agertzen diren metalak”*

Metal	Concentración (ppm)
Antimonio	8,0
Arsénico	42,0
Bario	150
Berilio	<0,2
Cadmio	2,0
Cromo (hexavalente)	0,083
Cromo (total)	71,0
Cobre	13.800
Plomo	30,0
Mercurio	0,2
Níquel	190
Selenio	<1,0
Plata	0,4
Talio	2,0
Zinc	280
<b>Total</b>	<b>14.576,9</b>

Errautsetako metal hauetako asko, partikula txikietan egonik erraz lixibiatzeko moduan aurkitzen dira, jatorrizko hondakinek baina gainazal-azalera handiagoa dutelako.

Azterketa baten arabera, zeinetan errautsak simulaturiko lurperatze-egoera baten egoten diren, ondokoa aurkitu zen: filtraturiko uretan kobre, nikel, eta zinkaren edukimaila “nahiko altua” eta beste metalen maila detektagarriak agertzen ziren.

Normalean, kutsaduraren kontrolerako dispositiboaren isurkariak tratatu egiten dira. Metalak tratamendu honetatik sorturiko sedimentuetan pilatuko dira eta gainontzekoak uretara isuriko dira. Sedimentu hauek lurperatu egiten dira, ondorioz, lur-azpiko uretara filtratu daitezkeelarik.

Gas garrantzitsuenetakoak, dioxinak eta furanoak dira, oso egonkorak baitira eta ondorioz mendeak egon daitezke ingurugiroan, batez ere lurrazalean eta sedimentuetan.

### **Hondakin arriskutsuen errausketak duen eragina ingurugiroan eta giza osasuan:**

Errauskailuen emisioek toxizitate altuko eta ingurune biologikoetan metatzeko joera aurkezten duten produktu kutsagarri ugari aurkezten dituzte. Emisio hauek airez nahiz uraren bidez, erraztasun handiz garraiatuak izaten dira eta gero, lurzolan edota sedimentuetan metatzeko. Honen ondorioz, errauskailuek ingurune globalaren kutsatzean parte hartze zuzena aurkezten dute.

#### **Toxizitatea:**

Errauskailuetatik igortzen diren produktu kutsagarrien artean eragin okerrenak gauzatzen dituztenak bi dira nagusiki:

- dibenzodioxinak (PCDD)
- dibenzofuranoak (PCDF)

Produktu kimiko hauek minbizia eta mutazioak eragin ditzakete, bai eta herentziaz transmititu daitezken efektuak ere. Hala ere, konposatu hauek ez dute segurtasun tarterik aurkezten eta ondorioz, efektu hauek eragiten dituen produktuaren dosi txiki batek, mutazio edo gaixotasun bilakatu daitezken efektuak habian jar ditzake.

Dosi txiki hauen presentziak aurkez ditzaken eraginaz arduraturik, USEPA-k errauskailuen ixuri atmosferikoek gizakiarengan izan ditzaken eraginak direla eta ondorengo adierazpenak gauzatu ditu: *“norbanakoaren jarreraren gain, bai eta funtzio fisiologikoen gainean izan ditzaketen efektuak, beste edozein konposatu kutsagarriaren efektu ikuskor eta eraginkor bat gauzatzeko beharrezkoak diren dosiak baino dosi txikiagoekin lortzen direla ikusi da. Ondorioz, efektu txikien aurkikuntzak eragin esanguratsuak izan ditzake pertsona batengan, bai eta biztanleriaren osotasunean.”*

Hala ere, emisio hauen bitartez kanporatzen diren identifikatu gabeko hidrokarburoen %90-99ak ardura puntu bat aurkezten du, izan ere, ez dakite giza osasunarentzat arrisku bat suposatzen duten edo ez. Hori gutxi balitz, identifikatuak izan diren PIC (konbustio osatugabeko produktuak) horien inguruko datu toxikologikoak osatu gabeak dira eta ondorioz, eskeintzen duten informazioa antzua da.

Esan dugun bezela, emititzen diren produktuen gehiengoa ezezaguna da eta ondorioz, euren toxizitatea ere. Horrez gain, are gutxiago dakigu produktuen nahasteak zein eragin duen, eta horren arrazoi nagusia da, produktu guzti horiek aztertzeke diru eta inbestigazio asko behar direla.

#### **Dioxinak, furanoak eta beste karbono haluro konplexu batzuk:**

Dioxina eta furanoak, gizakiak sintetizatu dituen produktu kimiko toxikoenak ditugu eta hauek, konposatu ORGANOKLORATUEN taldea osatzen dute. Konposatu hauek, beste konposatu organikoei kloro atomo bat edo gehiago gehituz lortzen dira.

Bi konposatu hauek, errauskailuen emisioetan kanporatzen diren PIC konplexu halogenatuen baitako talde bat besterik ez diren arren, beste edozein konposatu baino aztertuagoa izan da zientifikoki, publikoki eta legalki. Horren arrazoia, beren ezaugarrietan aurkitzen da:

- Termikoki oso egonkorak dira eta ondorioz, urteak eman ditzakete edozein ingurunetan.
- Tenperatu altuetan deskonposatzen dira, nahiz eta egonkortasun termiko horregatik erreketan prozesuetan zaila suertatzen den hauen suntsipena lortzea. Gainera, konposatu kloratuak parte hartzen duten prozesu termikoetan, termodinamikoki faboratua dago hauen eraketa.
- Naturan ez dira aurkitzen eta ondorioz, izaki bizidunek ez dute garatu konposatu hauen metabolizatzeko eta destoxifikatzeko biderik.
- Lipofiloak dira, hau da, lipidoetan uretan baino solugarritasun handiagoa aurkezten dute eta horri esker, elikadura katean erraz sartzen dira organismoetan metatuz.

Jarraian, PCDD-en ezaugarri fisiko batzu ikusiko ditugu:

isomeroa	Irakite tenperatura(°C)	Bapore presioa(Pa)	Disolbagarritasuna uretan( $\mu\text{g/l}$ )20°Ctan
1-monoCDD	105	$1,2 \cdot 10^{-2}$	
2-monoCDD	89	$1,7 \cdot 10^{-2}$	
2,3-DiCDD	164	$3,9 \cdot 10^{-4}$	
2,8-DiCDD	151	$1,4 \cdot 10^{-4}$	
1,2,4-TriCDD	129	$1,0 \cdot 10^{-4}$	
2,3,7-TriCDD	163		
1,2,3,4-TCDD	190	$6,4 \cdot 10^{-6}$	
2,3,7,8-TCDD	305	$2,0 \cdot 10^{-7}$	0.019
1,2,3,7,8-PeCDD	241	$5,8 \cdot 10^{-8}$	
1,2,4,7,8-PeCDD	206	$7,8 \cdot 10^{-8}$	
1,2,3,4,7,8-HxCDD	275	$5,1 \cdot 10^{-9}$	0.004
1,2,3,6,7,8-HxCDD	286	$4,8 \cdot 10^{-9}$	
1,2,3,7,8,9-HxCDD	244	$6,5 \cdot 10^{-9}$	
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	265	$7,5 \cdot 10^{-10}$	0.002
OCDD	332	$1,0 \cdot 10^{-10}$	0.000074

Eraginak: PCDF eta PCDD konposatuen baitan kaltegarrienak 2,3,7,8 TCDD eta H<sub>x</sub>CDD nahasteak dira, izan ere, hauen dosiak txikiak izan arren oso eraginkorrak dira.

Konposatu hauek minbiziaren agerpena indartzen dute, jaiotzako defektuak, inhibizio immunologikoa, zailtasun neurologikoak, hazkunde garaiko eta jarrera zailtasunak, emankortasuna gutxitzea, e.a.... eragiten dute.

Hori gutxi balitz, TCDDak beste produktu batzuen efektuak indartzen edo potentziatzen ditu.

Hala ere, oso zaila zaigu determinatzea zeintzuk diren giza osasunaren gainean eragiten dituzten efektu zuzenak eta minbizian bukatzen dutenak, izan ere, TCDDa bai eta beste produktuak, beste produktu toxikoekin nahasturik gureganatzen ditugu.

Adibidea: Vietnango gerran izan ziren soldaduen artean buruturiko inbestigazio batek, erlazio estadistiko erabakigarriak finkatu ahal izan ditu erabilitako Agente Naranja herbizidaren, eta bere agente toxikoen (TCDD), eta hainbat gaixotasunen artean. Horien artean, linfoma tasa altua, sarkomak (minbizi

itxurakoak), azaleko arazoak, gibelaren baitako toxizitate altua eta metabolismoko arazoak.

Horrez gain, inbestigazio horren egileek, erlazio estadistiko esanguratsuak aurkitu dituzte herbizida honen eta Hodgkins gaixotasunaren artean, bai eta efektu neurologikoen artean ere. Honi gehitu behar zaio hazkundearen eta ugalketa aparatuen baitako malformazioak.

Beste konposatu aromatiko halogenatu batzuek ere TCDDaren antzeko eragina dutela suposatzen da. Konposatu horien artean PCDDaren baitako beste konposatu batzuk izango ditugu: PCDF, klorofenolak, klorobentzenoak, bifenil polikloratuak (PCB), e.a.... Hala ere, TCDDak gauzatzen dituen eraginak eta gaixotasunak sortzeko azken konposatu hauen dosi handiagoak behar ditugu.

Jarraian, dioxinen ondorio toxikoak jasoko ditugu zerrenda batean:

- Pisu galera eta anorexia
- Parametro hematikoen aldaketa: -hipoglizemia  
-kolesterol eta triglizerido kontzentrazioen igoera
- Aldaketa hepatoikoa: -induzio entzimatikoa  
-porfiria eta beste aldaketa funtzional batzuk  
-zelula parenkimalen nekrosia  
-hipertrofia eta hiperplasia parenkimala
- Azaleko eta gainontzeko edemak
- Azaleko aldaketak: -hiperpigmentazioa  
-azazkaleko aldaketak
- Urdaileko eta hesteetako epitelioaren hiperplasia eta hipertrofia
- Birrikietako eta sistema kardiakoko aldaketak
- Emankortasunaren gutxitzea
- Polineuropatia, muskuluen ahultzea, zentzumenen gutxitzea
- Inmunotoxizitatea: -inmunoeskasia  
-timoaren eta beste ehun limfatiko batzuen atrofiatzea

Konposatu hauek non agertzen dira?

- pestizidetan (DDT, lindano,..)
- plastikoetan (PVC, PVDC,..)
- disolbenteetan (CCl<sub>4</sub>,..)
- errefrigeratzaileetan (CFC, HCFC,...)

eta horrela 11.000 produktu ezberdin aipatu arte; beraz, konposatu hauek aurkezten dituzten produktuek sare nahiko zabal bat aurkezten digute.

- Iturri nagusiak: - hondakinen errauzkailuak
- paper fabrikak, papera txuritzeko Cl erabiltzean
  - PVCa ekoizten duten fabrikak

### **Karbono haluroen errauzketa eta hauen bidezko kutsaketa:**

Gaur egun, PCDD eta PCDF konposatuak airean, uretan eta lurrian sakabanatuak aurkitzen dira, nahiz eta jatorria ingurune horietatik oso urrun egon. Behin ingurunera sakabanatu ditugularik, bertan urteak iraun ditzakete euren toxizitatea mantenduz.

Horrez gain, PCDD, PCDF, PCB, klorobentzenoak, klorofenolak, e.a...ehun organikoetan atzeman dira eta EE.BBtako bistanle arrunt batek bere baitako ehun koipetsuetan 1178ppt dioxina eta furano garraiatuko ditu, non horietatik 6ppt TCDDari dagozkion.

Konposatu hauen eraginkortasuna aztertzeko, laborategian, kobaya batzuei 0.0006mg/kg TCCD eman zieten eta animalia hauen populazio erdia hil egin zela ikusi zuten.

$$\star 0.0006\text{mg/kg} \cdot 1\text{kg}/10^6\text{mg} = 6 \cdot 10^{-10} \rightarrow 0.06\text{ppt}$$

Batazbesteko kontuak eginik, herrialde industrializatu bateko herritar batek irensten diuen PCDD eta PCDF kantitateak 98pikogramo TCDD-ren eguneroko dosiaren baliokidea dugu eta honek, minbizia iazteko arriskua 1/10.000 artekoa izatera igotzen du. Gainera, adierazle hau EE.BBtan ezarritako kota edo mugaren gainetik aurkitzen da, 100 aldiz gutxi gorabehera.

### **PIC ez halogenatuak:**

Etanoa, metanoa, e.a... bezelako kate arrunteko hidrokarburoak toxizitate baxukoak direla esan dezakegu, beti ere TCDDaren aurrean. Bentzenoa, toluenoa, e.a... bezelako hidrokarburo arruntek, ordea, leuzemia, jaiotzako defektuak, odoleko gaisotasunak eta nerbio sistemaren gaineko efektuak eragin ditzakete. Eraztun kondentsatutun hidrokarburoei dagokienez, minbizia eragin dezakete.

Era berean, azido ftalikoaren esterren emisioek metabolismoaren baitako desegokitasunak, gibelaren eta giltzurrunen tamainuaren handitzea, bai eta minbizia eragin dezakete. Hori gutxi balitz, azken konposatu hauek espermaren dentsitatearen gutxitzea ere eragiten dute.

### **Metal astunak:**

Metal astunek giza osasunaren gainean hainbat efektu eragin ditzakete; efektu hilgarriak, arinak nahiz kronikoak.

Metalen artean arriskutsuenak kontsideratzen direnak kadmioa, kromoa, nikela, artsenikoa eta berilioa ditugu, baina metal arruntek ere arazoak sor ditzakete. Horren adibide dugu burdin oxidoaren lurrina, izan ere, minbizia eragiten omen du.

Goian izendatutako metalez gain, errauskailuen hondakinetan beruna, merkurioa eta zinka ere aurkitzen dira eta hauek, lesio neurologikoak bai eta birikietako arazoak eragiten dituzte gure baitan. Horrez gain, aipaturiko metal askok efektu toxiko bat aurkezten dute ugaltze sistemaren baitan eta horrela, gizon-emakumeen emankortasuna gutxitzea eragiten du.



### **Kutxatzaileen esposizio bideak eta ingurugiroa:**

Errauskailuek ixurtzen dituzten PIC eta metalak hemisferioaren barrena barreiatuak izaten dira eta behin airean, uretan edo lurlean sakabanaturik daudenean, produktu hauetako askok inguru biologikoetan metatzeko joera erakutsiko dute, euren izaera lipofiloa dela eta. Izaera hori dela eta, erraz sartzen dira elikadura katean eta honen zehar, kontzentratuagoak egiten joango dira. Biokontzentrazio honek, organismoetan kontzentrazio altuak sor ditzake, poluitzaileen propietate toxikoak indartu eta azalerratu egiten direlarik kate trofikoan gora egin hala.

Hortaz, produktu hauen kontzentrazio txikiak izan arren airean, uretan edo lurlean, aipatutako arrazoiegatik dosi eraginkorrak ager arazi ditzakete hainbat organismotan.

→ *ur inguruneko elikadura katearen bidezko eragina:*

Errauskailuek ixuritako gasen bai eta hondakinen ondorioz, ekosistema urtsuetan metal eta produktu toxikoen presentzia eta metatzea frogatua dago. Hori azaltzeko adibide bat aurkeztuko dugu:

“ arrain batzuek, bizi diren ingurunean aurkitzen den TCDD kantitatea baino 159.000 aldiz TCDD gehiago metatu dezakete. Ondorio gisa, arrai horren 250g jaten dituen pertsona batek eskuratuko duen TCDD dosia, 38.000 litro ur kutsatu edatearen baliokidea izango da”

Horrez gain, ekosistema hauetan karbono haluroen metaketa garrantzitsu bat ematen dela ikusi ahal izan da. Era berean, itsas organismoek hidrokarburo ez-halogenatuak metatzeko joera aurkezten dute eta konposatu hauen artean PAH eta ftalatoak aurkezten zaizkigu.

Hauetz gain, hainbat metal ere metatu daitezke arraien eta ur-inguruneko organismo ezberdinetan. Metal horietako bat merkurioa dugu eta herrialde industrializatu askotan errauskailuak dira merkurioa atmosferara ixurtzen duten iturri nagusiak. Hori dela eta, erreka nahiz laku batzuetan arrainek merkurio kantitate oso altuak metatzen dituzte euren baitan eta elikagai gisa erabiltzea eragotzi behar izan dute.

→ *uzta bidezko eragina:*

Produktu kutxagarri hauetako asko lurlean finkatze dira eta ondorioz, landareengatik xurgatuak izaten dira, nahiz eta atmosferan daudenak ere xurgatzen dituzten hoztoen bitartez. Produktu hauen eragina bortitzagoa da zati jangarria agerian duten landaretan eta hauek, produktu horien kontzentrazio altuagoak izango dituzte.

Hortik, barazkiak eta frutak garbitu behar izatea. Baina ondo garbitu arren ere, kutsatzaile hauen %15-50a bertan geratzen da.

Hala ere, dioxinak ez direnez uretan solugarriak, joera xumea aurkeztuko dute lurretik landareetara pasatzeko eta ondorioz, nagusiko atmosferatik xurgatuko dituzte.

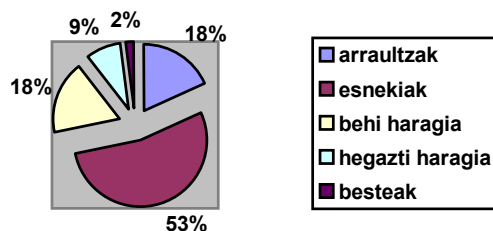
Horrez gain, gizakiok eskura ditzakegun dioxina eta furano kantitate totalaren %4a soilik datorkigu landareetatik.

Era berean, landareek PIC-ak xurga ditzaketela suposatzen da, bai eta landareen baitan PAH-ak bereganatzea ekarriko duen garraio aktiboaren mekanismoak existitzen direla. Honen inguruan eginiko azterketei esker, ondorioztatu ahal izan da gizakiak bereganatzen dituen PAH kantitate totalaren %46a laboreen bitartez bereganatzen dugula.

→ *Haragi, arraultza eta esneki bidezko eragina:*

Europar eta EE.BBtan esnekien irensketa kontsideratzen da PCDD eta PCDFak eskuratzeko iturri nagusia, non bide honekin arnasketa bidez baina 12 aldiz dosi altuagoak eskuratzen diren. Horren arrazoia da, dioxinek eta furanoek ehun lipidikoetan eta ondorioz, esnean, metatzeko duten ahalmena.

Horrez gain, Kanadan aurrera eramaniko ikerketa batean, ondorioztatu zen dioxinen %93.1a jakien bidezko irensketatik eskuratzen direla eta ikerkuntza berdinekin honek erakutsi du, animalia jatorria duten produktuek %98aren irensketan laguntzen dutela. Portzentai hauek banan banan aztertzen baditugu, dioxinen jatorri desberdinak eta euren portzentaiak ikusiko ditugu:



adibidea: suitzan ikusi da errauzkailuetatik gertu dauden larreetan bazkatzen duten behien esnea, gainontzeko behiek ematen dutenak baino 10 aldiz dioxina gehiago duela.

Horrez gain, metal astunak esnekietara ere pasa daitezke, baina hidrokarburo konplexuei dagozkien kontzentrazioak baina txikiagoak.

### **PCDD/PCDF-en banaketa ingurugiroan:**

→ *lurzoluak:* lurzoruetan aurkitzen diren PCDDak eta PCDFak atmosferaren bidez heltzen dira eta uretan disolbagarritasun txikia dutenez, lixibazioa oso zaila izango da. Erosioa, aldiz, garraio mekanismo garrantzitsuagoa eta azkarragoa izango da. Bestalde, degradazio mikrobiologikoa bezelako prozesuek ez dute eragin handiegirik aurkezten. Horrez gain, gainazalean fotolisia emango da nagusiki.

Dioxinak eta furanoak lurzoluetatik ezabatzeko metodo gisa ebaporaketa eta fotodegradazioa ere baditugu. Ebaporaketa nahiko prozesu geldoa dugu, izan ere, isomeroen bapore presioa txikia dugu. Ordea, fotodegradazioarako joera handiagoa aurkeztuko du gutxiago kloratuta dauden isomeroek, baina hala ere, H emaile baten aurrean erraz ematen den fenomeno da dugu.

→ *atmosfera:* konposatu hauek gehien bat erreketan prozesuen bidez, suspentsio partikuletan absorbiturik edo lurrin faseetan atmosferara askatuak izango dira.

Herrialde industrializatuetan poluitzaileak askatzen direnean, airearen bidez garraiatzen dira distantzia handietaraino eta lurreko leku hotzetan kondentsatzen dira nagusiki. Beraz, atmosfera konposatu hauen

garraiobide bihurtzen da, eta azkenik, ezarpenaren bidez lurzolueta eta uretan finkatuko dira.

PCDD/PCDF-en kontzentrazio totala aire eremu desberdinetan honako hauek izango dira:

- Nekazal eremuetan:  $< 2 \text{ pg/m}^3$  → 152,86 ppm
- Hirialdeetan:  $2-15 \text{ pg/m}^3$  → 152-1146,46 ppm
- Errauzkailu inguruetan:  $15-120 \text{ pg/m}^3$  → 1146,46-9200 ppm

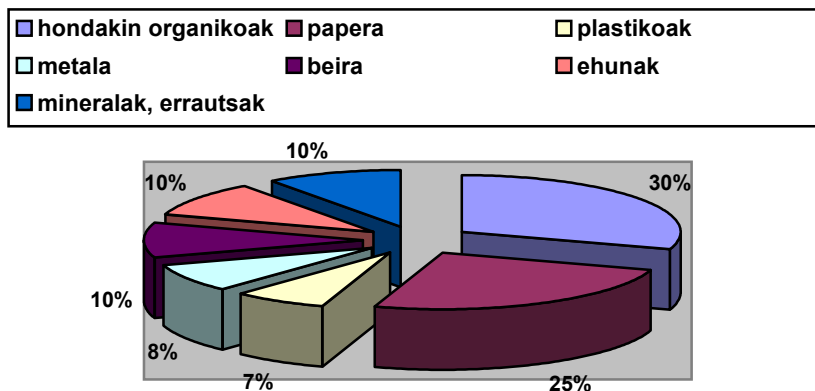
Dioxinak eta furanoak atmosferatik desagertzeko degradazio fotokimikoa emango da hemen ere.

→ *ura*: konposatu hauek behin uretan daudela, sedimentuetan eta suspentsio partikuletan ezartzeko joera handia aurkezten dute eta urrutira garraiatuak izaten dira.

## DATUAK:

### \* HHSen osaketa:

Jarraian, basurek euren baitan dituzten osagaien errepresentazioa egingo dugu eta bide batez, hauen bero ahalmenak zeintzuk diren:



Hiri hondakin solidoen berotze-ahalmen gordina (KJ/kg), osagaiz osagai:

Bataz besteko HHS-a	→	6300-9000
Papera	→	17000
Plastikoa	→	40000
Materia organikoa	→	4500
Beira, metalak, inerteia	→	500

### \* Errauskailuan sortzen diren hondakinak:

Kontuan izanik tratatzen duten basura kopurua 230.000/250.000 tona/urteko dela eta horretarako 8.000 ordu/urteko erabiltzen dituztela, jarraian kanporatzen dituzten hondakinen kantitateak adieraziko ditugu:

→ sarra (eskoriak) : hauek, sartu den kantitatearen % 20-25a osatzen dute, hau da:  
 → 46.000-57.500 tona/urte  
 → 5,75-7,1875 tona/h

→ errauts hegalariai : hauek, berriz, sartutakoaren %3-4a osatzen dute, hau da:  
 → 6.900-9.200 tona/urte  
 → 0,8625-1,15 tona/h

Errauts hauetan badira beste osagai batzuk, eta ondokoak ditugu:

\*Karea: %60 → 4.140-5.520 tona/urte  
 → 0,5175-0,69 tona/h

\*Zinka: %1,5 → 138-103,5 tona/urte  
 → 0,01725-0,013 tona/h

\*Beruna: %0,5 → 46-34,5 tona/urte  
 →  $5,75 \cdot 10^{-3}$ - $4,3125 \cdot 10^{-3}$  tona/h

\* **Kanporatzen diren gas kutsagarrien kopuruak:**

Orain arte ikusitakoaz gain, jarraian, kanporatzen dituzten gas kutsagarrien kantitateen inguruko azterketa bat egingo dugu, kontuan izanik kanporatzen diren gasen kopurua  $331,7 \text{ mg/Nm}^3$  dela:

* $\text{SO}_2 = 50 \text{ mg/Nm}^3$	→	%15,1
* $\text{CO} = 50 \text{ mg/Nm}^3$	→	%15,1
* $\text{HCl} = 10 \text{ mg/Nm}^3$	→	% 3
* $\text{HF} = 1 \text{ mg/Nm}^3$	→	% 0,3
* $\text{NO}_x = 200 \text{ mg/Nm}^3$	→	% 60,3
* Metalak = $0,5 \text{ mg/Nm}^3$	→	% 0,15
* $\text{Hg} = 0,05 \text{ mg/Nm}^3$	→	% 0,015
* $\text{Co, Ti} = 0,05 \text{ mg/Nm}^3$	→	% 0,015
* konposatu organiko hegazkorak = $10 \text{ mg/Nm}^3$	→	% 3
* partikulak = $10 \text{ mg/Nm}^3$	→	% 3
* PCDD eta PCDFak = $0,1 \text{ ng/Nm}^3$	→	% $3 \cdot 10^{-8}$

Portzentai hauek kontuan izanik, osagai hauen isuria zenbatekoa den kg/urte-tan jakin nahi dugu eta horretarako, lehenik,  $1\text{m}^3$ -tan dagoen airearen pisua zenbatekoa den determinatuko dugu:

$$V = 1\text{m}^3 = 1000\text{L}$$

$$T = 273\text{k}$$

eta gas idealen ekuazioa  $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$  delarik,  $n = 44,67$  mol aire izango ditugu. Bere baitako konposatuen portzentaiak kontuan izanik:

* %78,07 $\text{N}_2$	→	$n = 34,8745 \text{ mol}$	→	$m = 976,486\text{g } \text{N}_2$
* %20,95 $\text{O}_2$	→	$n = 9,3585 \text{ mol}$	→	$m = 299,472\text{g } \text{O}_2$
* %0,03 $\text{CO}_2$	→	$n = 13,401 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	→	$m = 0,5896\text{g } \text{CO}_2$
* %0,01 $\text{H}_2$	→	$n = 4,4671 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	→	$m = 9,023 \cdot 10^{-3}\text{g } \text{H}_2$
* %0,93 Ar	→	$n = 0,4154 \text{ mol}$	→	$m = 16,5944\text{g } \text{Ar}$
* %0,0018 Ne	→	$n = 8,0399 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	→	$m = 0,1608\text{g } \text{Ne}$

Beraz, hemen izango dugun airearen masa →  $m = 1293,3118\text{g}$  aire

eta hau jakinik, bai eta airearen emaria  $19 \cdot 10^3 \text{kg}$  aire/h dela, orduko kanporatzen den gasek izango duten bolumena ondokoa izango da:

$$\left. \begin{array}{l} 1,293\text{kg} \quad \rightarrow \quad 1\text{m}^3 \\ 19 \cdot 10^3\text{kg/h} \quad \rightarrow \quad x \end{array} \right\} \quad X = 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h}$$

beraz,

\*  $\text{SO}_2$  emaria =  $50 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 7,35 \cdot 10^5 \text{ mg } \text{SO}_2/\text{h} = \mathbf{5880 \text{ kg/urte}}$

\*  $\text{CO} = 50 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 7,35 \cdot 10^5 \text{ mg } \text{CO}/\text{h} = \mathbf{5880 \text{ kg/urte}}$

\*  $\text{HCl} = 10 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 146945 \text{ mg } \text{HCl}/\text{h} = \mathbf{1175,6 \text{ kg/urte}}$

- \* HF =  $1 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 14694,5 \text{ mg HF/h} = \mathbf{117,556 \text{ kg/urte}}$
- \* NO<sub>x</sub> =  $200 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 2,94 \cdot 10^6 \text{ mg NO}_x\text{/h} = \mathbf{23511,2 \text{ kg/urte}}$
- \* Metalak =  $0,5 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 7,35 \cdot 10^5 \text{ mg SO}_2\text{/h} = \mathbf{5880 \text{ kg/urte}}$
- \* Hg =  $0,05 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 7347,3 \text{ mg Hg/h} = \mathbf{58,78 \text{ kg/urte}}$
- \* Co,Ti =  $0,05 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 734,73 \text{ mg (Co,Ti)/h} = \mathbf{5,878 \text{ kg/urte}}$
- \* konposatu organiko hegazkorak =  $10 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 146945 \text{ mg konp.org./h} = \mathbf{1175,6 \text{ kg/urte}}$
- \* partikulak =  $10 \text{ mg/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 146945 \text{ mg part./h} = \mathbf{1175,6 \text{ kg/urte}}$
- \* PCDD eta PCDFak =  $0,1 \text{ ng/Nm}^3 \cdot 14694,5 \text{ m}^3\text{aire/h} = 1,47 \cdot 10^{-3} \text{ mg PCDD- PCDF /h} = \mathbf{1,18 \cdot 10^{-5} \text{ kg/urte}}$

**\* Errauskailu eta zementera arteko konparaketa:**

Emisio balio hauetako batzuk kontuan izanik, Lemoako zementeraren baitako osagai batzuen emisioekiko konparaketa bat egingo dugu jarraian:

$\text{NO}_x \rightarrow$  *Zabalgarbi:* 23511,2kg  $\text{NO}_x$ /urte askatze ditu eta erretzen dituzten zaborren kantitatea 250.000tona/urte denez, erretzen den zabor kilo bakoitzeko kanporatuko den  $\text{NO}_x$  kantiataea ondokoa izango dugu:

$$23511,2 \text{ (kg } \text{NO}_x\text{/urte)} / 250.000.000 \text{ (kg/urte)} = \underline{9,405 \cdot 10^{-5} \text{kg}}$$

*Zementera:*  $5,9 \cdot 10^5$  kg  $\text{NO}_x$ /urte askatzen ditu eta 1000kg/h erregai erretzen du. Beraz, erretzen duen erregai kilo bakoitzeko askatuko duen  $\text{NO}_x$ kantitatea ondokoa izango da:

$$5,9 \cdot 10^5 \text{ (kg } \text{NO}_x\text{/urte)} / 8.760.000 \text{ (kg/urte)} = \underline{0,06 \text{kg}}$$

$\text{SO}_2 \rightarrow$  *Zabalgarbi:* 5880kg  $\text{SO}_2$  /urte askatzen ditu eta 250.000tona/urte zabor erretzen duenez, erretzen den zabor kilo bakoitzeko askatzen den  $\text{SO}_2$  kantitatea ondokoa dugu:

$$5880 \text{ (kg } \text{SO}_2\text{ /urte)} / 250.000.000 \text{ (kg/urte)} = \underline{2,352 \cdot 10^{-5} \text{kg}}$$

*Zementera:* 3683,97kg  $\text{SO}_2$  /urte askatzen ditu eta 1000kg/h zabor erretzen duenez, erretzen den zabor kilo bakoitzeko askatzen den  $\text{SO}_2$  kantitatea ondokoa dugu:

$$3683,97 \text{ (kg } \text{SO}_2\text{ /urte)} / 8.760.000 \text{ (kg/urte)} = \underline{4,205 \cdot 10^{-4} \text{kg}}$$

**Ondorioa:**  $\text{NO}_x$  –eri dagokionez, zementerak 1.000 aldiz gehiago askatzen du eta  $\text{SO}_2$ -ri dagokionez, 20 aldiz handiagoa da zementeraren kasuan. Eragin hau tenperaturaren ondorio zuzena da, izan ere, zementeretan gutxi gora behera  $1.200^\circ\text{C}$ -eko tenperatura erabiltzen duten bitartean erraustegietan  $600^\circ\text{C}$ -takoa erabiltzen dute.

\* **Zabalgarbiko energiaren jatorria:**

Guzti hau ikusirik, jarraian Zabalgarbin lortzen den energiaren inguruko kalkulo batzuk gauzatuko ditugu ondokoa jakinik;

erretzen diren hondakinen kopurua  $\rightarrow 230 \cdot 10^6$  kg/urte dela eta kilo bakoitzeko lortzen den energia  $\rightarrow 8500$  KJ/kg dela

$$230 \cdot 10^6 \text{ kg/urte} \times 8500 \text{ KJ/kg} = 1,955 \cdot 10^{12} \text{ KJ/urte lortuko ditugu}$$

Energi kimiko hau elektrizitate bihurtzean Carnot-en etekina beteko da, non  $\eta = \%40$  den eta horrela, lortuko dugun energia elektrikoa ondokoa izango da

$$1,955 \cdot 10^{12} \text{ KJ/urte} \times 0,4 = 780 \cdot 10^9 \text{ KJ/urte} \rightarrow \mathbf{217 \cdot 10^6 \text{ Kw.h/urte}}$$

Hala ere, Zabalgarbiren produkzio elektrikoa  $730\text{-}760 \cdot 10^6$  Kw.h/urte-koa dugu eta basuren erreketatik lortuko genukeen produkzio elektrikoa lehenxeago lorturiko  $217 \cdot 10^6$  Kw.h/urte dela kontuan izanik, ondorioztatzen dugu gainontzeko elektrizitatea gas naturalaren erreketatik lortzen dela. Kantitate hori ondokoa dugu:

$$760 \cdot 10^6 \text{ Kw.h/urte} - 217 \cdot 10^6 \text{ Kw.h/urte} = \mathbf{543 \cdot 10^6 \text{ Kw.h/urte}} \rightarrow 1,9548 \cdot 10^{15} \text{ J/urte}$$

Datu hau jakinik, bai eta metanoaren erreketaren prozesuari dagokion konbustio entalpia, Zabalgarbik erabiltzen duen gas naturalaren kantitatea determinatu ahal izango dugu



$$\begin{array}{l} \text{Beraz: } 1 \text{ mol errez} \rightarrow 890.000 \text{ J} \\ \quad \quad \quad \times \quad \quad \rightarrow 1,9548 \cdot 10^{15} \text{ J/urte} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 1 \text{ mol errez} \\ \times \end{array}} \right\} x = 2,196 \cdot 10^9 \text{ mol CH}_4$$

eta metanoaren  $P_M = 16,04$  g/mol delarik, erabiltzen duten metano kantitatea ondokoa izango da:

$$\mathbf{m(\text{CH}_4) = 3,523 \cdot 10^4 \text{ tona/ urte}}$$

Hau kontuan izanik, RSUek erabiltzen diren erregaien  $\%33$ a osatzen dute eta gainontzeko  $\%66$ a, berriz, erregai fosilek.



## **HIZTEGITXOA:**

- \***PIC**: Konbustio osatu gabeko produktiak
- \***ED**: Destrukzio eta eliminazio efizientzia
- \***PCOP**: Arriskutsuak diren konposatu organikoak
- \***THC**: Hidrokarbono totalak
- \***PCD**: Kutsaduraren kontrolerako dispositiboak
- \***PCDD**: Dibentzodioxinak
- \***PCDF**: Dibentzofuranoak
- \***TCDD**: tetraklorodibentzodioxina
- \***PAH**: Hidrokarburo aromatiko polinuklearrak
- \***USEPA**: Ingurugiroaren zaitzarako agentzia amerikarra

## **BIBLIOGRAFIA:**

- \* [www.zientzia.net](http://www.zientzia.net)
- \* [www.greenpeace.es](http://www.greenpeace.es)
- \* greenpeace-en errauskailuei buruzko txostena
- \* zabalgarbik emaniko txostentxoak
- \* ekologistak martxan (2000/2001 neguko informea)
- \* Ingurumena EAEn; 2001urteko diagnostikoa(eusko jaurlaritzako ingurumen saila)
- \* Medio ambiente: Prevencion y control de RSU(Fundacion BBV Documenta,1998)