

INGURUGIRO TEKNOLOGIA

Luis M.Camarero Estela

Arritokieta Ortuzar Iragorri

Natalia Villota Salazar

OCW 2013

2. KUTSATZAILE ATMOSFERIKOAK I: OINARRIZKO KONTZEPTUAK, MOTAK ETA ITURRIAK

- 2.1. Sarrera
- 2.2. Kutsatzaile atmosferikoen sailkapena
- 2.3. Kutsadura atmosferikoaren iturriak
 - 2.2.1. Iturri naturalak
 - 2.2.2. Nekazal iturriak
 - 2.2.3. Zerbitzu eta etxeetako iturriak
 - 2.2.4. Garraioarekin erlazionatutako iturriak
 - 2.2.5. Iturri industrialak
- 2.4. Kutsatzaile atmosferikoak
 - 2.4.1. Materia partikuletan
 - 2.4.2. Sufre oxidoak
 - 2.4.3. Karbono oxidoak
 - 2.4.4. Nitrogeno oxidoak
 - 2.4.5. Konposatu organiko lurrunkorrak
 - 2.4.6. Beruna

2. 1. Sarrera

- Atmosfera Lurra inguratu eta berarekin indar grabitatorioari esker loturik dagoen geruza gaseosoa da. Planetaren kontinente eta ozeanoetatik 1000 km -tik gorako altuerara hedatzen da.

- Atmosferaren dentsitatea P atmosferikoa txikitzen doan heinean, altuerarekin txikitzen da

- Lehenengo 5 km-tan bere masa osoaren erdia biltzen da

2.1. Sarrera

- ❑ Atmosferaren konposizioa eta tenperatura altuerarekin aldatzen da
- ❑ Behealdeko atmosfera aire lehor eta ur lurrunarekin konposatuta dagoela kontsidera daiteke.
- ❑ Aire lehorrak gas idealen ekuazio jarraitzen du: $PV = nRT$
- ❑ Ur lurrun gehiena beheko 5 km-tan dago.
- ❑ Ur lurrunaren kontzentrazioa atmosferan aldakorra da eta %4 (v/v)-ra heldu daiteke
- ❑ Euri moduan jauzi daitekeen ura atmosferako edozein zutabetan dagoen ur lurrunaren bezainbestekoa da (kg/m^2)
- ❑ Atmosferan partikulak ere badaude

2.1. Sarrera

Troposferako aire lehorraren konposizioa

Osagaia	Formula	Bolumenean portzentaia
Nitrogeno	N ₂	78.08
Oxigeno	O ₂	20.95
Argoia	Ar	0.93
Anhidrido karbonikoa	CO ₂	0.035
Neoa	Ne	0.0018
Helioa	He	0.0005
Metano	CH ₄	0.00017
Kriptoia	Kr	0.00011
Oxido nitrosoa	N ₂ O	0.00003
Hidrogenoa	H ₂	0.00005
Ozonoa	O ₃	0.000004

2.1. Sarrera

Kutsadura atmosferikoa: Atmosferan sustantzi eta energiaren presentzia kantitate eta iraunkortasunean horrenbestekoa da non giza osasunari kalte egiten dion, ziklo biogeokimikoekin interferitzen duen, animalia eta landareei, temperatura eta klimari eta eraikuntza, objektu edo gizakiek egindako eraikuntzei eragiten dien gizakiaren aktibitate eta ongizate mailak murriztuz. Hau da, bizitzaren gain ondorioak izanik.

Kutsatzaile atmosferikoen kontzentrazioa hurrengo moduan adieratzen da:

- Masa /bolumena: mg/m^3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (P eta T adierazi behar da); mg/Nm^3
- Bolumen/Bolumen: %, ppm (edo ppmv), ppb

1% = kutsatzaile bolumen bat/aire 100 bolumen

1 ppm kutsatzaile bolumen bat/ aire 10^6 bolumen

1 ppb = kutsatzaile bolumen bat/aire 10^9 bolumen

m/v unitatetatik v/v unitatetara pasatzeko (edo alderantziz) gas idealen ekuazioa erabiltzen da: $PV = nRT$

2.1. Sarrera

Ingurumeneko airearen kalitatearen kontrolerako hiru aukera daude:

1. **Kutsaduraren prebentzioa:** prozedura edo lehengaien aldaketaren bitartez emisioak murriztu.
2. **Kutsaduraren kontrolerako gailua korrontean:** kutsatutako isurien tratamendua kutsatzaileak atera edo deuseztatzeko
3. **Dispertsioa hobetu:** kutsatzaileen diluzioa

2.2. Kutsatzaile atmosferikoen sailkapena

- Bere jatorriaren arabera
 - **Naturala:** sumendiak, prozedura biologikoak
 - **Antropogenikoak**
 - Foku
 - **Finkoak**
 - **Mugikorrak**

- Bere naturaren arabera
 - **Kimikoak:** SO_x , NO_x , CO ...
 - **Fisikoak:** termikoa, akustikoa, irradiazioak...
 - **Biologikoak:** jatorri biologikoa duten kutsatzaileak

2.2. Kutsatzaile atmosferikoen sailkapena

Airea esterila ez egotea normala da. Kutsadura biologikoa daukagula kontsideratzen da aireak naturan edo gizakiaren bizimoduan inpaktua sortarazi dezakeen izakiri biologikodunen bat duenean.

Jatorria: - Industria bioteknologikoa

- Nekazal ekoizpena (ureztapena, entsilatuak, konposta, biokontrola)
- Aire girotu sistemak (*legionella*)
- Araztegiak
- Ingenieria genetikoa
- Ikerketa edo osasun laborategiak
- Guda biologikoa (ej. Antrax)

2.2. Kutsatzaile atmosferikoen sailkapena

- Bere egoera fisikoaren arabera

Gas eta lurrinak

Partikulak (S/L)

Gas inorganikoak	Lurrin organikoak	Hautsak	Kea	Aerosolak
SO ₂ CO CO ₂ NO NO ₂ H ₂ S NH ₃ H ₂ O	HC alifatikoak HC aromatikokoak Aldehidos Zetonak Alkoholak Ozonidoak Peroxidoak Merkaptanoak	Silizea Oxido metalikoak SO ₄ Ca Zementoa Errautsak Asfalto a	Carbón HAP	CINa Fe ₂ O ₃ Fluoruroak Sulfatoak Nitratoak Alkitrana

2.2. Kutsatzaile atmosferikoen sailkapena

- Bere eraketaren arabera

- **Primarioa**: vertatmosferara dagoen moduan isurita (CO , SO_2 , partikulak, KOHak...)
- **Sekundarioa**: kutsatzaile primarioek jasaten duten eraldaketa kimiko eta fotokimikoen ondorioz sortzen dira (NO_2 , O_3 ...)

Mota	Kutsatzaile primarioa	Kutsatzaile sekundarioa
S konposatuak N konposatuak C -ren konposatu organikoak C oxidoak Halogenoen konposatuak	SO_2 NO , NH_3 C1-C7 konposatuak CO , CO_2 HF, HCl	SO_3 , H_2SO_4 NO_2 Aldehidoak, zetonak, azidoak

2.2. Kutsadura atmosferiko iturriak

2.2.1. Iturri naturalak

- Esporak (fiebre del heno), polena (alergiak)...
- Sumendiak Adb. 1980. urtean santa Elena sumendiak EEUU eta Kanadan giza ekintzek igorritako solido kantitate baino kopurua handiagoa bota zuen ;2010 Islandiako sumendia
- Haizeak daramatzen hautsa eta are partikulak
- Basoetako suteek: partikulak, CO, CO₂...

2.2.2. Nekazal iturriak

- Pentsuak (partikulak $< 5 \mu\text{m}$)
- Kotoi edo zereal partikulak (arnasketarako arazoak)
- Hondar fekalen metaketagatik sortarazitako NH_3 eta usain txarrak. Gainera, amoniakoa ongarrri moduan erabiltzen da (langileen ongizatearentzat arriskuak)
- Hausnarkarien ukuiluratzea eta hondar fekalen metaketagatik metanoa.
- Berotze, garraio eta hondar erreketak dela eta CO_2 , CO eta NO_x
- Plagizidak (Adb. NY-n titietako minbizia plagizida baten degradazioaren erlazionatzen duen estudioa)

2.2.3. Etxeetiko eta zerbitzuetako iturriak

- Berogailuak: CO, CO₂, NO_x, SO_x, kedarra (erabilitako erregaiaren araberakoa)
- Sukaldea: grasak, partikulak, usainak...
- Garbiketa eta pinturak: disolbatzaileak, sprayetako gasak partikulak...
- Hondar solidoen eliminazioa dela eta usain eta gasak s

2.2.4. Garraioarekin erlazioatutako iturriak

- Garraio sektoreak sortarazten du $\left\{ \begin{array}{l} \sim 1/2 \text{ NO}_x \\ \sim 1/3 \text{ KOL} \\ > 2/3 \text{ CO} \end{array} \right.$
- CO eta KOL osatugabeko erreketaren produktuak dira
- T altuengatik dela eta airean oxidatutako N-tik dator NO_x gehiena
- Pb-k oktanajea handitzen du (UE-n 2000-tik ezin da erabili)
- Motorrak efikazia handiago eta kutsadura gutxiagorekin diseinatu
- Erregaia, diseinua, aire/erregaia erlazioa, gidatzeko era etab-
k eragina dute...

2.2.5. Iturri industrialak

- Era askotako kutsatzaileak
- Adibideak:

NO_x; zentral termikoak, ongarriak, lehergaiak...

SO₂; zentral termikoak, sulfuratutako mineralen finketa, petrolio findegiak...

SH₂; papera, gas naturala, petrolio findegiak, zuntz sintetikoak...

CO; metalurgia, zentral termikoak...

KOL; petrolio, gas naturala, pinturak, plastikoak, industria kimikoak...

Partikulak; pinturak, estaldurak, isolatzaileak, arropa, termikoak, mehatzea, elikagaiak....

2.3. Kutsatzaile atmosferikoak

- Hiri zonalde guztietan egon ohi diren kutsatzaileak erreferentziazkotzat jotzen dira : **CO**, **NO₂**, **O₃**, **SO₂**, **PM-10** eta **Pb**

COMPONENTES	AIRE LIMPIO	AIRE CONTAMINADO
SO ₂	0.001-0.01 PPM	0.02-2 PPM
CO ₂	310-330 PPM	350-700 PPM
CO	MENOR DE 1PPM	5-200 PPM
NO ₂	0.001-0.01 PPM	0.01-0.5 PPM
HIDROCARBUROS	1 PPM	1-20 PPM
PARTICULAS	10-20 µG/M ³	70-700 µG/M ³

- Hauetaz gain badira industria bakoitzaren propioak diren beste kutsatzaile asko

2.3. Kutsatzaile atmosferikoak

Emisio eta aire kalitaterako erreferentzi garrantzitsuenak honako hauek dira:

OMS - Europarako aire kalitateak

TA, Luft - kalitate kontrolerako instrukzio teknikoak, Alemania

Europar batasunaren zuzentaraua

USEPA - Aire Kalitatearen estandar nazionalak

2.3.1. Partikulatutako materia

- ✓ Oso konposizio eta tamaina ezberdinak
- ✓ Solido/likidoak (aerosola)
- ✓ Arazo nagusia 0.5-10 μm (arnastu daitezke)
- ✓ PM-10 "10 μm -tako tamaina aerodinamikoarekin ebakiduraren %50-eko efikaziarekin tamaina selektiboko kabezal batetatik pasatzen diren partikulak " (30/1999/CE zuzentaraua) ; PM-2.5
- ✓ Bere natura eta tamainagatik kaltegarriak : asbestoak (oso kantzerigenoak diren silikato naturalak)
- ✓ Birikak kaltetu eta gaixotasun kardiobaskular eta arnasarenak larritzen dituzte.
- ✓ Molekula organiko toxikoen adsorzioa (konposatu aromatikoak)
- ✓ Aerosol azidoak (SO_2 -rekin efektu sinergikoa)

2.3.1. Partikulatutako materia

- **Iturri nagusiak:** ibilgailuen trafikoa, zentral termikoak, prozedura industrialak, nekazaritza, etxeetako erreketak, errauskailu industrialak, eraiketa

- Igorpen gehienak iturri finkoen ondorio dira

2.3.2. Sufre oxidoak

- ✓ Erregai fosilen erreketaren bitartez askatzen dira SO_2 moduan (airea baino dentsoagoa den kolore gabeko gasa, uretan oso disolbagarria)
- ✓ Ikatza (%1-6) > petrolioa > gas naturala
- ✓ Birikitarako narritagarria, baina materia partikulatuarekin konbinatuta larriagoa: aerosol azidoa (Londres 1952, 4000 heriotza)
- ✓ $SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow$ euri azidoa/ hauspeatze azidoa

2.3.2. Sufre oxidoak

Iturri nagusiak: erregaien erreketak iturri geldikorretan (zentral termikoak), zementutegiak, petrolio findegiak, industria metalurgikoa, industria kimikoa eta garraioa

Emisio gehienak iturri finkoen ondorio dira

2.3.2. Sufre oxidoak

Badira erregai fosilen errekuntzaren ondorioz sortarazitako SO_2 emisioak murrizteko hiru alternatiba:

- A. Sufre gutxi duen erregai batetara aldatzea
- B. Desulfurizatutako erregaien erabilera
- C. Erreketaren gasak desulfurizatzeke metodoak erabiltzea:

Egin daitekenean alternatiba ximpleena da:

- Gas naturalakin beste erregaiak ordezkatu
- Sufre edukin handia (2%) duten olio hondarrak sufre gutxiago (1%) duten olioekin ordezkatu. Hau sufre gutxi duen petrolio gordinarekin olio hondarrak nahastuz lortuko da.
- Sufre edukin handia (<3%) duten ikatzak sufre gutxiago (<1%) duten ikatzekin ordezkatu

Askoatan ez da erreza izaten interes politiko, ekonomiko eta sozialak direla eta.

2.3.2. Sufre oxidoak

Erregaien desulfurizazioa erabili aurretik S-a kentzean datza.

1) Ikatzaren desulfurizazioa:

- Sufre inorganikoaren (FeS_2) eliminazioa: Ikatza birrintzen da pirita partikulak libre geratzen delarik eta dentsitate ezberdinak direla eta banadu daitezke. Urarekin garbituz sufreaken herena gutxigorabehera eliminatu daiteke.
- Sufre organikoaren eliminazioa: Prozedura kimiko nahasiago eta garestiagoak behar dira. Adb. Gasifikazioa

2) Petrolioaren desulfurizazioa:

- Diesel edo gasolina lortzeko erabiltzen den erregaia sufre gehiegi daukanean hidrosulfurazio katalitikoaren bitartez kentzen da (legeak sufre maximo bat exigitzen du)



- Nahastea hoztu eta HC-a kondentsatzen da
- Hondar gas bat lortzen da ($\text{H}_2 + \text{H}_2\text{S}$). H_2S disoluzio alkalino baten adsorzioaren bitartez eliminatu daiteke.

2.3.3. Karbono oxidoak

Karbono dioxidoa

- ✓ Kolore gabekoa, usainik gabekoa, ez da toxikoa eta airea baino dentsuagoa
- ✓ Atmosferan bere kontzentrazioa handitzen ari da (beroketa globala)

CO₂ handitzearen kausa nagusiak

- Erregai fosilen erreketak (litosferatik → atmosferara)
- Basoen erreketak eta galera (biosfera → atmosfera eta landareen harrapaketa jaisten da)

Industrializatutako herrialdetan bizi den pertsona bakoitza urtean 5000 kg CO₂ igorpenaren arduraduna da

2.3.3. Karbono oxidoak

Karbono monoxidoa

- ✓ Erreketa osatu gabeetatik dator gehienbat
- ✓ Kolore gabekoa, usainik gabekoa, zapore gabekoa eta airea baino utasun gutxiagokoa
- ✓ Gas itogarria, burmuinari eta bihotzari eragiten diona
- ✓ **Iturri nagusiak:** ibilgailuen trafikoa (77%) eta znetral termikoak

2.3.4. Nitrogeno oxidoak

- ✓ NO eta NO₂ dira nitrogeno oxido arruntenak
- ✓ Bi errekuntzetatik eratzen dira nagusiki: Aireko N₂-ren oxidazio tenperatura altuetan eta erregaien parte den N-ren oxidazioa (ikatzetan %3). Gehiena NO moduan dago.
- ✓ NO kolore gabeko gasa, ez da toxikoa eta NO₂-ra oxidatzen da
- ✓ NO₂ gas horia, biriketarako narritagarria, bronkitisa eta pulmonia sortarazi ditzake eta arnas infekzioen aurreko defentsak jeisten ditu.
- ✓ Gainera NO₂ euri azido eta smog fotokimikoaren kausanteetariko bat da

2.3.4. Nitrogeno oxidoak

Iturri nagusia: erregai kontsumoa (>90%) iturri mugikor eta geldoetan (antzekoa bietan)

Beste iturri batzuk : azido nitrikoaren ekoizpena eta erabilpena (zenbait prozedura industrialetan eta nekazaritzan)

2.3.4. Nitrogeno oxidoak

Erreketetan N_2 atmosferikotik NO_x sorkuntza minimizatzeko operazio baldintzak zuzenak ezarriz NO_x igorpenak kontrolatzeko ahaleginak egin daitezke

NO_x sorkuntzarako aproposak diren parametroak :

- ✓ Temperatura
- ✓ Denbora
- ✓ Oxigeno kontzentrazioa

- Erretzailearen konfigurazio zuzena
- Erreketa gasen rezirkulazioa (gas gehigarriak T eta oxigeno kontzentrazioa murrizten du)
- Etapen bitarteko erreketak (oxigeno kontzentrazio txikiagoa eta T txikiagoa)

Nahiz eta prebentzio neurriak erabili, NO_x eratzen da (\sim %50 murrizten da) eta kasu askotan tratamendua behar da (ad. Neurri zuzentzaileak erabili eta gero behira eta zementu industrian $\sim 1000 \text{ mg/Nm}^3$)

2.3.5. Konposatu organiko lurrunkorrak

- ✓ konposatu organiko lurrunkorrak (KOL-k) ez dira erreferentziako kutsatzaileen artean sartzen, aldiz bere presentzia hiriguneetan ere ohikoa da.
- ✓ KOL-ak karbonoa eta lurrun presio altua duten solido edo likidoak dira (> 0.1 mm Hg inguru tenperaturan)
- ✓ 12 atomo C baino gutxiago duten gehienak dira KOL-k: pentano, hexano, bentzeno, tolueno, butanol, azetona, dietil eter, metil azetato...
- ✓ KOL diren hidrokarburoek bakarrik H eta C-a dute. Ugariena metanoa da.

2.3.5. Konposatu organiko lurrunkorrak

KOL-k ingurumenarentzat txarra dira hurrengo arrazoiengatik:

- ✓ Batzuk toxiko eta kantzerigenoak dira (ad aldehidoak, bentzeno, hidrokarburo aromatiko poliziklikoak...)
- ✓ Batzuk usain txarra sortarazten dute (ad. Sufre konposatuak)
- ✓ Batzuk beroketa globalean parte hartzen dute (ad. metanoa)
- ✓ Smog fotokimikoan parte hartzen dute

KOL-k + NO_x + eguzkiko argia



Oxidatzaile fotokimikoak: ozonoa, formaldehidoa, peroxiateziloko nitratoa...

(arnasteko arazoak, begien irritazioa, material eta landaretan kalteak)

2.3.5. Konposatu organiko lurrunkorrak

Zenbait KOL kantzerigenoak:

Formaldehidoa:

- Kontzentrazio txikitan (0.1 ppm) begi eta biriketan narritadura sortarazten duen oso molekula erreaktibo
- Erabilera asko du: garrizaillea...
- Atmosferara modu ugarienean igorritako kutsatzailea da

Bentzenoa:

- EEBB-tan gehien produzitzen direneko 20 sustantzien artean dago
- Industria askotan erabiltzen da, estireno eta fenol ekoizpenerako gehienbat eta gasolinei ere gehitzen zaio (trafikoa dela eta du populazioak bentzenoarekiko esposizio handiena)

Hidrokarburo aromatiko poliziklikoak (PAH)

- Erreketean azpiproduktu moduan eratzen dira (ad. bentzopirenoa)
- Iturri nagusiak diesel motorrak, ikatz erreketak eta basoen erreketak dira.

2.3.5. Konposatu organiko lurrunkorrak

Gehienetan ez dira korrante jarraietan topatzen baizik eta puntualki igortzen dira. Honek tratamendua oztopatzen du.

Iturri nagusiak: garraioa eta disolbatzaileen erabilera (~80)

Beste iturri batzuk:

- zuntzen moldaketa prozedurak (tetrakloroetileno),
- hidrokarburo tankeen aireztapena
- metalei koipea kendu
- elikagai industria
- industria petrokimikoa
- plastiko ekoizpena

2.3.5. Konposatu organiko lurrunkorrak

Efluyenteak tratatu baino emisioak ekiditzea da beti hobe.

Bi modu dira posible:

1) Meta bera lortzeko balio duten sustantzia edo prozedurak ordezkatu

Adb:

- pinturak, estaltzeak eta olio- oinarria duten tintak ur- oinarria duten beste batzuegatik ordezkatzearik
- motor-erregai bezala gasolina propanoarekin edo gas naturalarekin ordezkatzearik
- auto elektrikoa erabili

2) Fugen kontrola

KOL duten tankeetako aireztapen sistemetan adibidez fugak murriztu daitezke:

- aireztapenean presio-desberdintasunak txikiak diren bitartean itxita dagoen balbula jarritz
- teilatu flotatzailean tankeak erabiliz

2.3.6. Beruna

- ✓ 1986a baino lehen berunaren %80-90 beruna zuten gasolina emisiotik (tetraetilplomo-arekin) zetorren
- ✓ Arazo hau AEBen eta EBa gutxitu zen berunadun gasolinaren erabileraren galerazpenagatik (2000etik debekatuta), nahiz eta oraindik munduko herri askotan erabiltzen jarraitu
- ✓ Beruna inhala edo, behin depositatuta, ura edo elikagaen bidez hartu ahal daitezkeen $3 \mu\text{m}$ -eko baino txikiago diren partikula ez-organiko etan igortzen da atmosferara
- ✓ Beruna biometagarria da eta nerbio-sistemari eragiten dio batez ere, fetu eta umeetan bereziki

2.3.6. Beruna

Iturri nagusia: beruna duen gasolina oraindik erabiltzen den herrialdetan garraioa da iturri nagusia

EB-tan beruna zuten gasolinen eliminazioa odoletako berun batzbesteko kontzentrazioa 16-tatik $3 \mu\text{g/dL}$ -tara murriztu zuen

Beruna atmosferara igortzen duten beste iturri batzuk: mehatzak, galdategia eta berun prozesatze eta hondar errausketa