

# INGURUGIRO TEKNOLOGIA

Luis M. Camarero Estela

M. Arritokieta Ortuzar Irigorri

Natalia Villota Salazar

OCW 2013

## **17. HIRI HONDAKIN SOLIDOAK I: EZAUGARRIAK, KUDEAKETA ETA BIRZIKLAPENA**

### **17.1. TRATAMENDU BIOLOGIKOAK**

17.1.1. AEROBIOA: KONPOSTAKETA

17.1.2. ANAEROBIOA: METANIZAZIOA

17.1.3. BI FASETAKO METODO ANAEROBIO ETA AEROBIOAK

### **17.2. TRATAMENDU TERMIKOAK**

17.2.1. ERRAUSKETA

17.2.2. PIROLISIA

17.2.3. GASIFIKAZIOA

### **17.3. KONTROLATUTAKO ISURIAK**

17.3.1. KOKAGUNEAREN AUKERA ETA ZABALKUNTZA

17.3.2. ZIGILATZEKO SISTEMAK ETA LISIBIATUEN BILKETA

17.3.3. ESTALTZEKO ETA BIOGASA BILTZEKO SISTEMAK

17.3.4. OPERAZIO ETA KONTROLA

- Hiri hondakin solidoak botatzea ikuspuntu ekonomikotik aukera merkeena da, baina ingurumenarekiko inpaktu gehien duena da.
- Konpostaketak, biometanizazioak, mekaniko-biologiko tratamendu plantak eta balorazio energetikoa, aldiz, ingurumenarekiko inpaktu gutxiago duten aukerak izanik, koste ekonomiko altuagoa dute bere tratamendu prozesuen konplexutasuna dela eta

- Adibidez Alemanian 2005. urtetik hiri hondakin solidoak aurre tratamendurik gabe botatzea debekatuta dago. Bertan ia hondakin denak birziklatuak, konpostatuak edo energetikoki baloratuak dira.
- Espainian hondakinen %60 a hondakindegira eramaten da.
- Europar legeria hondakindegien erabileraren gainean gero eta zorrotzagoa izateko joera du. Botatzearen prezioaren igoerak beste kudeaketa mota batzuk bultzatuko lituzke eta hondakindegiekiko dependentzia murrizteko aurrera pausu bat litzateke.

## 17.1. TRATAMENDU BIOLOGIKOAK

- Hiri hondakin solidoen zati organikoari aplikatu daitezke. Zati organikoa aldez aurretik banandua izan behar du.
- Zati organiko hau neurri handi batean elikagaien hondar eta lorezaintza eta inausketetatiko hondakinez osatua dago.
- Zati organiko hau modu biologikoan tratatuta izan daiteke:

-KONPOSTAKETA

-BIOMETANIZAZIOA

### 17.1.1. AEROBIOA: KONPOSTAKETA

- Hiri hondakin solidoen zati organiko biodegradagarria material organiko egonkor batean eraldatzean datza
- Material hau landareentzako substratu moduan erabili daiteke (lorenzaintza, nekazaritza, lurzoruen medeatzea)
- Eraldaketa prozesu biologiko aerobioa da eta ura eta elikagaiak behar ditu



- Hiri hondakin solidoen kasuan hartzigarriak ez diren hondakinen (plastikoak, metalak...) aurre-banaketa beharrezkoa da.
- Eragozpenak:
  - banaketaren kostea
  - konpostean degradaezinak diren elementuak, metal astunak, patogenoen... presentzia

## **KONPOSTAKETA PROZEDURA BATEAN HIRU FASE BEREIZTU DAITEZKE**

### **1. SORTASUN ETA HAZTE FASEA**

- Mikroorganismoek bere inguru berrira aklimatatzeko eta ugaltzen hasteko behar duten denbora
- $T \approx 2-4$  egun,  $T > 50^{\circ}\text{C}$ .

### **2. FASE TERMOFILOA**

- Hasierako mikroorganismoak mikroorganismo termofiloekin ordezkutzen dira
- T altuagoak, ( $50-70^{\circ}\text{C}$ ) zeinekin patogeno, har eta haziak ezabatu daitezkeen.
- Orea egonkortuz doa

### **3. HELTZE FASEA**

- Hartzidura prozesu geldoa, mikroorganismo termofiloek bere jarduera murrizten dute eta degradazioarekin jarraitzeko beste batzuk (onddoak) agertzen dira.
- Garapen begetala bultzatuko duten osagaiak agertzen dira.

- Konpostaketa prozedura C/N 20-30 erlazio bat izan dezan optimizatzen da
- Konpost pila eraginkor batek % 40 eta 60 arteko hezetasuna izan behar du
- Hiri hondakin solidoen zati organikoaren kopostaketaren kasuan, material lehorrak (C-n aberatsak) material hezeekin (N-n aberatsak) konbinatzea gomendatzen da.

<b>MATERIAL LEHORRAK</b> <b>(C-n ABERATSAK)</b>	<b>MATERIAL HEZEAK</b> <b>(N-n ABERATSAK)</b>
Ortu eta lorategiko hondakinen zati marroia: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adarrak, enborrak, hosto lehorrak</li> <li>- Txirbilak edo lastoa</li> <li>- Papera eta birrindutako kartoia</li> <li>- Fruitu lehorren oskol birrinduak</li> </ul>	Ortu eta lorategiko hondakinen zati berdea: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Belarra, hostoak</li> <li>- Inausketa hondakinak</li> <li>- Sukaldeko hondakin begetalak</li> </ul>

## **HIRI HONDAKIN SOLIDOEN ZATI ORGANIKOAREN KONPOSTAKETA MAILA EZBERDINETAN EGIN DAITEKE:**

### **INDUSTRIALA**

Konpostaketa plantetan egiten dena, normalean hiritarrek jatorritik banandutako hondakin organikoetatik abiatuta. Bi modu ezberdinetan egin daiteke:

**-PILA EDO LERROETAN** (gutxienez 1 m-ko altuera dutenak): Sarritan iraultzen dira eta ureztatzen dira (prozedura geldoa: ≈1-3 hilabete)

**-KAMARA ITXIA:** Aldagaien kontrol hobea posible dela (prozesu azkarra)

### **ETXEKOA**

Europa iparraldean eta zentro-aldean egin ohi da. Etxean egiten da (balkoi, lorategia, ortua...) etxekeo kospostatzaileetan, garraio beharrik gabe eta ekoizten den konposta berehala erabili daitekeelarik.



### 17.1.2. ANAEROBIOA:METANIZAZIOA

- Urte askotan nekazal hondakinak eta ur-hondakin araztegien lokatzak tratatzeko erabili izan da eta orain hiri hondakin solido eta hondakin industrialentzat ere erabiltzen da.
- Hondakinak aurrez aldetik tratatuak izan behar dira: kutsatzaileen ezabapena, zatiketa, homogeinizazioa.
- Biogasa eta produktu egonkortu bat lortzen da, usain eta patogeno gabekoa.
- Aldaketak ur tratamenduko berdinak dira (hidrolisia+azidogenesia+metanogenesia).

- Tratamendurako bi aukera daude:(Hiri hondakin solidoen zati organikoak  $\approx$ %70-ko hezetasuna du)

1. Solidoetan eduki txikia duen digestio anaerobioa

- Normalean hur hondakin solidoetako lokatzekin diluitzen da solidoetan %4-10 kontzentrazioak duten arte
- Egote denbora hidraulikoa  $\approx$  20 egun
- Ohikoenak tenperatura mesofilikoetan lan egiten duten errektore konbentzionalak dira

2. Solidoetan eduki handia duen digestio anaerobioa

- Solidotan %25-35 duten edukiekin lan egiteko diseinatutako errektoreak (Ad. Dranco prozesua)
- Egote denbora hidraulikoa  $\approx$  15-30 egun
- Munduan bada hiri hondakin solidoen zati organikoa darabiltzaten digestio anaerobioko 125 planta baino gehiago, horietarik 50 European

### 17.1.3. BI FASETAKO METODO ANAEROBIO ETA AEROBIOAK

Hondakinen konpostaketan etorkizunean erabilgarria izango den sistema bat bi fasetako prozedura izango da, honek erabiltzen du:

**SOLIDOETAN EDUKI HANDIA DUEN DIGESTIO ANAEROBIOA**  
**+**  
**KONPOSTAKETA ITXIA**

#### **ABANTAILAK:**

Hiri hondakin solidoak ez ditu diluitu behar

Ez da urik isurtzen

Biogas ekoizpen handia ( 5-10m<sup>3</sup>/erreaktore m<sup>3</sup>)

Oso konpost egonkorra lortzen da

## 17.2. TRATAMENDU TERMIKOAK

Errausketa da hondakin solidoentzat gehien erabilitako tratamendu termikoak, baina pirolisia edo gasifikazioa moduko proposamenak ere badira.

### **ERRAUSKETA:**

Hondakinen oxidazio kimikoaren bitarteko prozesamendu termikoa, kantitate estekiometrikoan edo oxigeno gehiegirekin.

### **PIROLISIA:**

Hondakinen prozesamendu termikoa, oxigenorik gabekoa (kanpotik erregai iturri bat behar du)

### **GASIFIKAZIOA:**

Hondakinen erreketak partziala estekiometriak dion baina oxigeno kantitate txikiagoekin

## 17.2.1.ERRAUSKETA

- Hiri hondakin solidoen kudeaketan hondakindegiarekiko alternatiba bat da.
- Batetik, hiri hondakin solidoen bolumena murrizten da (%80-90) eta bestetik, bere eduki energetikoa aprobetxatzen da (elektrizitatea edota ur beroa)
- Operazio tenperatura altuak behar dira (> 850 °C) eta erreketaren prozesuaren kontrol ona.
- Gasen tratamendurako sistemak behar dira kutsatzaile gaseosoak ekoizten bait dira (CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, partikulak)
- Erreus solidoak ekoizten dira: zepa eta errauts hegazkorrak.

### **ABANTAILAK**

- Atarramendu energetikoa
- Bolumenaren txikitze handia
- Hondakinaren egonkortzea
- Tratamendu azkarra
- Azalera txikia behar du

### **DESABANTAILAK**

- Gas tratamendua behar du
- Tenperatura altuak jasaten dituzten material egokiak behar dira
- Gizarteak ez du ongi hartzen

### **DISEINUAREN PARAMETROAK**

- Tenperatura: 800-1200 °C
- Egote denbora
- Turbulentzia

### **MATERIALAK**

Normalean altzairuak (osagarriak) eta zeramikoak (labeak)

### **LABE MOTAK**

- Parrilla: sistema sinpleagoa, baina eraginkortasun gutxiagokoa
- Danbor birakorra: egun sistema erabiliena
- Ohantze fluidizatua: eraginkorragoa eta kontrolatzen errazagoa baina teknologikoki konplexua

### **KUTSATZAILE GASEOSOAK (653/2003 Errege Dekretua hondakinen errausketaren gainekoa)**

NO<sub>x</sub>: erreketaren kontrola

Gas azidoak (SO<sub>2</sub>, HCl): bide lehorren bitarteko adsortzioa

CO eta hidrokarburoak: erreketaren kontrola

Partikulak: zikloiak, mahuka iragazkiak, elektroiragazkiak

Metalak (Cd, Hg): hondakinen selekzioa jatorrian, adsortzioa

Dioxinak eta furanoak: erreketaren kontrola, adsortzioa

### **ZEPA ETA ERRAUTSAK**

Hondakindegitan,  
errepideetan, solidotze eta  
egonkortze  
prozesuetan....libratu

## 17.2.2. PIROLISIA

**OXIGENO GABEKO HONDAKINEN DEGRADAZIO TERMIKOA.**

ATMOSFERA ERREDUZITZAILEA

ENERGIA ITURRIA BEHAR DU (300-1000 °C)

SUSTANTZIA ORGANIKOAK BESTE ZENBAIT SUSTANTZIA EMATEKO DESKONPOSATZEN DIRA.

3 ATAL

GASEOSOA: CO, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>-C<sub>7</sub> gasen nahastea

LIKIDOA: olio pirolitikoak

SOLIDOA: behe mailako kokea (C purua + material geldoak)

### 17.2.3. GASIFIKAZIOA

#### HONDAKINEN ERREKETA PARTZIALA ESTEKIOMETRIAK DIOEN BAINO OXIGENO KANTITATE TXIKIAGOekin

ENERGETIKOKI ERAGINKORRA DEN TEKNIKA, HONDAKINEN BOLUMENA MURRIZTU ETA ENERGIA ERREKUPERATZEN DA.

ERREGARRI DEN GAS BAT EKOIZTEN DA (gasogeno gasa), CO ETA H<sub>2</sub> KANTITATE ALTUEKIN ETA ZENBAIT ASETUTAKO HIDROKARBUROEKIN, CH<sub>4</sub> BATEZ ERE.

3 ATAL

KOKEA (C purua + material geldoak)

LIKIDO KONDENTSAGARRIAK

GASOGENO GASA: %10 CO<sub>2</sub>, %20 CO, %15 H<sub>2</sub>, %2 CH<sub>4</sub>, %53 N<sub>2</sub> (≈1.3 cal/L)

Operazio tenperatura normala: 600-1500 °C

Oxigeno hornidura: Estekiometrikoaren %15-40

Gasifikatzaileak: ohandze finkoa edo fluidizatua dutenak

XIX. mendetik nekazal erabilera zuten motorretan eta ibilgailuetan erabili ziren, erregai moduan ikatza edo edozein zelulosa jatorria zeukan beste edozein hondakin erabilita. Gaur egun, berriz dute interesa motorrentzako erregaia baso eta nekazal hondakinetatik eta baita hiri hondakin solidoetatik ere lortzeko.

Teknologia garatuz joan da eta hondakin ezberdinetatik elektrizitatea ekoizteko diseinu eraginkor eta trinkoak lortu dira.



### 17.3.KONTROLATUTAKO ISURIAK

INGURUMEN BALDINTZA ZIURRETAN HORRETARAKO DEN INSTALAZIO BATEN AZALEKO LURZORUAN HIRI HONDAKIN SOLIDOAK BOTATZEAN DATZA.

Hondakin kudeaketaren azkeneko aukera da, nahiz eta gasaren aprobetxamenduak nolabaiteko balorazioa dakarren (errausketa eta isuriaren arteko gatazka)

- Europan herrialde gehienetako sistema nagusia da.
- 1481/201 Errege Dekretua. Hondakindegitan ez dira onartuko:
  - Hondakin likidoak
  - Hondakin leherkorak, korrosiboak, oxidatzaileak edo suharberak
  - Infekziosoak edo identifikatu gabeko sustantzi kimikoak
  - Pneumatikoak
  - Hondakindegia onartze-irizpideak betetzen ez dituen beste edozein hondakin.

2003/33/CE Kontseiluaren Erabakiak hondakin geldo, hondakin arriskutsu eta hondakin ez-arriskutsuentzat hondakindegien onartze-irizpideak ezartzen ditu.

### 17.3.1. KOKAGUNEAREN AUKERA ETA ZABALKUNTZA

HONDAKINDEGI BAT KOKATZEKO KONTUTAN IZAN BEHARKO DA:

- Hondakindegia mugak eta bizilekuetatik eta aisialdirako zonaldeetatik distantzia, ibaien ibilguneak, ur masak eta beste nekazar edo hiri zonaldeak.
- Lurrazpiko uren existentzia, itsas urak edo zonaldean erreserba naturalik dagoen.
- Zonaldeko baldintza geologiko edota hidrogeologikoak.
- Uholde, hondoratze, lur-higitze edo deskargen arriskurik dagoen.

**HONDAKINDEGIA BAIMENDU AHAL IZANGO DA BALDIN ETA AIPATUTAKO IRIZPIDEAK BETETZEN  
BADITU EDO BALDIN ETA HARTZEN DIREN NEURRI ZUZENTZAILEEK HONDAKINDEGIAK  
INGURUMENAREKIKO ARRISKU LARRIRIK EZ DUELA IZANGO ZIURTATZEN BADUTE**

**HONDAKINDEGI BAT IREKI NAHI DENEAN HURRENGOAK BILTZEN DITUEN BAIMEN BATEN ESKAERA EGIN BEHAR DA:**

- MEMORIA
- PLANOAK
- PRESKRIPZIO TEKNIKOAK
- AURREKONTUA

**BAIMENA EMATEKO MENPEKO AGINPIDEAK KONPROBATU BEHARKO DU:**

- Kualifikatuko pertsonala
- Istripuak ekiditeko neurriak hartzen diren (lan arriskuen prebentziorako legea)
- Ardura zibilaren segurua (hondakin arriskutsuetan bakarrik)
- Plana betetzea ziurtatzen duten fidantzak
- 10/1998 hondakinen legearekin bat datorren proiektua

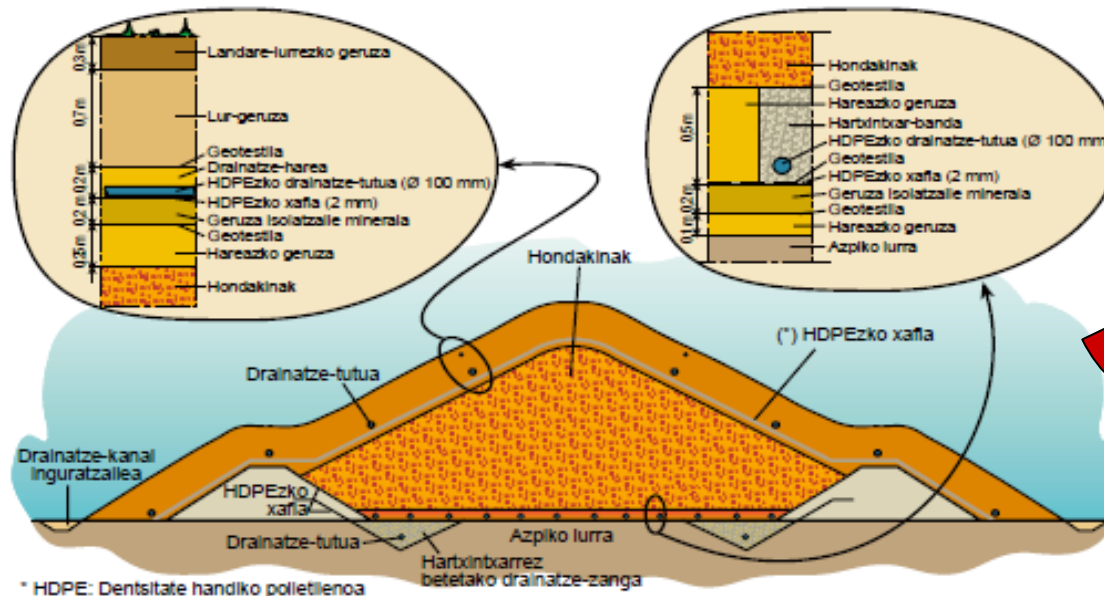
### 17.3.2, ZIGILATZEKO SISTEMAK ETA LISIBIATUEN BILKETA

EZINBESTEZ LISIBIATUAK ERATZEN DIRA (HONDAKINAN ZEHAR IRAGATEN DUEN LIKIDOA).  
BEHARREZKOA DA:

- ZIGILATZEA: kutsatzaileen migrazioa eragozten duen barrera
- LISIBIATUEN BATUKETA SISTEMA: bere ondorengo tratamendurako

## IRAGAIZGAITZEKO SISTEMA

- Isuri errezeptakuluaren oinarria eta aldeak guztiz iragaztezinak izango dira prestatutako azpi-oinarri batean oinarritutako iragaizgaitzeko sistema bati esker.
- Kontrolatutako hondakindegia mota bakoitza ezartzen deneko lursail naturalentzako bete beharreko ezaugarri batzuk daude.



**HONDAKIN ARRISKUTSUETAKO  
HONDAKINDEGIA**

Lindanoa, kaosa eta irtenbidearen artean. José Luis Aurrekoetxea, 1996. Elhuyar 131.

<http://aldizkaria.elhuyar.org/erreportajeak/lindanoa-kaosaren-eta-irtenbidearen-arte/1/>

### 17.3.3 ESTALTZEKO ETA BIOGASA BILTZEKO SISTEMAK

- Estaltzeko sistemen helburua infiltratutako ur kantitatea minimizatzea eta higiene, segurtasun eta estetika baldintza jakin batzuk bete daitezela da.
- Zati organikoaren hartzipen anaerobioak biogasa askatzen du eta hau bere aprobetxamendu edo eliminaziorako errekueratua izan behar da.
- 1000 kg hiri hondakin solidoko biogas 100 m<sup>3</sup> baino gehiago askatzen dira

#### **17.3.4. OPERAZIO ETA KONTROLA**

- Langileentzat higiene eta segurtasun ekipoak
- Makineria astuna: ekipoaren pisuan eta palen diseinuan aldaketak
- Lisibiatu eta biogasaren batuketa eta tratamendua

#### **ZAINTZARAKO NEURRIAK**

- Datu meteorologikoak: euria, T, haizea, hezetasuna
- Lisibiatuen kontrola, azalerako urek eta gasak
- Lurrazpiko uren kontrola
- Ezarketaren kontrola (hondakindegia bere eraiketan eta jardueran zehar eta itxi ondoren egonkorak izan behar dute).

#### **HONDAKINDEGIA ITXIERA**

Azkeneko estaldura ezarriz ixten da, muino moduan edo lursailaren maila berean.

- Zaintza neurriak hondakindegia itxi ondoren ere izango dira.
- Hondakindegia itxi ondoren entitate ustiatzailea itxitako hondakindegia arduraduna izaten jarraitzen du autoritateak ezartzen duen epean (gutxienez 30 urte).