

ZABORTEGIEN BALANTZE HIDRIKOAK EGITEKO GIDA-  
DOKUMENTUA

2015



Kutsaduraren prebentzio eta kontrola

**EUSKO JAURLARITZA**

INGURUMEN ETA LURRALDE  
POLITIKA SAILA



**GOBIERNO VASCO**

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE  
Y POLÍTICA TERRITORIAL

# ZABORTEGIEN BALANTZE HIDRIKOAK EGITEKO GIDA- DOKUMENTUA

2015

Data	2015eko maiatza
Zuzendaritza teknikoa	IHOBE
Laguntza teknikoa	Alfonso García de Cortázar. Consultor Medioambiental Jon Del Rivero. Geólogo-Hidrogeólogo Amaya Lobo y Ana Lorena Esteban. Doctoras Ingenieras de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Cantabria
Jabea	Eusko Jaurlaritza. Ingurumen eta Lurralde Politika Saila

[http://www.euskadi.eus/web01-s2ing/es/contenidos/manual/balances\\_hidricos\\_vertederos/eu\\_def/balances\\_hidricos\\_vertederos.html](http://www.euskadi.eus/web01-s2ing/es/contenidos/manual/balances_hidricos_vertederos/eu_def/balances_hidricos_vertederos.html)



<b>1.- SARRERA.....</b>	<b>3</b>
1.1.- GIDA HONEN HELBURUAK .....	4
1.2.- ERREFERENTZIA TEKNIKOAK .....	4
1.3.- LEGEZKO ERREFERENTZIAK .....	5
1.4.- GIDAREN IRISMENA ETA ERABILERA .....	6
<b>2.- ZABORTEGIEN BALANTZE HIDRIKOA .....</b>	<b>8</b>
2.1.- DEFINIZIOA.....	8
2.2.- APLIKAZIO-ESPARRU GEOGRAFIKOA.....	9
2.3.- DENBORA-TARTEA .....	9
2.4.- PARTE HARTZEN DUTEN TERMINOAK .....	10
2.4.1.- <i>Sarrerak</i> .....	11
2.4.2.- <i>Irteerak</i> .....	13
2.4.3.- <i>Barne-aldakuntza</i> .....	15
2.5.- ZABORTEGI BATEN BARRUKO UR-FLUXUA.....	17
2.6.- BALANTZE HIDRIKOA.....	19
<b>3.- BALANTZE HIDRIKOAREN KONTZEPTU-EREDUA.....</b>	<b>21</b>
3.1.- EREDUA SORTZEKO DATUAK .....	21
3.1.1.- <i>Zaborteziaren ezaugarriak</i> .....	22
3.1.2.- <i>Hondakinen ezaugarriak</i> .....	23
3.1.3.- <i>Lurzoruaren ezaugarriak</i> .....	23
3.1.4.- <i>Kudeaketa (lan-estrategiak)</i> .....	23
3.1.5.- <i>Kontrol-elementuak eta -sistemak:</i> .....	24
3.2.- EREDU KONTZEPTUALA EGITEA.....	25
3.3.- TERMINOEN PARTE-HARTZEA BALANTZEAN.....	28
3.3.1.- <i>Sarrerak</i> .....	29
3.3.2.- <i>Irteerak</i> .....	33
3.3.3.- <i>Barne-aldakuntza</i> .....	35
3.3.4.- <i>Irizpide gehigarriak</i> .....	35
3.4.- EREDU KONTZEPTUALA.....	37
3.5.- KONTZEPTU-EREDUAREN ALDAKETAK .....	40
<b>4.- BALANTZE HIDRIKOAREN KALKULUA .....</b>	<b>41</b>
4.1.- SARRERAK .....	43
4.1.1.- <i>Prezipitazioa (PR)</i> .....	44
4.1.2.- <i>Lurrazaleko jariatzea (LAJ)</i> .....	49
4.1.3.- <i>Lurpeko jariatzea (LPJ)</i> .....	65
4.1.4.- <i>Birkarga artifiziala (BA)</i> .....	72
4.1.5.- <i>Hondakinaren eta jalkitako beste material batzuen hezetasuna (HH)</i> .....	78
4.2.- IRTEERAK.....	82
4.2.1.- <i>Ebapotranspirazioa (EET)</i> .....	83

4.2.2.-	Prezipitazioetik eratorritako lurrazaleko fluxua (LF) .....	109
4.2.3.-	Kontrolatutako lixibiatuak (KLX).....	112
4.2.4.-	Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX).....	115
4.2.5.-	Biogasarekin batera dagoen ur-lurrina (BGL).....	122
4.3.-	BARNE-ALDAKUNTZA .....	129
4.3.1.-	Biltegiratutako ur askearen aldakuntza (AS).....	130
4.3.2.-	Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunaren aldakuntza (HHA) .....	137
4.3.3.-	Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko aldakuntza (AKB) .....	141
<b>5.-</b>	<b>BALANTZE HIDRIKOAREN ADIERAZPENA .....</b>	<b>143</b>
<b>6.-</b>	<b>BALANTZE HIDRIKOAREN ANALISIA.....</b>	<b>151</b>
6.1.-	ZIURGABETASUNA .....	151
6.1.1.-	Jatorria.....	152
6.1.2.-	Koefiziente eta parametroen berrikuspena .....	155
6.1.3.-	Iragazgaizpen batean zeharreko iragazpenak .....	161
6.1.4.-	Abiapuntuko datuen kalitatea.....	163
6.2.-	INTERPRETAZIOA .....	166
6.2.1.-	Orokorra .....	166
6.2.2.-	Berariazkoa.....	168
6.2.3.-	Aldi baterako gertakari esanguratsuak.....	168
6.3.-	ONDORIOAK ETA GOMENDIOAK.....	173
<b>7.-</b>	<b>BALANTZE HIDRIKOAREN TXOSTENA.....</b>	<b>175</b>
7.1.-	EDUKIAK .....	175
7.2.-	AURKEZPENA .....	179
<b>8.-</b>	<b>LIXIBIATUEN BILAKAERA HIDROKIMIKOA.....</b>	<b>182</b>
<b>9.-</b>	<b>PROGRAMA INFORMATIKOAK .....</b>	<b>186</b>
<b>10.-</b>	<b>JARDUNBIDE EGOKIAK .....</b>	<b>188</b>
10.1.-	DISEINUA ETA USTIAPENA .....	190
10.2.-	KONTROL-ELEMENTUAK.....	193
10.3.-	SEGIMENDUA ETA ERREGISTROA .....	194
<b>11.-</b>	<b>ERREFERENTZIAK ETA BIBLIOGRAFIA OSAGARRIA.....</b>	<b>197</b>

## 1.- SARRERA

Edozein motatako zabortegi bat kudeatzeko, teknikari nahiz legeari dagokienez, bertara iristen diren ur-fluxuen eta bertan sortzen diren lixibiatuen ezagutza zehatzak behar dira. Lurzorua, lurrazaleko urak eta lurpeko urak kutsa ditzakete lixibiatuek, eta beroien egiaztapena eta kudeaketa egokia kontrolatu eta nabarmentzeko, ezagutza horiek nahitaezkoak dira.

Beharrian hau zabortegi guztietan dago, diren motakoak direla, eta dena dela uneko lan-fasea. Hortaz, ez da mota jakin bateko hondakinekin lan egiten duten zabortegietara mugatu behar, ez eta jardunean dauden zabortegietara ere. Edozein motatako hondakinak dituzten instalazioei aplikatu behar zaie (geldoak, arrisku gabeak nahiz arriskutsuak), eta beren bizitzako edozein unetan: bai jarduera-fasean edo hondakinak gordailatzeko fasean, eta bai itxi ondorengo fasean ere.

Delako zabortegiaren bizitza osoan zehar (jarduera-fasean eta itxi ondorengo fasean) balantze hidrikoak eginez lortzen dira ur-fluxuei eta lixibiatuei buruzko ezagutzak. Aurretiaz, hau da, diseinu- edo proiektu-fasean, halako balantzeen bitartez, zabortegiaren bizialdi osoan zehar sortuko diren lixibiatuen emaria kalkula daiteke, eta bai garrantzizko beste aspektu batzuk ere, hala nola: aurreikus daitezkeen jariatzak, lixibiatuak isurtze-ontzian metatzeko posibilitatea, etab. Aspektu hauek funtsezkoak dira bai dagozkien drainatze-, kontrol- eta kudeaketa-sistemak ondo diseinatzeko (erregulazioa, biltegitratzea), eta bai, horren ondorioz, uraren ekintzak egonkortasun geoteknikoa kolokan jarriko ez duela bermatzeko.

Beste edozein sistema natural edo artifizialeko balantze hidrikoen moduan, ur-sarrerak, barne-fluxuak eta ur-irteerak zenbatetsi beharra dago, azken honetan (irteeretan) barne hartuz sortutako lixibiatuak. Honela, eta kopuru hauek alderatuz, honako hauek jakin ahal izango ditugu:

- Zabortegiak aurreikusitako moduan funtzionatzen duen (sarrera kontrolatuak = irteera kontrolatuak +/- barne-aldakuntza kontrolatuak).
- Inguruan nahi gabeko lixibiatu-fluxuak sortzen dituen edo isurtze-ontzian lixibiatuak nahi gabe metatzea eragiten duen anomalia ezezagunen bat dagoen (sarrera kontrolatuak > irteera kontrolatuak +/- barne-aldakuntza kontrolatuak).
- Ezkutuko ur-sarrerarik dagoen (sarrera kontrolatuak < irteera kontrolatuak +/- barne-aldakuntza kontrolatuak).

Zabortegi bateko uren sarrerak, barne-fluxuak eta irteerak aldatu egiten dira denborarekin: bai orokorrean (biltegitratze-fasearen eta itxi ondorengo fasearen arteko ezberdintasunak) eta bai, fase hauen barruan, zabortegiaren egoeraren arabera (estali gabeko hondakin-azalera, etab.) eta baldintza meteorologikoen arabera (euriteak eta euririk gabeko denboraldiak). Zabortegi baten balantze hidrikoa, hortaz, ez da egiten bere bizialdi osoan kalkulu bakarra eginez; aitzitik, bere bizialdi osoan zehar, ur-balantzeak era sistematikoan gauzatu behar dira.

## 1.1.- GIDA HONEN HELBURUAK

Unera arte, zabortegietan balantze hidrikoak egiteari dagokionez, ez dago prozedura unibertsalik edo guztiek onartutako prozedurarik. Herrialde edo administrazio-erakunde ezberdinen artean nahiz mota honetako esparru baten barruan aurki dezakegu gabezia hau, ohikoa baita egindako eta aurkeztutako balantze hidrikoak nabarmen desberdinak izatea beren metodologietan. Beraz, erlazionatutako agenteek (kudeatzaileek, administrazioak) ziurgabetasun handia dute kalkuluaren ontasunari dagokionez, sarri eskasak baitira ageriki.

Maiz, metodologiari dagokionez, egin eta aurkezten diren balantze hidrikoak ezin dira beren artean alderatu, eta batzuk, argi eta garbi, ez dira aproposak. Horregatik, haien bitartez, ezinezkoa da urak eta lixibiatuak nahi den moduan kontrolatzea eta haien buruzko ezagutzak eskuratzea. Edonork ezagutu eta erabiltzeko metodologiarik ez dagoenez, metodo eta emaitzak ikaragarri aldentzen dira batzuk besteengandik eta, zenbaitetan, aurkeztutako dokumentuan oinarrituz, ezinezkoa da egiazko ondorioak ateratzea eta praktikak abiaraztea.

Edozein motatako zabortegietan balantze hidrikoak egiteko gida-dokumentu honen xedeak honako hauek dira:

- Eragile ezberdinek erabili ahal izango duten eta emaitza fidagarriak, koherenteak eta alderagarriak ematen dituen metodologia bakarra jartzea sektorearen eskura .
- Esparruko teknikariek balantze hidrikoak egiteko prozedura erraztea, izan litezkeen akats edo gabeziak minimizatuz.
- Gauzatutako balantze hidrikoa zuzena eta ona dela balioesterako orduan, administrazio eskudunari laguntza ematea.
- Zabortegietako balantze hidrikoen aplikazioa sistematikoki eskura dagoen teknologiarik hoberen gisa sustatzea, haren bidez lixibiatuak kontrolatzeko, eta bai lurzorua, lurpeko urak eta lurrazaleko urak erasateko duten potentziala ere.

## 1.2.- ERREFERENTZIA TEKNIKOAK

Zabortege bat sistema hidrogeologiko bat da. Bertan, sistema naturaletan bezala, ur-sarrerak, barne-fluxuak eta ur-irteerak daude. Ikuspuntu honetatik, zabortegietako balantze hidrikoaren planteamendua eta kalkulua kontzeptu hidrogeologikoetan daude oinarriturik. Kontzeptu hauen deskribapenak eta garapenak, duela urte askotatik hona, bibliografia tekniko joria osatu dute. Zabortegien eta balantze hidrikoen esparru zehatzean, erreferentzia bibliografikoak berriagoak dira, azken hiru hamarkadetakoak baitira, nagusiki.

Gida honen amaieran, datozen kapituluetan aipatutako erreferentzia bibliografikoak daude zerrendaturik, eta bai, dokumentu hau idaztean, zabortegietako balantze hidrikoen aspektu zehatzei buruzko kontsultatutako bibliografia osagarria ere.

### 1.3.- LEGEZKO ERREFERENTZIAK

Euskal Autonomia Erkidegoan, aplikatu beharreko lege-testuek eta emandako Ingurumen-baimen Bateratuek (IBB) eraginda sortu da zabortegien balantze hidrikoak egiteko beharra. Era berean, eta testu oso berdintsuarekin:

- Kontseiluaren 1999/31/EB Zuzentarauak, 1999ko apirilaren 26koak, hondakinak isurtzeari buruzkoak, zera dio kontrol- eta zaintza-prozedurei buruzko III. eranskinean: «*Balantze hidrikoa isurtze-ontzian lixibiatuak pilatzen den edo kokalekuak iragazketarik baduen ebaluatzeko tresna eraginkorra dela erabakitzen badute Estatu kideek, datu hauek jaso behar dira...*».
- 1481/2001 Errege Dekretuak, abenduaren 27koak, hondakinak zabortegietan utzi eta ezabatzeko era arautzen duenak eta aurreko zuzentarauaren transposizioa denak, era berean, zera dio kontrol- eta zaintza-prozedurei buruzko III. eranskinean: «*Balantze hidrikoa isurtze-ontzian lixibiatuak pilatzen den edo kokalekuak iragazketarik baduen ebaluatzeko tresna eraginkorra dela erabakitzen badu eskuduntza duen agintariak, datu hauek jaso behar dira...*».
- 49/2009 Dekretuak, otsailaren 24koak, hondakinak zabortegietan biltegituta eta betelanak eginda ezabatzea arautzen duenak, era berean, zera dio kontrol- eta zaintza-prozedurei buruzko IV. eranskinean: «*Balantze hidrikoa isurtze-ontzian lixibiatuak pilatzen den edo kokalekuak iragazketarik baduen ebaluatzeko tresna eraginkorra dela erabakitzen badu Administrazioak, datu hauek jaso behar dira...*».

Zabortegietako balantze hidrikoak egitea erabaki behar dutenak eskuduntza duten agintariak direla diote hiru erreferentzia-testu hauek. EAEren kasuan, Ingurumen-baimen Bateratuak emateko ebazpenen bidez, balantze hidrikoak egitea eskatu ohi du ingurumen-organoak. Ebazpen horietan, idazkeraren aldaketak gorabehera, honako hau esan ohi da:

*Urtero, kanpoko erakunde batek zabortegiaren balantze hidrikoa egin beharko du, eta horretarako, erregistratutako lixibiatu isurien datuak, erregistratutako datu meteorologikoak eta zabortegiaren azaleran izandako aldaketen plano topografikoak (zigilatutako eremuak, isurketa eremuak, etab.) erabiliko dira.*

*Itxi ondorengo aldiko lehen balantzeak zabortegiaren portaera hidrodinamikoaren analisia barne izango du, erregistratutako emariaren eta eroankortasun elektrikoaren datuetatik eta itxi aurreko eta ondorengo balantze hidrikoaren alderaketatik abiatuta.*

Kontrol- eta zaintza-prozedurei buruz erreferentziako lege-testuek adierazten duten bezala, «*zabortegiko prozesuak era egokian egiten direla, ingurugiroa babesteko sistemek ondo funtzionatzen dutela eta zabortegiaren baimenean zehaztutako baldintzak bete egiten direla ... egiaztatzea*» da zabortegietan balantze hidrikoak egiteko eskakizunaren xede orokorra.

Zabortegietan balantze hidrikoak egiteko legezko betebeharrak hau ez da EAEkoa soilik. Beste autonomia-erkidego batzuetan, Ingurumen-baimen Bateratuen bitartez eskatzen dira aldizka, eta, Galizian, erreferentziako lege-testu batean adierazten da esplizituki (2009ko uztailaren



20ko Agindua, Galiziako Autonomia Erkidegoaren esparruan zabortegiaren eraikuntza eta kudeaketa arautzekoa). Hala, Agindu honen III. eranskinean, ingurumenaren kontrol- eta zaintza-planari buruz, zera adierazten da:

*Datu meteorologikoak biltzeko sare bat izan behar du enpresak, honako arau hauei jarraikiz:*

*1. Zabortegian jasotako uren balantze hidrikoa egitea da datu hauek jasotzearen xedea. Balantze hori elementu eraginkorra da zenbait gai zehazteko, hala nola isurtze-ontzian lixibiatuak metatu den edo xafla zulaturik dagoen zehazteko.*

Galiziako 2009ko uztailaren 20ko Aginduari dagokionez, gainera, azpimarragarria da balantze hidrikoak egiteko maiztasuna zehazten duela, zabortegi motaren eta haren fasearen arabera (1. taula).

Zabortegi-mota	Ustiapen-fasea	Itxi ondorengo fasea
Hondakin geldoak	Hiru hilean behin	Sei hilean behin
EEH errefusak	Hilean behin	Sei hilean behin
Hondakin ez arriskutsuak	Hilean behin	Hiru hilean behin
Hondakin arriskutsuak	Hilean behin	Hiru hilean behin

*1. taula - (Galizia) 2009ko uztailaren 20ko Aginduak balantze hidrikoak egiteko exijitutako maiztasunak.*

#### 1.4.- GIDAREN IRISMENA ETA ERABILERA

Bere kabuz aski izateko xedearekin idatzi dugu honako gida hau, hau da, bera irakurri eta aplikatuz edozein zabortegiren eta edozein denbora-tartetako balantze hidrikoa egiteko balio dezan, besteren bibliografia- edo metodologia-iturrietara jo beharrik izan gabe, baina ezertan eragotzi gabe era horretan lortutako balantzea xehetasun eta zehaztapen osagarriekin biribiltzeko aukera.

Zabortegi bakoitzak ezaugarri ezberdinak ditu honako hauei dagokienez: egoera hidrologikoa, egoera hidrogeologikoa eta eraikuntza-sistemak (hondoa iragazgaitza den ala ez, estaldura zigitaturik dagoen ala ez, etab.). Horregatik, gidak barne hartzen ditu eta definitu egiten ditu zentzu honetan izan daitezkeen aukera guztiak eta, horrela, kasu bakoitzean, egoeraren eta eraikuntza-sistemen arabera, hasieran bereizi egin behar da zein atal aplikatu daitezkeen eta zein ez.

Aurrekoaren arabera, denbora-tarte zehatz batean zabortegi baten balantze hidrikoa egiteko prozesuak ondorengo hiru fase hauek ditu:



I.- Modelizazio kontzeptuala, eta kokapenaren eta bertako uren eta lixibiatuen sarrera, fluxu eta irteera moten deskribapena.

II.- Balantzeko mota edo termino hauetako bakoitzaren kuantifikazioa.

III.- Sarrera, fluxu eta irteeren kuantifikazio globala, termino bakoitzaren banakako kalkuluen emaitzen batuketa edo kenketa moduan (balantze hidrikoa).

IV.- Balantze hidrikoaren emaitzen azterketa eta interpretazioa, ondorioak eta gomendioak barne hartuz.

Gida-dokumentu honen hurrengo kapituluetan, indize orokorraren eta aurkeztutako irizpideen arabera garatzen dira aspektu hauek. Balantze hidrikoen txostenek aurkeztu behar duten edukiari buruzko gogoetak ere hartzen dira barne. Uniformetasun desiratu hori kalkuluei ez ezik, beroien adierazpenari eta aurkezpenari ere ematea da honen xedea. Azkenik, eta osagarri modura, zabortegei batean sortutako lixibiatuen bilakaera hidrokimikoarekin erlazionatutako aspektuak garatzen dira, eta zabortegei bat ustiatzerako orduan kontuan izan beharreko hainbat jardunbide egoki agertzen dira.



1. irudia - Zabortegei batean balantze hidrikoa egiteko prozedura orokorra

## 2.- ZABORTEGIEN BALANTZE HIDRIKOA

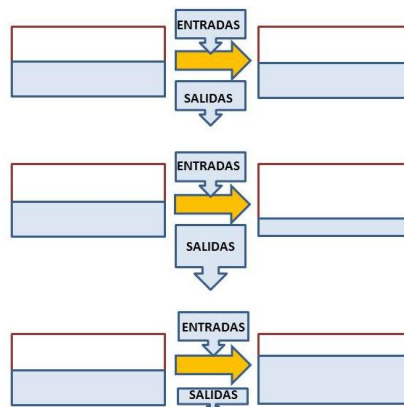
### 2.1.- DEFINIZIOA

Denbora-tarte zehatz batean zehar gertatutako ur-sarreraren eta -irteeren deskribapena eta kuantifikazioa da zabortegei baten balantze hidrikoa. Sarrera- eta irteera-prozesua ez da bat-batekoa; aitzitik, zabortegeiko hondakinen masak halako inertzia bat ematen dio sistemari. Azterketa-denboraldian, hortaz, ez dira soilik ur-sarrerak eta -irteerak gertatzen; ostera, zabortegeiaren beraren barruko uraren edukia aldatu egiten da. Honela, barne-aldakuntza honekin, osatu egiten da balantze hidrikoa kalkulatzeko «sarrerak = irteerak» ekuazio sinplista.

$$\text{SARRERAK} = \text{IRTEERAK} \pm \text{BARNE-ALDAKUNTZA}$$

Denbora-tarte jakin batean, zabortegei batean sartzen den ur-bolumen osoa, dena dela sartzeko duen era, irteten den ur-bolumen osoaren berdina da, dena dela irteteko duen era, eta horri gehitu edo kendu egin behar zaio zabortegei barruan den ur-bolumen osoaren aldakuntza. Horixe da balantze hidrikoaren oinarritzko ekuazio honek adierazten duena. Era sinplifikatuan esanda, sarrera eta irteera guztiak kontrolatuta:

- Irteerak eta sarrerak berdinak badira, zabortegei barruko uraren edukian aldakuntzarik egon ez dela esan nahi du. Alderantziz, barruko edukia berdina bada, sartu den ur-bolumen bera irten dela esan nahi du.
- Irteerak sarrerak baino handiagoak badira, zabortegei barruko uraren edukia murriztu egin dela dela esan nahi du. Alderantziz, barruko edukia murriztu egiten bada, sartu dena baino ur-bolumen handiagoa irten dela esan nahi du.
- Irteerak sarrerak baino txikiagoak badira, zabortegei barruko uraren edukia areagotu egin dela dela esan nahi du. Alderantziz, barruko edukia areagotu egiten bada, irten dena baino ur-bolumen handiagoa sartu dela esan nahi du.



2. irudia - Zabortegei barruko ur-edukiaren sarreraren, irteeren eta aldaketen arabera egindako balantze hidriko baten emaitza orokor posibleak.

## 2.2.- APLIKAZIO-ESPARRU GEOGRAFIKOA

Zabortegei baten balantze hidrikoak isurtze-ontzian aplikatutako balantzeari egiten dio erreferentzia, baina ez du ezertan eragozten kalkulu-kontzeptua eta -prozedurak edozein sistema eta esparru mota aztertzeke erabiltzeko aukera. Instalazioaren konfigurazioaren arabera, honako hauek egon daitezke:

- Lixibiatuak bildu eta ebakutzeko sare bakarra duen isurtze-ontzi bakarra, unitate edo sistema hidrológico bat osatuz. Hauxe da egoerarik ohikoena eta, gidan azalduetako metodologia aplikatzeko, ez du aurretiko gogetarik behar.
- Bi isurtze-ontzi edo gehiago; adinaren, hondakin motaren edo beste edozein arrazoiren arabera bereizirik eta instalazioen barruko gune desberdinetan egon daitezke, haietako bakoitzak sistema hidrológico bereizi bat osatzen duelarik. Kasu honetan, balantze hidrikoa ontziz ontzi gauzatu behar da.
- Bi isurtze-ontzi edo gehiago, bata bestearen gainean (handiagotzea edo gelaxka berezia, lehendik bazegoen hondakin-masa baten gainean). Kasu honetan, baita ere, banakako balantzeak egin beharko dira; gelaxka modernoa ontziaren gainerako espaziotik bereizi beharra dago, baldin eta gelaxka berria oinarritzko iragazgaizpen baten bidez hidraulikoki banandurik badago eta lixibiatuak bereizteko sare bat badu.

Isurtze-ontziaren arabera egiten dira balantze hidrikoak, baina, hartarako, kontuan hartu beharra dago ontzi horretan inguruko urak sartzen direla edo sar daitezkeela (adibidez, alboko esparruetako azaleko jariatzak). Beraz, balantzea kalkulatzeko, ontzia bera ez ezik, aintzat hartu behar izango dira bertan sartzen den uraren iturburu izan daitezkeen eremu guztiak ere.

## 2.3.- DENBORA-TARTEA

Kontzeptualki, posible da zabortegeien balantze hidrikoak egitea edozein denbora-tarte eta edozein egoera hidrológico kontuan hartuz. Oro har, une zehatz batean zabortegeiaren barruan biltegitratutako ur-kopuruari lotu ohi zaizkio kalkuluekin erlazionatutako zalantza nagusiak. Izan ere, termino honi buruz, ez da datu zehatzak ematen dituen neurketa edo erregistro zuzenik egoten edo, egotekotan, jalkitako materialen heterogeneotasuna dela-eta, bere adierazgarritasuna zalantzarria izaten da. Beraz, zalantzak minimizatu egiten dira, baldin eta:

- Kontuan hartutako denbora-tartea bat badator agorraldien arteko ohiko ziklo hidrológicoekin, zabortegei barruan biltegitratutako lixibiatuak ahalik eta gutxien izan daitezken. Era honetan, kasurik egokienean, «sarrerak» eta «irteerak» kontzeptuak agerikoagoak izango dira. Aitzitik, uhaldiekin (hau da, euriteekin) bat badator denbora-tartea bere muturretan, ziurgabetasuna areagotu egingo da, «sartzen den ur guztia irten ez» edo, alderantziz, «sartzen dena baino ur gehiago irten» egiten dela gertatuko baita. Orduan, egoera hauek sistemaren inertziak eragindako denbora-desfase bati erantzuten ote dioten edo, egiazki, kontrolatu gabeko sarrera edo irteeraren bat dagoen zalantzatuko dugu.

- Kontuan hartutako denbora-tartea luzea bada, hau da, gutxienez hainbat hilabete hartzen baditu barne. Honela, ur- eta lixibiatu-fluxuak edozein norabidetan sortzea errazten da (infiltrazioa, lurrazaleko nahiz lurpeko irteerak eta sarrerak, etab.).

Balantze hidrikoa egiteko kontuan hartutako denbora-tartea dena dela, tarte horretako hondakinen eta beste material batzuen sarrerei, zigilatzeei, tarteko estaldurei, drainatze-sistemei eta abarrei dagokienez, zaborteziak izandako eraldaketak kontuan hartu beharra dago. Aldaketa horietako batzuek erabakigarriak dira balantze hidrikoan parte hartzen duten ur-kopuruetan. Ez da berdina izango, esate baterako, irekita eta erabat ikusgai dagoen isurtze-ontzi baten balantzea egitea edo eremu baten gainazala zigilatzea eta prezipitatutako eta estalduran iragazitako ura alboetarantz desbideratzea eta ontzi horren beraren balantzea egitea.

Hortaz, zabortezi baten balantze hidrikoak honako honi egiten dio erreferentzia:

- Denbora-tarte zehatz bati.
- Denbora-tarte horretan, zaborteziak duen egoera zehatz bati.

Edozein arrazoren ondorioz, kontuan hartutako denbora-tartean, zaborteziaren aldaketarik egiten bada (adibidez, ontzia handiagotuz, esparruren baten gainazala estali edo zigilatuz, etab.), izandako egoera ezberdinen kopuruaren hainbesteko balantze partzial kopuruan xehatu beharko da balantze hidrikoa edo, gutxienez, egoeren aniztasuna balantze bakarrean haztatu beharko da.

Hortaz, beharrezkoa da balantzearen denbora-tartean zehar zaborteziak izandako bilakaera ezagutzea. Soilik denbora-tarte horren amaierako egoera erakusten duen argazki finko batek ezin du ordezkatu ezagutza hori. Bakarrik balantzearen hasierako eta amaierako egoerak ezagutzearekin, ezin da ziurtzat jo aldaketak ezagunak direla. Zaborteziaren lanak egitean, posible da bertako zenbait aspektu hainbat aldiz aldatzea (adibidez, behin-behineko estaldurak hainbat aldiz jartzea edo kentzea).

## 2.4.- PARTE HARTZEN DUTEN TERMINOAK

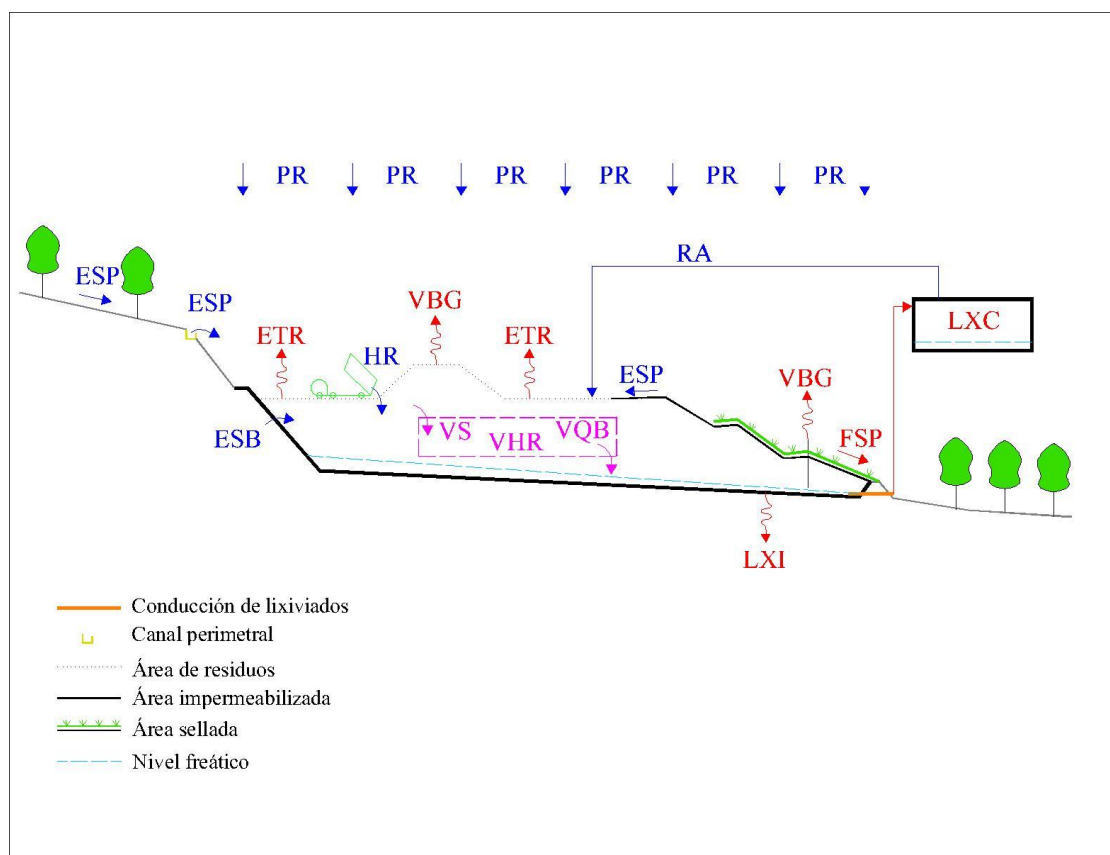
Zabortezi barruan ura sartzeko, irteteko eta egoteko/aldatzeko era guztiei dagozkien terminoak dira balantze hidrikoaren ekuazioan parte har dezaketenak. Kontuan hartutako unean zaborteziak dituen ezaugarri zehatzen arabera, ura sartzeko, irteteko eta bertan egoteko erak ezberdinak dira.

Zaborteziaren alorreko termino, fluxu eta ur-mugimendu guztiak definitu beharko ditu balantzeak, ez soilik lixibiatuak sortzearekin zuzenean erlazioatuak. Kasu batzuetan, tarteko zigilatzeak edo estaldurak badaude, prezipitazio eran sartzen den ura ontzitik kanpo desbidera daiteke, harekin batera lixibiatuak sortu gabe. Zentzu honetan, egoera hau eta gerta litezkeen beste batzuk deskribatu eta islatu egin beharko dira.

Zabortezi eta denbora-tarte bakoitzean, beraz, parte hartzen duten edo parte hartzen ez duten terminoak, fluxuak eta ur-mugimenduak ezarri beharko dira hasieran, kontzeptu-eredu

bat planteatuz. Baliteke balantze hidrikoaren azken emaitza kuantitatiboak aurretiaz landutako kontzeptu-ereduarekin inkongruenteak izatea; kasu horretan, birdoitu eta berriz egin beharko da balantzea, agian hasieran kontuan hartu ez diren terminoak aintzat hartuz.

Jarraian datozen ataletan deskribatzen den moduan, balantze hidrikoan parte hartzen duten termino posibleak sarrera, irteera eta barne-aldaketetan taldekatzen dira. Kategorია hauek eta haietan taldekatutako era ezberdinak definitu egin dira, azalpena argiago egiteko.



3. irudia - Zabortege baten ur-sarreraren eta ur-irteeren eskema orokorra (ikusi azalpena testuan)

#### 2.4.1.- Sarrerak

Zabortegearen egoeraren eta ezaugarrien arabera, bertako ur-sarrerak hainbat eratan gerta daitezke. Oro har, sarreraren kapituluan intzidentzia handiena duen terminoa prezipitazioa da, baina, egoera zehatzetan, beste eratako sarrerak ere garrantzi handia har dezakete.

Zabortege batean ura sartzeko erak honako hauek izan daitezke:

- Prezipitazioa (PR).
- Lurrazaleko jariatzea (LAJ).
- Lurpeko jariatzea (LPJ).

- Birkarga artifizia (BA).
- Hondakinaren eta jalkitako beste material batzuen hezetasuna (HH).

Edozein zabortegiren balantze hidrikoa egitean, hasteko, aukera hauek guztiak hartu beharko dira kontuan eta, hala badagokio, justifikatu egin behar da haietako batzuek zergatik ez duten parte hartzen.

#### **2.4.1.1.- Prezipitazioa (PR)**

Orokorrean, zabortegian ura sartzeko mekanismo nagusia gainazaleko prezipitazio zuzena da. Dena dela prezipitazio horren moldea (kopurua, intentsitatea, maiztasuna, iraupena), balantze hidrikoan kontuan hartutako denbora-tartean, ura sisteman sartzeko era bat da prezipitazioa eta, hortaz, zenbatu beharra dago. Intentsitateari, maiztasunari eta iraupenari dagokienez, aipatutako berezitasunek eragina izango dute ondoren datorren ur-fluxuan, lurrazalekoan nahiz zabortegi barrukoan. Esate baterako, sortutako lixibiatuen kopurua zehaztuko dute, baina, berez, ez dute sisteman sartutako ur kopuruaren aldakuntza eragiten.

#### **2.4.1.2.- Lurrazaleko jariatzea (LAJ)**

Drainatze-sistema perimetralak izan behar dituzte zabortegiek, lurrazaleko jariatze-urak sartzeko ekiditeko. Halere, zabortegi batzuetan, lurrazaleko jariatze-urek perimetroa zeharkatu egiten dute etengabe, noizbehinka nahiz era etenean. Banaka aztertu beharreko egoera potentzial ezberdinak daude. Kasu bakoitzean, baldintza zehazetan gertatzen diren edo gerta litezkeen egiazatu beharra dago (adibidez, uhaldietan, euriteetan, etab.).

- Lurrazaleko eta argi definitutako ur-laster, erreka edo erreka baten sarrera.
- Alboko mendi-hegaletan sortutako lurrazaleko jariatze-uren sarrera.
- Alboko urbanizazio bateko lurrazaleko jariatze-uren sarrera (kaleak, zelaiguneak).
- Perimetroko ubideek gainezka egitearen ondoriozko uren sarrera.
- Behin betiko zigilatutako eremuen gaineko edo zabortegiko tarteko estalduren gaineko lurrazaleko jariatze-uren sarrera, edozein arrazoi dela-eta eta edozein denbora-tartetan zehar, era egokian kanporatu ez direnak.

#### **2.4.1.3.- Lurpeko jariatzea (LPJ)**

Zabortegi batzuetan, bereziki hondoko iragazgaizpenik ez dutenetan, ontziaren hormetatik sar daitezke lurpeko urak. Lurpeko sarrera hauek honelakoak izan daitezke:

- Zehatzak, zabortegiko puntu jakin bateko iturbegi okluidu bat bada.
- Difusoak, hondakinak biltzeko ontziaren eta zabortegia dagoen lurzorua edo mendigune harritsuaren arteko kontaktu-eremua zeharkatzen duen fluxu orokortu bat bada.

#### **2.4.1.4.- Birkarga artifizia (BA)**

Askotariko arrazoien ondorioz, ureztatzearen edo ura nahiz lixibiatuak gehitzearen ondoriozko ur-sarrera artifizialak gerta daitezke. Honako hauek dira:

- Sareko urarekin edo ur garbiekin egindako ureztaketak. Suteak prebenitzeko edo haien aurka egiteko erabiltzen dira (barne-bideak mantentzeko, adibidez), bai instalazio finkoen bitartez (ur-harguneak edo suteetako ur-harguneak) eta bai mugikorren bitartez (zisterna-kamioiak).
- Lixibiatu birziklatuekin egindako ureztaketak. Beren lurrunketa, hondakinen degradazioa eta biogasaren eraketa laguntzen dira horren bitartez.
- Finkoak nahiz mugikorrek diren instalazio lotuetatik datozen urak isurtzea (zerbitzuak, gurpil-garbigailuak, etab.).
- Bertako edo besteren lixibiatuen isurketa zehatzak.
- Biogas-kondentsatuaren isuriak.
- Beren kokapena dela-eta, isurtze-ontzira sar daitezkeen biltegi-tako edo hodi-tako ihesak.

#### **2.4.1.5.- Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasuna (HH)**

Zaborte-gian sartu eta bertan biltegi-ratzean, materialek dakarten hezetasuna bera da kontuan hartu beharreko azken ur-sarrera posiblea:

- Hondakinak.
- Beste material batzuk, hala nola tarteko estalduretan (lurrak), drainatzeetan (legarra), barne-bideetan, etab. erabiliak.

#### **2.4.2.- Irteerak**

Sarren kasuan bezalaxe, zaborte-gi bateko ur-irteera posibleak hainbat eratakoak izan daitezke. Horietatik, oro har, lixibiatuak eta ebapotranspirazioa dira garrantzizkoenak.

Zaborte-gi batetik ura irteteko erak honako hauek izan daitezke:

- Ebapotranspirazioa (EET).
- Tarteko estalduren edo eremu zigilatuen gaineko prezipitaziotik eratorritako eta alboetarantz bideratzen den lurrazaleko fluxua (LF).
- Kontrolatutako lixibiatuak (KLX).
- Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX).



- Biogasarekin batera dagoen ur-lurruna (BGL).

Edozein zabortegiren balantze hidrikoa egitean, hasteko, aukera hauek hartu beharko dira kontuan eta, hala badagokio, haietako batzuek zergatik ez duten parte hartzen justifikatu beharko da.

#### **2.4.2.1.- Ebapotranspirazioa (EET)**

Zabortegei baten gainazalera iristen den prezipitazio-ura ez da osorik banatzen infiltrazioaren eta lurrazaleko jariatzearen artean. Lurrunketa- eta landareek eragindako transpirazio-prozesu naturalen bitartez, haren frakzio bat atmosferara itzultzen da, eta irteera-bide bat da hori.

Lurrunketaren eta transpirazioaren bidez, ura atmosferara askatzea da ebapotranspirazioa.

- Likido bat gas-egoerara aldatzeko prozesu fisikoa da *lurrunketa*. Kasu honetan, likidoa ura da, eta gasa, ur-lurruna. Zabortegei batean, honako hauetako ura lurrundu eta askatzen da atmosferan: ur askea duten gainazalak (putzuak, errekaak, etab.), gainazal busti edo hezeak, eta zabor-metaketa- edo lurzoruz-geruzen barneko atalik azalekoena.
- *Transpirazioaren* prozesuaren bitartez, landareen metabolismoak ur-lurrun bilakatzen du landareek barrenean duten ur likidoa, eta inguruko airean askatzen du. Landarearen barneko ur likido hori sustraiek xurgatzen dute substratutik.

Ikusgai dagoen gainazal motaren arabera (hondakinak, eremu zigilatu eta landareztatuak, etab.), sortutako prozesuaren xehetasunak ezberdinak izango dira, hazkunde begetatiboa dagoenean baino ez baita transpiraziorik gertatuko. Edonola ere, eta aurrerago garatuko dugun moduan, bi prozesuak aldi berean kontuan hartuz kalkulatu behar da ebapotranspirazioa.

#### **2.4.2.2.- Prezipitaziotik eratorritako lurrazaleko fluxua (LF)**

Epigrafe honetan, prezipitazio-urak hondakinekin kontaktatu eta lixibiatuak sortu baino lehen sortutako lurrazaleko jariatzeen bitartez egiten diren alboetako ur-irteerak hartzen dira barne. Behin betiko zigilatutako eremuen gaineko edo, tarteko estalduren bidez, hondakin-masan infiltratu beharrean, alboetarantz bideratu eta zabortegearen inguruetara kanporatzen diren jariatzeen kasu tipikoa da. Zentzu honetan, bi estaldura edo zigilatze mota bereizi beharra dago: batetik, infiltrazioak ekiditeko, iragazgaizpen-geruza artifizial bat dutenak (geomintza) eta, bestetik, iragazgaizpen horren orde, lurrez edo beste material batzuek eginik daudenak, lurrazaleko jariatzeaz gain, infiltrazio jakin bat erraztuz.

#### **2.4.2.3.- Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)**

Izen honekin, zabortegean sortzen diren eta hartatik erauzten diren lixibiatuak izendatzen dira. Erauzketa hori gauzatzeko, bi kudeaketa-sistema nagusi daude:

- Lixibiatuak grabitatearen bitartez ebakutzen dituen biltodia, galeria, etab.

- Zabortegei barrutik lixibiatuak ponpatzea.

Neurgailuen bitartez (emari-neurgailuak edo kontagailuak), lixibiatu hauen emaria berariaz kontrolatzeko eta erregistratzeko beharrari egiten dio erreferentzia «kontrolatutako» hitzak.

#### **2.4.2.4.- Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)**

Aurrekoak ez bezala, biltodien, galerien edo ponpen bidez ebakutzen ez diren (gutxienez, hasiera batean) lixibiatuak izendatzen dira epigrafe honekin. Aitzitik, era ezberdinetan sortu eta isurtzen dira, hala nola:

- Gainazaleko edo zabortegearen perimetroko iturbegi edo irteerak, ohiko kudeaketa-sistematik era berezian ebakutuak, bai zuzenean (bilduta, xukatuta, ponpatuta, etab.), edo bai «naturalki» ontzitik kanpora isurtzen direlako, ubide eta areketan edo, orokorrean, inguruko lurrazaleko sarean erantsiz.
- Zabortegei mugakide den harri-mendigunerantz lurpetik pasatzen diren lixibiatuak.
- Zabortegeko ontziaren eta lixibiatuen kontrol- eta erregistro-guneen (emari-neurgailuen) arteko kokapen batean, hodi edo biltegiatan sortutako ihesak. Hala, puntu hauetan kontrolatutako eta erregistratutako kopurua ez da lixibiatu-irteeren egiazko kopurua.

#### **2.4.2.5.- Biogasarekin batera dagoen ur-lurruna (BGL)**

Lurrun-egoeran dagoen ur-proportzio jakin bat dute zabortegei batetik isurtzen diren gasek. Gainera, zabortegei barruko ur-edukiaren kontsumoa edo aldakuntza baldintzatzen du biogasaren sorkuntzak berak. Hortaz, batetik, ura irtenarazten du prozesu honek eta, bestetik, berez irteeran «fisikoki» islatu ez dagoen barne-aldakuntza bat eragiten du. Oro har, gainerako sarrera eta irteerekin alderatuz, kopuru txikiak dira, baina, itxitako zabortegei batzuen kasu zehatzean, eragin esanguratsua izan dezakete sortutako lixibiatuen kopuruan.

Biogasa bildu eta kudeatzeko sistema zehatz bat egon ala ez, termino hau kontuan hartu beharra dago. Zabortegei askotan, ez dago halako sistemarik edo ez da bertako esparru guztietara iristen, eta kontuan hartu beharreko isurketa difusoak gertatzen dira.

#### **2.4.3.- Barne-aldakuntza**

Lehenago esan bezala, sarrerak eta irteerak bat-batekoak eta aldi berekoak ez izatea determinatzen du zabortegeko hondakin-masak. Aitzitik, denbora-tarte jakin batean, haren barneko ur-edukia aldatu egiten da, eta, balantze hidrikoa ezarri eta kuantifikatzerako orduan, aldakuntza hori kontuan hartu behar da. Hiru dira eduki hori aldatzeko era posibleak:

- Biltegiatutako ur askearen aldakuntza (AS).
- Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunaren aldakuntza (HHA).
- Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko uraren aldakuntza (AKB).

Edozein zabortegiren balantze hidrikoa egitean, hasteko, aukera hauek guztiak hartu beharko dira kontuan eta, hala badagokio, justifikatu egin behar da haietako batzuek zergatik ez duten parte hartzen.

#### **2.4.3.1.- Biltegitratutako ur askearen aldakuntza (AS)**

Zabortegei batean jalkitako hondakinak eta gainerako materialak metatu egiten dira, sistema hidrogeologiko batean bezala. Sistema horietan, ura honela aurki daiteke:

- Hondakinen eta gainerako materialen hezetasun gisa, hau da, partikula solidoei loturik edo elkarren artean konektaturik ez dauden eta, hortaz, ura mugitzea eragozten duten poroetan.
- Forma askean, hau da, partikula solidoen artean eta elkarren artean konektatuta dauden poroetan. Honela, ura mugitu egin daiteke eta zabortegiaren barruan zirkula dezake. Ur mota honi dagokionez (askea), hondakin-masaren barruan, bi gune bereiz daitezke, normalean:
  - Poroak lixibiatu-urez beterik dituen azpiko gune bat (gune ase)
  - Poroetako batzuk lixibiatu-urez beterik, baina beste batzuk lixibiatu-urik gabe dituen gaineko gune bat (gune ez ase). Aurrekoarekiko muga maila freatikoak zehazten du.

Lixibiatuak drainatu eta ebakutzeko sistemaren diseinua eta funtzionamendua baldintza egokienetan daudenean, gune ase minimoa izan behar da, edo, praktikoki, ez da egon behar. Lixibiatuak etengabe ebakatu behar dira, ontziaren hondoan meta ez daitezzen. Batzuetan, zabortegian jalkitako hondakin eta materialen metaketaren heterogeneotasunaren ondorioz (batez ere, tarteko estalduretan), zabortegiko azpialdeko gune asearekin konektaturik ez dauden gune aseak dituzten maila freatiko esekiak ager daitezke (zabortegei barruko ur «poltsak»).

Egoera hidrologikoaren eta masaren berezko ezaugarrien arabera, biltegitratutako ur askearen kopurua ezberdina izan daiteke. Balantze hidrikoa zehaztean, aldakuntza hauek kontuan hartu beharrekoak dira; izan ere, esate baterako, zabortegian sartu diren urak irteten ez badira, baliteke bertan biltegitratutako ura areagotzea eta horixe izatea urak ez irteteko arrazoia, eta ez galera edo ihes ezezagunak egotea.

#### **2.4.3.2.- Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunaren aldakuntza (HHA)**

Zabortegei batean, ez da biltegitratutako uraren aldakuntza soilik gertatzen, definitu dugunaren arabera. Jalkitako hondakinen eta gainerako materialen hezetasuna erantsi egiten zaie beren partikula solidoei, hots, metaketaren izaera askea ez dutenei, eta hezetasun hori baldintza hidrologikoen eta hondakin edo material motaren arabera aldatu egin daiteke.

### 2.4.3.3.- Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko aldakuntza (AKB)

Zabortegetako hondakinek prozesu eta eraldaketa fisiko, kimiko eta biologikoak izaten dituzte. Kasu batzuetan, bertako uraren edukia aldatzea eragiten dute. Izan ere, erreakzio jakin batzuen ondorioz, ura askatu egiten da; finkatu ere egin daiteke (fraguatzea); edota erreakzioek nahiz mikroorganismoek kontsumi dezakete. Erreakzio hauetako batzuek ez dute soilik ura kontsumitu edo finkatzen; biogasa sortu ere egiten dute. Balantzean, irteera gisa integratzen da, ur-isuri edo -irteera fisikoa gertatzen dela azpimarratzeko (biogasarekin batera dagoen ur-lurruna). Beste kasu batzuetan, ur-edukiaren barne-aldaketei fisikoki adskribaturik gelditzen da aldakuntza hori, irteera fisikorik gertatzen ez delarik.

## 2.5.- ZABORTEGI BATEN BARRUKO UR-FLUXUA

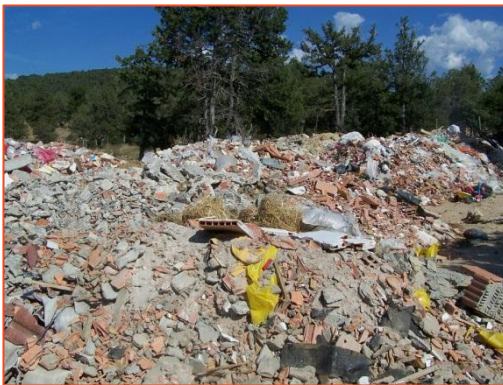
Zabortegei bateko uraren sarrerek, irteerek eta barne-aldaketek sistema dinamiko bat irudikatzen dute; hartan, ura ez dago geldirik, zabortegei barruan etengabe mugitzen baita. Zabortegei bateko balantze hidrikoak kontuan hartu behar du ikuspegi dinamiko hau, eta ez finko eta aldaezintzat jo sarrera, irteera eta barne-aldakuntzak. Ostera, sartu, barnean zirkulatu eta, azkenik, irten egiten diren fluxuez hitz egin behar du.

Hondakinak agerian dituen azalera duen zabortegei ireki baten kasu tipiko eta sinplifikatuan, sartzen den urak hainbat prozesu izaten ditu lixibiatu eran irten aurretik:

- Uraren zati bat atmosferara itzultzen da, metaketaren atalik azalekoenetan gertatzen diren ebapotranspirazio-prozesuen bitartez.
- Estaldura edo zigilatzeak eta, haien gainean, lurrazaleko fluxuak egon ezean, ebapotranspirazioaren bidez kanporatu ez den ura infiltratu egiten da eta hondakin-masaren barnealderantz jaisten hasten da, partikula solidoen artean dauden poroen bitartez.
- Jaitsiera honetan, xurgapen- eta kapilaritate-prozesuen bidez eta grabitatearen ekintzaren aurka, ura atxiki egin dezakete partikulek. Prozesu hauek materialen hezetasuna areagotzen dute, eta aske zirkulatzen duen ura gutxiagotu. Prozesu hauetan, muga batetik aurrera, materialek ezin dute ur gehiago atxiki eta, orduan, infiltratzen den ur guztiak aske zirkulatzen du. Muga honi *eremu-kapazitate* deritzo.
- Teorikoki eta baldintza egokienetan, material batean zehar ura aske jariatzen aurretik, material horrek atxiki dezakeen ur kopurua adieraziko luke eremu-kapazitateak. Halere, zabortegei bateko (edo lurzoru natural bateko) egiako baldintzek zehazten dute noiz agertuko diren ur-fluxuak, eremu-kapazitate horretara iritsi baino lehen. Honek harremana du bitartekoaren heterogeneotasunarekin, hau da, partikula solidoen eta poroen ezaugarriek eta banaketak duten aldakuntzarekin eta jarraitutasun-gabeziarekin.
- Atxiki gabeko ura hondakin-masaren barruan jaisten doan neurrian, fluxu horrek tartean kokatutako eta iragazgaitasun urria duen estaldura edo geruzaren bat aurki dezake. Orduan, oztopo honen gainetik, gune ase bat sortzen da; bertako poro guztiak urez beterik daude, eta bere goi-mugak maila freatikoko esekia definitzen du.

- Halako tarteko oztoporik ez badago, hondakin-masan behera doa ura; isurtze-ontziaren oinarri iristean, bertan metatu egiten da eta gunee asea sortzen du, eta bai oinarriko maila freatikoa ere. Lixibiatuak drainatzeko eta ebakutzeko sistemaren kokapenak eta eraginkortasunak baldintzaturik dago maila honen kokapena. Behar bezala, lixibiatuen sistema isurtze-ontziaren oinarrian badago, eta iristen den ur guztia etengabe ebakutzen badu, gunee asea minimoa izango da edo, praktikoki, ez da egongo.
- Zabortegei barruan jariatzean, ura partzialki atxikirik gera daiteke, hondakin eta materialen hezetasuna beren eremu-kapazitatetara areagotuz. Horrez gain, prozesu kimiko eta biologikoetan parte hartzen du eta, horien ondorioz, ura finkatu edo kontsumitu egin daiteke, hala nola ur «berria» askatuz. Azken hau, momentu zehatz batean dagoen ur kopuru osoarekin alderatuz, kopuru txikitik gertatzen da.

Zabortegei baten barruko fluxua sistemaren iragazgaitasunak baldintzaturik dago, eta hau, besteak beste, jalkitako materialen ezaugarriekin, antolamenduekin eta trinkadurarekin erlazionaturik dago, eta bai partikula solidoen artean gelditzen diren poroen ezaugarriekin ere. Zentzu honetan, zabortegeien xehetasunek duten heterogeneotasuna dela-eta, beren barruko iragazgaitasuna ez da propietate uniforme; aitzitik, puntu batzuetatik bestera aldatu egiten da, eta, aldi berean, poro txikietan zeharreko zirkulazio geldo eta difusoa eta makroporoetan edo lehentasunezko hodietan zehar doan fluxua egon ohi dira.



*1a-tik 1d-rako argazkiak - Iragazgaitasun orokorraren eta xehatuaren arabera, hondakin mota ezberdinek portaera hidrogeologiko ezberdinak sortarazten dituzte zabortegei barruan.*

Zabortegei baten barruko ur-fluxuaren mota espazioan aldatzen da, hau da, puntu batetik bestera, baina baita denboran ere, instalazioaren bizitzak aurrera egiten duen neurrian. Aldakuntza honek hemen du jatorria:

- Hondakinen eta beste material batzuen geruza ezberdinen segidaren antolamendua. Geruza bakoitzak portaera ezberdina du, eta ordura arte biltegian egondako zirkulazio-patroietan aldaketak eragiten dituzte.
- Denboran zehar, hondakin-masak duen bilakaera orokorra. Besteak beste, metaketa bertikalean hazten doan heinean, behealdeko geruzak trinkotu egiten dira eta honek hainbat fenomeno eragiten ditu, eta hondakinak etengabe erreakzionatu eta deskonposatzen dira.

Denboran zeharreko bilakaera kontuan hartuz, zabortegei zaharrek baino fluxu-proporzio handiagoa dute lehentasunezko hodietan zabortegei gazte askok. Apurka, hondakinen finkapen eta deskonposizio mailakatuak masa trinkotu egiten du eta, horrekin batera, aipatutako lehentasunezko hodiak itxi egiten dira. Hala, finagoa den pikor arteko porositatean zehar zirkulatzen duen fluxuaren proportzioa areagotu egiten da. Edonola ere, zabortegeian batera egoten diren material ezberdinek (askotariko hondakinak, estaldura-materialak, etab.) eta ustiapenaren erritmoa berak eta sistemak, maiz baldintzatu egiten dute «zabortegei gaztea/zabortegei zaharra» bilakaera hori sistematikoki hala ez izatea.

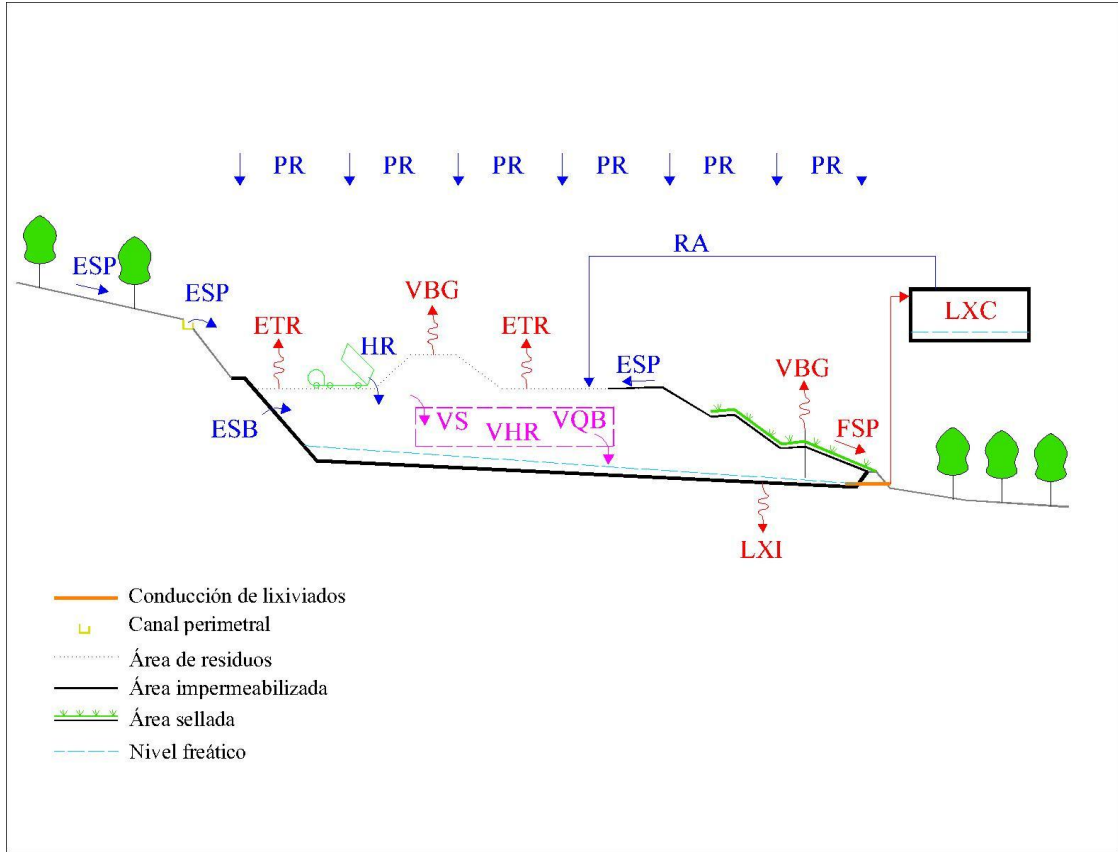
## 2.6.- BALANTZE HIDRIKOA

Balantze hidrikoaren definizioari jarraikiz, denbora-tarte zehatz baterako:

$$\text{SARRERAK} = \text{IRTEERAK} \pm \text{BARNE-ALDAKUNTZA}$$

Hortaz, balantze hidrikoa egiteko, zabortegei barruko ur-edukian gertatutako sarrera, irteera eta aldakuntzarekin erlazionatutako termino ezberdinak kuantifikatu beharra dago.





SARRERAK	IRTEERAK	BARNE-ALDAKUNTZA
Prezipitazioa (PR)	Ebapotranspirazioa (EET)	Biltegiatutako ur askea (AS)
Lurrazaleko jariatzea (LAI)	Lurrazaleko fluxua (LF)	Hondakinaren eta besteren hezetasuna (HH)
Lurpeko jariatzea (LPJ)	Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)	Erreakzioak (AKB)
Birkarga artifiziala (BA)	Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)	
Hondakinaren eta besteren hezetasuna (HH)	Biogasarekin baterako ur-lurruna (BGL)	

4. irudia - Zabortegi baten balantze hidrikoaren eskema orokorra eta terminoak



### 3.- Balantze hidrikoaren KONTZEPTU-EREDUA

Balantze hidriko bat garatu eta kalkulatzeko orduan ezarri beharreko derrigorrezko aspektuetan lehenengoa da zabortejiaren kontzeptu-eredua. Horretan, uraren sarrera eta irteera posible guztiak eta bere mugimendua hartu behar dira barne. Testuinguru honetan, «eredu» terminoak kontzeptu-ereduari egiten dio erreferentzia, ez eredu matematikoari edo informatikoari (softwarea). Hau ulertu eta zehazki definitzen ez bada, aurrerago egin beharreko kalkulu posible guztiak, informatika-programen laguntzaz egindakoak nahiz laguntzarik gabekoak izan, porrot egingo dute edo, gutxienez, ez dira fidagarriak izango.

Eredu-kontzeptuak baldintza hauek bete behar ditu:

- Balantzearen aplikazio-unitate ezberdinak bereiztea (adibidez, ontzi ezberdinak). Haietako bakoitzarentzat ezarri beharko da balantzea.
- Sarrera, irteera eta barne-aldakuntzaren aurretiazko azalpenaren arabera, parte har dezaketen posibilitate edo termino guztiak kontuan hartu eta berrikustea, haien artean parte hartzen dutenak egiazki zeintzuk diren definituz. Banan-banan posibilitate guztiak berrikusiz soilik bermatu ahal izango dugu aurrerago egin beharreko kalkuluak fidagarriak direla.
- Orokorrean, zabortejiaren dagoen urarekin erlazionatutako fluxu eta aldakuntza guztiak kontuan hartzea eta, zehazki, isurtze-ontzian dagoen urarekin erlazionatutakoak kontuan hartzea, eta ez soilik lixibiatuak sortzea errazten dutenak. Hortaz, zehazki, beharrezkoa izango da behin betiko zigilatutako eremuetan edo tarteko estaldurak dituzten eremuetan sortutako fluxuak ere zehaztea.

#### 3.1.- Eredua sortzeko datuak

Zabortejiaren kontzeptu-eredua ezartzeko, honako aspektu hauek ezagutu behar dira lehendabizi:

- Zabortejiaren ezaugarriak.
- Hondakinen ezaugarriak.
- Lurzoruaren ezaugarriak.
- Kudeaketa (lan-estrategiak, lixibiatu eta gasen kudeaketa).
- Kontrol-elementuak eta -sistemak.

Hauxe da aspektu hauek definitzeko bidea:

- Aurretiazko informazioa biltzea eta aztertzea.
- Zabortejia *in situ* ikuskatzea, datxekizkion sistema eta elementu ezberdinen funtzionamendu eta mantentzea ezagutu ahal izateko (adibidez, perimetroko hodian

garbiketa edo buxadura). Ikuskapenetako bat gutxienez uhaldi-egoera hidrológicoan egin beharko da.

Horrela lortutako informazioa azalpenen bidez irudikatuko da, eta bai eskemen, planoen eta mapen bidez ere, definitutakoa horizontalean nahiz bertikalean ikusi ahal izateko (profilak), eta *in situ* egindako ikuskapenetan egindako argazkiekin irudizatzeko.

### 3.1.1.- Zabortegiaren ezaugarriak

Uraren banaketan eta mugimenduan eragina duten azpiegitura erlazioatuak dituen sistema edo bolumen geometriko zehatz bati egiten dio erreferentzia zabortegei baten balantze hidrikoak. Beraz, nahitaezkoa da multzoaren eta aipatu azpiegituretako bakoitzaren xehetasunen ezaugarriak eta antolamendu geometrikoa ezagutzea. Ezagutza hauek izateko, azterlan ordenatu bat egin beharko da eta, haren bidez, honako hauek argi definitu beharko dira:

- Ontziaren geometria: morfologia, hartzen duen azalera, sakontasuna.
- Ontziaren hormen ezaugarriak: hondo iragazgaitza duen ala ez eta, hala badagokio, aurrez prestatutako eta oraindik iragazgaitzu gabeko guneen antolamendua; oinarria eta ezpondak iragazgaitzeko erabilitako materialen sekuentzia; eta, iragazgaitzerik egin ez bada, ontzia osatzen duten materialak identifikatzea.
- Ontziaren gainazalaren edo bertan bereiz daitekeen gune bakoitzaren ezaugarriak: hondakinak agerian dituen edo irekirik dagoen gunea, barne-bideak, behin behineko estaldura, behin betiko zigilatzea, etab. Gainera, haietako bakoitzaren tipologia, antolamendua, eremua eta malda.
- Perimetroaren eta inguruko elementuen tipologia, ezaugarriak eta geometria. Hala badagokio, hainbat esparru bereizi beharra dago: perimetroko bidea, zelaigunea, lurzoru natural edo zulatuko nahiz urbanizazioko berma edo mendi-hegala, etab.
- Urarekin erlazioatutako elementuak eta azpiegitura: perimetroko ubide, areka, estoldazulo, drainatze-sistema, hodi, biltegi, ur-hargune, suteetako ur-hargune eta abarren kokapena, ezaugarriak eta funtzionaltasuna, bai ontziaren inguruan eta bai, hala badagokio, haren barnean ere (adibidez, uraren infiltrazioa edota behin behineko estaldurak dituzten guneen drainatze eta ebakuazioa faboratzeko erabilitako lagin edo sakonuneak).
- Lixibiatuekin erlazioatutako elementuak eta azpiegitura: ponpatzearen edo grabitatearen bidezko kudeaketa- eta ebakuazio-sistemen kokapena, ezaugarriak eta funtzionaltasuna, hala nola biltodiena, ponpatze-putzuena, kutxatilena, hodierna, biltegierna, etab. Perimetroko edo zabortegei barruko ezponda unitarioen aldeko lixibiatu-iturbegiak.
- Gasarekin erlazioatutako elementuak eta azpiegitura: gasa erauzi, bideratu eta kudeatzeko putzu eta sistemen ezaugarriak eta funtzionaltasuna; zabortegeiari

dagokiolarik, antolamendua eta irismena; eta atmosferara isuri difusoak egiten dituzten guneak.

### 3.1.2.- Hondakinen ezaugarriak

Zabortejiaren barruan dagoen uraren edukian gertatzen diren aldaketetan eta fluxuan eragina dute bertan jalkitako hondakinen eta gainerako materialen metaketaren barne-ezaugarriek. Hortaz, honako hauek definitu beharra dago:

- Jalkitako hondakin eta material motak, barne hartuz kopuruak, sartzean duten hezetasuna, eta erreakzio kimikoak izateko edo biodegradatzeko duten potentziala.
- Biltegitratzeko erak: trinkotzen den ala ez.
- Lurraren edo beste material batzuen bidezko ekarpenak eta tarteko estaldurak.
- Hala badagokio, jalkitako hondakin motaren edo beste aspektu batzuen arabera, zaborteji barruko guneak bereiztea.

### 3.1.3.- Lurzoruaren ezaugarriak

Zabortejiaren eta bere inguruaren arteko truke hidrikoa kuantifikatzea ahalbidetzen du balantze hidrikoak. Zentzu honetan, beharrezkoa da zabortejia dagoen lurzoruaren ezaugarriak ezagutzea, barne hartuz intzidentzia hidrologiko-hidrogeologiko handiena dutenak:

- Zabortejiaren perimetrorantz ura isurtzen duten lurrazaleko arroak eta mendi-hegalak, errekek eta errekaetoak (egoera, maldak, landaretza).
- Zabortejiaren kokalekuan edo bere inguruan, ezagunak badira, dauden iturbegi edo ur-puntu historikoak (emariak, bolumenak).
- Zabortejia dagoen lurzoruaren mota eta iragazkortasuna.
- Funtzionamendu hidrogeologikoaren eskema, erregimen naturalean eta zabortejiak eraginda.

### 3.1.4.- Kudeaketa (lan-estrategiak)

Kontzeptu-eredua ezartzeko, balantze hidrikoko terminoetako batzuekin erlazioa izan dezaketen eta zabortejia kudeatzeko erabiltzen diren ohiko prozedurak ezagutu beharra dago, eta bai momenturen batean eragina izan ahal izan duten gorabeherak (eta beren ebazpena) ere. Hala, honako aspektu hauek kontuan hartu beharra dago (haietako batzuk lehenago eman dira aditzera):

- Lixibiatuen kudeaketa mota: grabitatearen edo ponpatzearen bidezko ebakuazioa, lixibiatuak isurtze-ontzitik erauzteko erritmo orokorra (etengabeko hustuketa, behin behineko metaketa eta ponpatze edo ebakuazio etena).

- Zaborteziaren gainazalean sortu edo sar daitekeen ur-jariatzea kudeatzeko era; hala badagokio, tipologia ezberdinetako guneak bereizi beharra dago: zuzeneko infiltrazioa, lixibiatuen sistema orokorrekiko hasierako bereizketa edo metaketa eta ondorengo nahasketa, gainazaleko bilketa-putzuetako behin behineko metaketa eta ebakuazio bereizia, putzurik gabeko hustubidea eta alboetarako ebakuazio zuzena, gune ezberdinak hidraulikoki bereizteko barneko kabailoiak erabiltzea, etab.
- Biogasa kudeatzeko era: bat ere ez, putzu pasiboak, erauzketa aktiboa, kondentsazioak eta gasak kudeatzeko tokia, etab.
- Gainazaleko ureztaketa orokortuaren bitartez lixibiatuak birziklatzea, edo toki zehatzetan egindako infiltrazioa (infiltrazio-putzuak).
- Bertako edo besteren lixibiatuak isurtzea.
- Dena dela xedea, zaborteziaren gainazala edo bere barneko gune zehatzen bat kanpoko urarekin ureztatzea (adibidez, barne-bideak), bai ur-hargune finkoen bidez, edo bai tanga mugikorren bidez.
- Zerbitzu, gurpil-garbigailu eta abarretatik eratorritako ur-isuriak.
- Era batean edo bestean, bai gertakarian eta bai haren ebazpenean, urarekin, lixibiatuekin edo balantze hidrikoa baldintzatzen duten aspektuetako batekin erlazionatuta dauden gorabeherak: suteak eta beroiek kontrolatzeko eta itzaltzeko ura erabiltzea, hondakin mota zehatz batzuekin batera egindako ohiz kanpoko ur-ekarpenak, biltegi eta hodietako ihesak, etab.

### 3.1.5.- Kontrol-elementuak eta -sistemak:

Sarrerei, irteerei eta uraren mugimenduari dagokienez, aurreko aspektuak aztertu eta definitzea izango da kontzeptu-eredua ezartzeko oinarria: zaborteziaren ezaugarriak, hondakinen ezaugarriak, lurzoruaren ezaugarriak eta kudeaketa. Berez, zabortegiko kontrol-elementuek ez dute eraginik ura antolatzeke eran, baina, kasu batzuetan, kontuan hartutako atariko eredua eralda dezakete eta, edonola ere, balantzearen kuantifikazioa egiteko oinarria dira.

Zentzu honetan, eta balantze hidrikoaren kontzeptu-eredua osatzeko aurretiazko informazio gisa, fase honetan, beren ezaugarri orokorrak eta egiten duten kontrol mota ezagutu beharra dago, balantzea egitean beren funtzionamendua, neurketak, etab. xehatu badaitezke ere. Ildo honetan, edozein kontrol-elementuren existentzia, kokalekua eta datuak baieztatuko dira, honako hauek berariaz barne hartuz:

- Behatoki meteorologikoa eta kontrolatu eta erregistratzen dituen parametroak.
- Lixibiatuak ebakatu eta kudeatzeko sistemarekin erlazionatutako kontagailuak edo emari-neurgailuak.

- Ur-laster naturaletako (hau da, erreka eta errekaetoetako) edo ubide eta bestelako eroanbideetako urekin erlazionatutako kontagailuak edo emari-neurgailuak.
- Ureztatzeko edo beste jarduera batzuetan erabilitako ur-sistemekin erlazionatutako kontagailuak edo emari-neurgailuak.
- Balantze hidrikoan eragina izan dezaketen eta uraren erabilpenarekin erlazionatuta dauden kontagailuak edo emari-neurgailuak (adibidez, zerbitzu edo gurpil-garbigailuetan erabiltzen den eta isurtze-ontzirantz ebakutzen den ura).
- Maila freatikoaren kokapena neurtzeko kontrol-putzutzat erabil daitezkeen zabortegi barruko kontrol-putzuak eta gasa erauzteko putzuak.
- Zabortegi barruan instalatutako piezometroak (presio-sentsoreak), iragazpenak aurkitzeko sistemak (adibidez, bigarren mailako drainatzea edo elektrizitatea detektatzeko sareak).
- Zabortegitik kanpoko kontrol-putzuak.
- Orokorrean, urarekin eta lixibiatuekin zuzenean edo zeharka erlazionaturik dagoen eta zabortegiak duen edozein kontrol-elementu edo -sistema.

Uraren parametro edo fluxu zehatzekin erlazionatutako kontrol-prozedura etenei buruzko gogoeta eta deskribapen orokor bat eginez osatuko da funtzionamendu jarraitua duten kontrol-elementu finkoen berrikuspena.

- Tangekin egindako ureztapen edo isuriaren kontrola, bai lixibiatuak direnean (birziklapena, isuri zehatzak) eta bai ura denean (ureztapen orokorrak, garbiketa, etab.).
- Gainazaleko uretan, perimetroko ubideetan, etab. egiten diren aldizkako kontrolak eta kontrol zehatzak.
- Kontrol-putzuetan egiten direnez gain, inguruko lurpeko uretan egiten diren aldizkako kontrolak eta kontrol zehatzak.
- Oro har, urari eta lixibiatuei dagozkien kontrol eta segimendu-informazio mota guztiak.

### 3.2.- Eredua kontzeptuala egitea

Informazioa bildu eta zabortegia ikuskatu ondoren (uhaldi-garaian, gutxienez, behin) eta aurreko ezaugarri guztiak aztertu eta definitu ondoren, kontzeptu-eredua sortu behar da. Horretarako, lehenago aipatutako balantzearen termino posible guztiak berrikusi behar dira, eta bai termino horiek definitutako egoerarekin bat egiteko edo hartan parte hartzeko modua ere. Zabortegi bakoitzaren ezaugarriak gorabehera, honako hauek egin behar dira:

- Haietakoren batek parte hartzen ez duela auresuposatu gabe, termino posible guztiak banan-banan berrikustea. Terminoren batek parte hartzen ez badu, kontrako frogara eman behar da eta ez alderantziz; hau da, termino bat ezezaguna bada edo hasieran deduzitu

egiten bada parte hartzen duela, ez da arrazoirik izango alde aurretik baztertzeko. Kontzeptu-ereduak kasu guztietan justifikatu behar du zergatik den gauza jakina termino jakin batek parte hartzen duela eta beste batek parte hartzen ez duela. Hasieran, era berean, eredia planteatzerako orduan zalantzak sortzen dituzten terminoak identifikatu egingo dira.

- Termino bakoitzak zein toki edo esparru zehatzetan parte hartzen duen edo parte har dezakeen identifikatzea. Hartarako, beharrezko datu guztiak halaberrez bildu behar dira atariko azterlanean (zaborteziaren, hondakinen eta lurzoruaren ezaugarriak, kudeaketa, kontrol-elementuak), eta datu horiek deskribaturik egon behar dira, baina baita eskema, mapa, profil, argazki eta abarren bidez eskuragarri ere.

2. taula - Kontuan hartu beharreko terminoak. Balantze hidrikoan parte hartzen duten ala ez justifikatu behar da.		
TERMINOAK	BAI/EZ/?	Tokia
<b>SARRERAK</b>		
<b>Prezipitazioa (P)</b>		
Prezipitazioa	BAI	Guztia
<b>Lurrazaleko jariatzea (LAJ)</b>		
Erreka edo errekastoen sarrera	Parte har dezakeen zehazteke	
Alboko mendi-hegaletako jariatzea	Parte har dezakeen zehazteke	
Alboko zelaigune nahiz kaleetako jariatzea	Parte har dezakeen zehazteke	
Ubideen gainezkatzearen ondoriozko jariatzea	Parte har dezakeen zehazteke	
Gune zigilatuetan edo tarteko estalduretan sortutako eta, edozein arrazoiengatik, infiltratu egiten den jariatzea	Parte har dezakeen zehazteke	
<b>Lurpeko jariatzea (LPJ)</b>		
Zehatza (iturbegi okluitua)	Parte har dezakeen zehazteke	
Difusoa, lurzoruaren eta zabortegiko isurtze-ontziaren arteko kontaktuan	Parte har dezakeen zehazteke	

2. taula - Kontuan hartu beharreko terminoak. Balantze hidrikoan parte hartzen duten ala ez justifikatu behar da.

TERMINOA	BAI/EZ/?	Tokia
<b>Birkarga artifiziala (BA)</b>		
Urarekin egindako ureztaketak (hargune finakoak edo tangak), ohikoak edo zehatzak	Parte har dezakeen zehazteke	
Lixibiatu-ureztaketak (birziklapena)	Parte har dezakeen zehazteke	
Zerbitzu, gurpil-garbigailu eta abarretatik eratorritako isuriak	Parte har dezakeen zehazteke	
Bertako edo besteren lixibiatuen isuri zehatzak	Parte har dezakeen zehazteke	
Biogas kondentsatuaren isuriak	Parte har dezakeen zehazteke	
Ontzira sarbidea duten hodi edo biltegien ihesak	Parte har dezakeen zehazteke	
<b>Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasuna (HH)</b>		
Hondakinek eta beste materialek sartzean duten hezetasuna	Ustiapenik bada	Ontzia
<b>IRTEERAK</b>		
<b>Ebapotranspirazioa (EET)</b>		
Ebapotranspirazioa	BAI	Guztia
<b>Prezipitaziotik eratorritako lurrazaleko fluxua (LF)</b>		
Gune zigilatu edo estalduretako jariatzea, alboetarantz bideratua	Parte har dezakeen zehazteke	
<b>Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)</b>		
Grabitatearen ondorioz: biltodia, galeria	BAI	Kontrol-gunea
Ponpatuz		



<i>2. taula - Kontuan hartu beharreko terminoak. Balantze hidrikoan parte hartzen duten ala ez justifikatu behar da.</i>		
TERMINOA	BAI/EZ/?	Tokia
<b>Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)</b>		
Lurrazaleko lixibiatu-iturbegiak, alboetarantz bideratuak	Parte har dezakeen zehazteke	
Alboko lurrazaleranzko lurpeko iragazpenak	Parte har dezakeen zehazteke	
Kontrolaren aurreko biltodi eta biltegi-tako ihesak	Parte har dezakeen zehazteke	
<b>Biogasarekin batera dagoen ur-lurrina (BGL)</b>		
Biogasarekin batera isuritako ur-lurrina	Parte har dezakeen zehazteke	
<b>BARNE-ALDAKUNTZA</b>		
<b>Biltegi-ratutako ur askearen aldakuntza (AS)</b>		
Gune ase(et)an biltegi-ratutako edo mugimenduan dagoen uraren aldakuntza	Litekeena da	Ontzia
<b>Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunaren aldakuntza (HHA)</b>		
Gune ez-ase(eta)ko hezetasunaren aldakuntza	Litekeena da	Ontzia
<b>Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko uraren aldakuntza (AKB)</b>		
Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko aldakuntza	Parte har dezakeen zehazteke	

### 3.3.- TERMINOEN PARTE-HARTZEA balantzean

Aipatu moduan, balantzeko termino batzuek parte hartzen duten ala ez zalantza dezakegu kasu jakin batzuetan. Hasieran, beharbada zalantza hauek ezin izango dira ebatzi; izan ere, hari buruzko datu zehatzen falta izan genezake (aldatu ote da hondakinaren hezetasuna?), edota aurrerago ebatzi behar den aldi baterako gabezia bat izan daiteke (une zehatzetan, ureztatu ote da guneren bat?). Edonola ere, termino bakoitzaren aplikagarritasun potentziala edo egiazko aplikagarritasuna deskribatu behar du kontzeptu-ereduak, kasu bakoitzean horri buruz izan daitezkeen ziurgabetasunak adieraziz.

Zalantzak eragiten dituen edo informazioa falta duen hori alde aurretik ez baztertzea da berrikuspen honen xede orokorra. Zenbaitetan, balantze batzuk gaizki sinplifikatzen dira; izan ere, hasierako planteamendutik, soilik agerikoa dena hartzen da kontuan, edo alde aurretik

ezaguna den kontrola duena. Hala, prezipitazioak, ebapotranspirazioa eta lixibiatuen emaria zenbatzen dira, eta kontabilizatutako desdoikuntzak «kuantifikatzen ezinezkoa den barne-aldakuntza» bati esleitzen zaizkio era generikoan, edota «ebapotranspirazioa kalkulatzeko izandako ziurgabetasuna»ri. Hain zuzen ere, ziurgabetasunak aurkezten dituzte kalkuluek, baina, logikoki, are handiagoak izango dira termino guztien parte-hartze posiblea norainokoa den ebaluatzen ez badugu eta beharrezko informazio guztia biltzen ez badugu aurretiaz.

Gainera, eta zenbakizko doikuntzaren zentzuan irizpide kuantitatiborik gabe, zabortegearen kudeaketarekin erlazionatutako eta hobe daitezkeen egoerak nabarmenarazi behar ditu balantzeak. Hortaz, termino guztien parte-hartze posiblea ebaluatuz, zabortegearen eta bere azpiegituren egiazko baldintzak errazago ebaluatu ahal izango dira, egoera aztertzeo prozedura xehatuago bat ezarriko baita. Era honetan, adibidez, zabortege batek perimetro-ubideak izate hutsak ez du inola ere esan nahi ziurtasun osoz esan daitekeenik inguruko lurrazaleko ur-sarrerarik ez dagoela. Aurretiaz egindako azterketa eta ikuskatzeetan berariaz bildutako informazioaren bitartez egiaztatu beharko da gai hau; izan ere, ubide hauek buxaturik egon daitezke, edo lehenago hala egon ahal izan dira, eta momenturen batean gainezka egin ahal izan dute.

Aurreko adibideak jarraitu beharreko prozedura argitzen du. Ez da zabortege bat teoriarik zer nolakoa den kontuan hartuz egindako berrikuspen orokor bat (ubideak ditu, hodiak ditu, ura desbideratzen duten tarteko estaldurak ditu, ez da ureztatzen, etab.), baizik eta egiazki edo gorabehera bat izan denean zer nolakoa den kontuan hartuz egindakoa (ubideak buxatzean edo uraldi bat bideratu ezin izan zutenean, ihesen bat egotean hodi batean, tarteko estaldura batetik eratorritako ura ponpatu ezin denean, hainbat egunetan ureztatzean baina sistematikoki ez egitean, etab.). Honen ondorioz, informazio-bilketa, azterketa eta aurretiazko ikuskapenak sakonak izan behar dira; hala, kasu bakoitzean, termino zehatz batek zergatik ez duen parte hartzen ondorioztatu eta justifika daiteke.

### **3.3.1.- Sarrerak**

Balantzean sarrera mota jakin batek parte hartzen ez duela justifikatzeko, honako irizpide hauek hartu behar dira kontuan:

#### **3.3.1.1.- Prezipitazioa (P)**

Beti hartzen du parte.

#### **3.3.1.2.- Lurrazaleko jariatzea (LA)**

Lurrazaleko jariatzearen ondoriozko sarrera baztertzeko, honako hauek egin behar dira:

- **Lurrazaleko ur-lasterren sarrera**
  - Errekak eta errekaetoak eten eta desbideratzeko elementuak badaude ere, zabortegearen perimetroarantz doan drainatze naturalaren sarea definitzea.

- Hala badagokio, antzeman, eten eta drainatzeko sistema artifizialen (presa txikiak, ubideak, arekak, kutxatilak, etab.) geometria, edukiera hidraulikoa eta ezaugarriak definitzea.
  - Gutxienez bi ikuskapenen bidez (uhaldian eta agorraldian), sistema horiek ongi dimentsionaturik eta mantendurik daudela eta era egokian funtzionatzen dutela egiaztatzea. Bereziki, sekzio hidraulikoa txikiagotzen duen arrakalarik, jalkinik, lurrik, landarerik, hondakinik, etab. dagoen behatu behar da, eta bai noizean behin gainezkatu egin diren adierazten duten zantzurik dagoen ere.
- **Mendi-hegaletako jariatzearen sarrera**
    - Beren jariatzeak eten eta desbideratzeko elementuak badaude ere, zaborteziaren perimetrorantz ura isurtzen duten mendi-hegalen azalerak definitzea.
    - Hala badagokio, antzeman, eten eta drainatzeko sistema artifizialen (ubideak, arekak, kutxatilak, etab.) geometria, edukiera hidraulikoa eta ezaugarriak definitzea.
    - Gutxienez bi ikuskapenen bidez (euritean eta uhaldian), sistema horiek ongi dimentsionaturik eta mantendurik daudela eta era egokian funtzionatzen dutela egiaztatzea. Bereziki, sekzio hidraulikoa txikiagotzen duen arrakalarik, jalkinik, lurrik, landarerik, hondakinik, etab. dagoen behatu behar da, eta bai noizean behin gainezkatu egin diren adierazten duten zantzurik dagoen ere.
- **Alboko urbanizazio bateko jariatzearen ondoriozko sarrera**
    - Beren jariatzeak eten eta desbideratzeko elementuak badaude ere, zaborteziaren perimetrorantz ura isurtzen duen alboko urbanizazioaren azalerak definitzea.
    - Hala badagokio, antzeman, eten eta drainatzeko sistema artifizialen (ubideak, arekak, kutxatilak, etab.) geometria, edukiera hidraulikoa eta ezaugarriak definitzea.
    - Gutxienez euriteetan egindako bi ikuskapenen bidez, sistema horiek ongi dimentsionaturik eta mantendurik daudela eta era egokian funtzionatzen dutela egiaztatzea. Bereziki, sekzio hidraulikoa txikiagotzen duen arrakalarik, jalkinik, lurrik, landarerik, hondakinik, etab. dagoen behatu behar da, eta bai noizean behin gainezkatu egin diren adierazten duten zantzurik dagoen ere.
- **Ubideek, arekek, etab. gainezka egitearen ondoriozko sarrera**
    - Dena dela beren xedea, jatorria eta helmuga, zabortegiko ubideen, areken, kutxatilen eta abarren sarea definitzea.
    - Sarearen geometria, edukiera hidraulikoa eta ezaugarriak definitzea.
    - Gutxienez bi ikuskapenen bidez (uhaldian eta agorraldian), sare horrek ongi dimentsionaturik eta mantendurik daudela eta era egokian funtzionatzen dutela egiaztatzea. Bereziki, sekzio hidraulikoa txikiagotzen duen arrakalarik, jalkinik, lurrik,

landarerik, hondakinik, etab. dagoen behatu behar da, eta bai noizean behin gainezkatu egin diren adierazten duten zantzurik dagoen ere.

- **Zigilatutako guneen edo tarteko estalduren gaineko eta alboetarantz desbideratu gabeko jariatzearen ondoriozko sarrera**
  - Azalera zigilatuak edo tarteko estaldurak dituztenak definitzea, eta bai beren ezaugarriak ere (geomintza, lurrak, geometria, maldak, etab.).
  - Azalera horien gainean sortutako jariatzea alboetarantz ebakutzeko sistema definitzea (grabitatearen ondorioz, perimetrorantz; edo, ponpatuz, barnealderantz), eta bai bere geometria, edukiera hidraulikoa eta ezaugarriak ere (jatorria, huste-puntua, etab.)
  - Urak etengabe, era etenean edo noizean behin ponpatzen badira, ponpatze horien datuak bildu behar dira, eta jariatze osoa sistematikoki ponpatu den zehaztea.
  - Gutxienez euriteetan egindako bi ikuskapenen bidez, alboetarantz ebakutzeko sistema horiek ongi dimentsionaturik eta mantendurik daudela eta era egokian funtzionatzen dutela egiaztatzea. Bereziki, sortutako egiazko fluxua behatu behar da, eta bai pitzadurarik edo etenunerik dagoen (geomintzan, lur-geruzan, etab.) eta sistemek akatsik edo buxadurarik duten ere.

### **3.3.1.3.- Lurpeko jariatzea (LPJ)**

Lurpeko jariatzearen ondoriozko sarrera baztertze, honako hauek egin behar dira:

- **Sarrera zehatza (iturbegi okluitua) eta sarrera difusoa**
  - Hondo iragazgaitzurik dagoen egiaztatzea.
  - Haren azpitik, gainazal azpiko drainatze-sarerik edota iturbegi okluituak antzeman eta desbideratzeko elementu zehatz edo linealik dagoen zehaztea.
  - Zuzenean nahiz zeharka, lurpeko urarekin eta hondoko iragazgaizpenarekin erlazionatutako gorabehera edo intzidentziarik ez dagoela egiaztatzea (iragazgaizpenaren azpipresioa, kanpoko kontrol-putzuetan izandako eragina, etab.)

Intzidentzia edo anomaliarik ezean, hasiera batean, hondo iragazgaitza duten zabortegetan lurpeko urik sartzen ez dela onartuko da. Irizpide berari jarraikiz, hasiera batean, hondo iragazgaitza ez duten zabortegetan lurpeko ura sartzen dela, lixibiatuak irteten direla edo, unearen arabera, bata edo bestea gertatzen direla onartuko da.

### **3.3.1.4.- Birkarga artifiziala (BA)**

Birkarga artifizialaren ondoriozko sarrera baztertze, honako hauek egin behar dira:

- **Urarekin egindako ureztapenak (suteak, hondakin-ekarpena, barneko bideen trinkotzea, etab.), hargune finkoen edo tangen bitartez.**
  - Sare finko bat dagoela egiaztatzea eta harekin erlazionatutako kontrol eta erregistroa baieztatzea (emari-neurgailua edo kontagailua).
  - Tangarik erabili ez dela baieztatzea, dena dela arrazoia.
- **Lixibiatu-ureztaketak.**
  - Sare finko bat dagoela egiaztatzea eta harekin erlazionatutako kontrol eta erregistroa baieztatzea (emari-neurgailua edo kontagailua).
  - Tangarik erabili ez dela baieztatzea, dena dela arrazoia.
- **Zerbitzu, gurpil-garbigailu eta abarretatik eratorritako isuriak.**
  - Ura edozein xedetarako darabilten elementu eta instalazio finkoen drainatze- eta ebakuazio-sistema eta -sareak egiaztatzea.
  - Makineria eta ekipamenduak garbitzeko edo mantentzeko lanak aldizka egiten diren tokietan, drainatzearen kokapena, ur-harguneak eta modua egiaztatzea.
  - Ontziaren perimetroan, tangarik erabili ez dela baieztatzea, dena dela arrazoia (adibidez, sarbideak garbitzeko).
- **Bertako edo besteren lixibiatuen isuri zehatzak.**
  - Egin ohi ez direla edo, edozein intzidentzia edo anomaliaren ondorioz, une zehatzetan egin ez direla egiaztatzea.
- **Biogas-kondentsatuaren isuriak.**
  - Biogasa antzemateko sistemarik dagoen egiaztatzea, eta bai haren kokapena eta ezaugarriak ere, kondentsatuak ebakutzeko tokia zein den berariaz jasoz.
- **Ihesak dituzten eta, beren kokalekua dela-eta, ura edo lixibiatuak ontzian sarraraz ditzaketen hodi edo biltegiak.**
  - Ur eta lixibiatuen sare eta biltegiak ontziarekiko duten kokalekua egiaztatzea eta ihes batek ontzian sarrerak eragin ditzakeen (teorian) zehaztea.
  - Mantentze-lanen programa eta erregistroa berrikustea.
  - Sare eta biltegien ageriko atalen egoera behatzea (arrakalak, pitzadurak, korrosioak, eraldaketak, etab.).

### **3.3.1.5.- Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasuna (HH)**

Hondakinak edo bestelako materialak jaso dituen zabortegietan, beti hartzen du parte hezetasunak.

### **3.3.2.- Irteerak**

Balantzean irteera mota jakin batek parte hartzen ez duela justifikatzeko, honako irizpide hauek hartu behar dira kontuan:

#### **3.3.2.1.- Ebapotranspirazioa (EET)**

Beti hartzen du parte.

#### **3.3.2.2.- Prezipitaziotik eratorritako lurrazaleko fluxua (LF)**

Zigilatutako guneen edo tarteko estalduren gaineko prezipitazioaren ondoriozko lurrazaleko fluxuaren irteera baztertzeko, honako hauek egin beharko dira:

- Azalera zigilatuak edo tarteko estaldurak dituztenak definitzea, eta bai beren ezaugarriak ere (geomintza, lurrak, geometria, maldak, etab.). Era berean, gainerako azalaren geometria definitzea (hondakinak barne).
- Prezipitaziotik eratorria den eta ontziaren perimetrorantz doan lurrazaleko fluxua egotearen «ezinezkotasun» teorikoa egiaztatzea.
- Ontziaren barnean egindako ur-ponpatze eten edo aldizkakoei buruzko datuak biltzea.
- Gutxienez euriteetan egindako bi ikuskapenen bidez, funtzionamendu hidrologikoa egiaztatzea. Bereziki, azalera mota bakoitzaren gainean (zigilatzeak, tarteko estaldurak, hondakinak, etab.) sortzen den egiazko jariatzea behatu behar da, eta bai haren jatorria, helmuga eta infiltrazioaren tokia ere, kasu bakoitzean.

#### **3.3.2.3.- Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)**

Beti hartzen du parte.

#### **3.3.2.4.- Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)**

Lixibiatuen irteera baztertzeko, honako hauek egin beharko dira:

- **Lurrazaleko lixibiatu-iturbegiak, alboetarantz drainatuak**
  - Honi buruzko informazioa biltzea.
  - Gutxienez euriteetan egindako bi ikuskapenen bidez, funtzionamendu hidrologikoa egiaztatzea. Hondakin-masan, bere perimetroan, ezponden oinarrian edo beste toki batzuetan (lixibiatuen jatorria eta helmuga), iturbegirik sortu den behatu behar da.

Iturbegirik egon ezean, arreta berezia jarri behar zaie perimetroan edo inguruko areka eta ubideetan lixibiatuek iraganean zirkulatu izanaren zantzuei (dekolorazioak, orbanak, errekaen aztarnak, etab.).

- Lixibiatuen eragina baztertzeko, gune zigilatuen eta tarteko estalduren gaineko prezipitaziotik eratorritako lurrazaleko fluxu gisa alboetarantz ebakutatutako uren kalitatea egiaztatzea.

- **Lurrazaleranzko lurpeko iragazpenak**

- Hondo iragazgaizturik dagoen egiaztatzea.
- Haren azpian, gainazal azpiko drainatze-sarerik dagoen zehaztea.
- Zuzenean nahiz zeharka, hondoaren iragazgaizpenarekin eta gainazal azpiko drainatze-sarearekin erlazionatutako gorabehera edo anomaliarik ez dagoela egiaztatzea (adibidez, sare honetan bildutako urek lixibiatuen eraginik ez dutela).
- Ontzitik kanpoko kontrol-putzuek lixibiatuen eraginik ez dutela egiaztatzea.
- Iraganean, zabortegiko uraren hondoan, lixibiatuek eragin izanaren zantzurik ez dagoela egiaztatzea.

Intzidentzia edo anomaliarik ezean, hasiera batean, hondo iragazgaitza duten zabortegietan lixibiatuak lurrazalerantz irten edo iragazten ez direla onartuko da. Irizpide berari jarraikiz, hasiera batean, hondo iragazgaitza ez duten zabortegietan lurpeko ura sartzen dela, lixibiatuak irteten direla edo, unearen arabera, bata edo bestea gertatzen direla onartuko da.

- **Beren kokalekua dela-eta, kontrolatu gabeak diren hodi edo biltegiako ihesak.**

- Lixibiatuen sare eta biltegien nahiz beroiek kontrolatzeko eta erregistratzeko elementuen ezaugarriak eta kokalekua egiaztatzea.
- Mantentze-lanen programa eta erregistroa berrikustea.
- Sarearen eta biltegien ageriko atalen egoera behatzea (arrakalak, pitzadurak, korrosioak, eraldaketak, buxadurak, etab.).
- Gutxienez uhaldian eta agorraldian egindako bi ikuskapenen bidez, lixibiatuak ebakutzeko sistemak funtzionatzen duela egiaztatzea. Hodien eta biltegien inguruan lixibiatuak azaleratzen den behatu behar da, eta bai inguru horretan, iraganean, lixibiatuak egon izanaren zantzurik dagoen ere (dekolorazioak, orbanak, errekaen aztarnak, etab.).

### **3.3.2.5.- Biogasarekin batera dagoen ur-lurruna (BGL)**

Biogasarekin batera ura irteten dela baztertzeko, jalkitako hondakin motak biogasik sortzen ez duela zehaztu behar da (ez-organikoa eta ez-biodegradagarria), kontuan izan gabe antzemate-sarerik edo desgasifikazio-elementurik dagoen ala ez.

### **3.3.3.- Barne-aldakuntza**

Balantzean barne-aldakuntza mota jakin batek parte hartzen ez duela justifikatzeko, honako irizpide hauek hartu behar dira kontuan:

#### **3.3.3.1.- Biltegitratutako ur askearen aldakuntza (AS)**

Kontzeptu-ereduan, beti hartuko da kontuan honen parte-hartzea eta, beraz, azkenean lortutako emaitza gorabehera, jarraian deskribatutako kalkulu-metodoari jarraikiz zehaztu behar da.

#### **3.3.3.2.- Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunaren aldakuntza (HHA)**

Kontzeptu-ereduan, beti hartuko da kontuan honen parte-hartzea eta, beraz, azkenean lortutako emaitza gorabehera, jarraian deskribatutako kalkulu-metodoari jarraikiz zehaztu behar da.

#### **3.3.3.3.- Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko aldakuntza (AKB)**

Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko barne-aldakuntza baztertzeko, honako hauek egin behar dira:

- Jalkitako hondakin motak biogasik sortzen ez duela zehaztu behar da (ez-organikoa eta ez-biodegradagarria), kontuan izan gabe antzemate-sarerik edo desgasifikazio-elementurik dagoen ala ez.
- Jalkitako materialetan erreaxiorik eta, besteak beste, hidrolisi- eta fraguatzeko prozesurik gertatzen ez dela edo, egotekotan, bazter daitezkeela ebaluatzea.

### **3.3.4.- Irizpide gehigarriak**

Kontzeptu-eredua ezartzean, oso lagungarria da prezipitazioen eta lixibiatu-emarien balioak aztertzea, eta bai kontuan hartutako denbora-tartean duten erlazioa ere. Horretarako, balio kuantitatiboak nahiz beren irudikapen grafikoa erabili behar dira (lixibiatuen eta prezipitazioen hidrograma). Balantze hidrikoaren analisiaren atalean sakonago garatuko dugu erlazio hau, baina, une honetantxe, informazio baliotsua eman dezake honako hauek egiten badira:

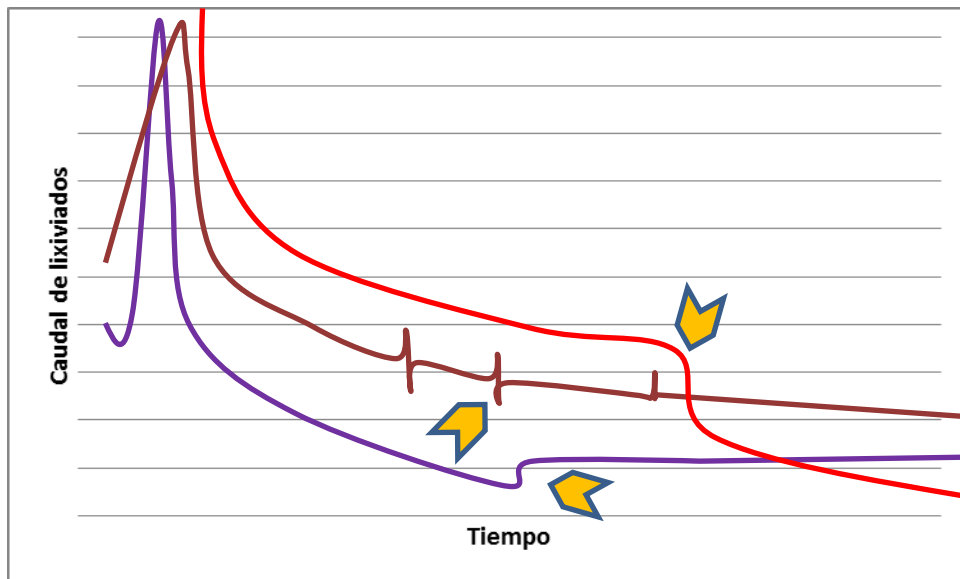
- Denbora-tartean zehar, prezipitazio-bolumenaren eta lixibiatu-bolumenaren artean «hasiera batean onargarria» den erlazioa dagoen edo, oster, bi kopuru horiek nabariki bateraezinak diren ebaluatzea.



- Denbora-tartean zehar, erlazio orokor hori bere horretan mantendu egiten den edo, aitzitik, une zehatz batetik aurrera (edo hainbat denbora-tartetan), erlazio horrek ageriko aldakuntza esanguratsuak dituen. Motaren bateko aldaketen ondorioz, balantzeko terminoetako bat aldatu egin dela iradokitzen dute aldakuntza horiek (adibidez, ustiapengune berriak ireki direla, tarteko estaldurak edo behin betiko zigilatzeak jarri direla, etab.)
- Lixibiatuen hidrograma berariaz ebaluatzea, badaezpada une horretako edo aurreko egunetako prezipitazioekin erlazionatu ezin diren xehetasunak edo aldaketak detektatzen badira.

Oro har, zabortejiaren egoerak bere horretan jarraitzen badu eta ez badago gorabeherarik, lixibiatuen prezipitazio eta emarien grafikoak bien arteko erlazio estua islatuko duela aurreikus daiteke, etenaldi eta aldaketa anomalarik gabe. Aitzitik, anomaliak detektatzen badira lixibiatuen hidrograman, egoera aldatu dela adierazten duen zantzia izan daiteke, edota gorabehera batena. Horrekin, kasu batzuetan, une zehatz batetik aurrera aldaketa bat gertatu dela frogatu daiteke, eta bai haren kausa bilatu eta kontzeptu-ereduan jaso ere. Beste kasu batzuetan, fenomeno edo egoera zehatz bat bakarrik izan daiteke, baina, era berean, kontzeptu-ereduan kontuan hartu beharra dago.

Kontzeptu-ereduaren planteamenduari laguntzeko, lixibiatuen prezipitazio eta emariaren erlazioaren lehen ebaluazio hau egiteko, logikoki, beharrezkoak izango dira balantzearen denbora-tartean lixibiatuen prezipitazio eta emariak izandako datuak. Datu horiek, gainera, anomalia posibleak agerian uzteko besteko denbora islatu behar dute (eguneroko datuak).



5. irudia - Kontzeptu-eredua ezartzeko, aztertu eta kontuan hartu beharreko aldaketa edo intzidentziaren bat agerian uzten duten anomalia posibleetako batzuk (erregistroa edo hidrograma).

### 3.4.- Eredua kontzeptuala

Parte har dezaketen termino ezberdinen berrikuspenetik eta zabortegi barruko toki zehatzekiko esleipenetik (edo, prezipitazioaren kasuan bezala, zabortegi osoarekiko esleipenetik) eratorria da sarreren, irteeren eta barne-aldaketen kontzeptu-eredua. Arreta berezia jarri beharko zaie zabortegi barruko gune ezberdinek izan dezaketen ageriko azalera motaren identifikazioari eta bereizketari eta, hala badagokio, honako hauek bereizi beharko dira:

- Agerian dauden hondakinak dituen azalera.
- Tarteko estaldura minerala (lurrak) edo hondakinen gainean dauden lurrak dituzten bideak.
- Hondakinen gainean dagoen geomintza duen tarteko estaldura.
- Soilik minerala den behin betiko zigilatzea (lurrak).
- Geomintza duen behin betiko zigilatzea.
- Oraindik ustiatu gabeko gune baten hondoaren iragazgaizpena.
- Oraindik prestatu gabe dagoen eta hondo iragazgaitza ez duen gune bateko lurzoru naturala.
- Gune batzuetako landaretza.
- Eta abar.

Sortutako fluxuak eta balantzean dagozkien kalkuluak aldatu egiten direnez gainazal motaren arabera, garrantzitsua da gainazal moten eta erlazionatutako fluxuen identifikazio eta deskribapen hori ahalik eta zehatzen egitea. Kasu bakoitzean, gainazal mota bakoitzak duen azalera neurtu beharra dago ( $m^2$ -tan), eta hau ezin da ebaluazio orokorrekin ordeztu («gutxi gorabehera, erdia mota batekoa da eta beste erdia, bestekoa»).

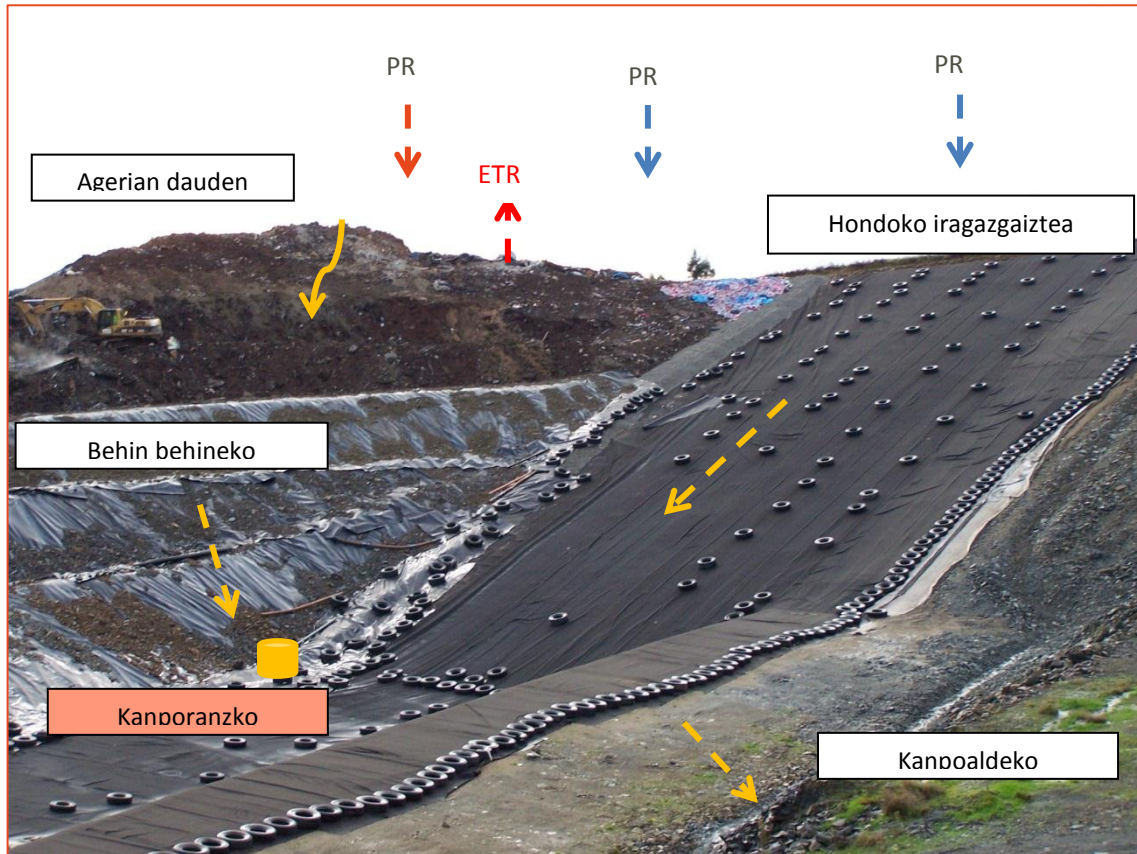
Bistaratu, erabili eta interpretatu ahal izateko, behar beste xehatutako eskala duten planoen bitartez irudikatu behar da kontzeptu-eredua:

- Zabortegiaren eta bere inguruen mapa eta eskema, kontuan hartutako gune eta elementu ezberdinak zehatzuz: agerian dauden hondakinak dituzten guneak, behin behineko estaldurak dituzten guneak, gune zigilatuak, isurialde-hegalak, perimetroko urbanizazioa, ubideak, lixibiatuentzako hodiak, kontrol-putzuak, etab. Berariaz baina ez zehaztasunez, adierazgarri moduan:
  - Plano topografiko batean, zabortegiak dituen gelaxka edo ontzi ezberdinen azalera mugatu behar dira, bakoitzean honako hauek adieraziz: geruzen sekuentzia, azalera ( $m^2$ -tan), lixibiatuak drainatzeko sarearen trazadura eta bere ezaugarri nagusiak

(materialak, tamainak, maldak), eta lixibiatu-emariak neurtzeko puntuaren kokalekua eta ezaugarri nagusiak. Argazki panoramiko argigarriak edo airetiko argazki nahiz ortoargazkiak jasoko dira, data adieraziz (urtea eta hila). Plano honetan, uneko kontserbazio-egoeraren deskribapena egingo da (behatutako gabeziak eta egindako konponketak, datak adieraziz).

- Plano topografikoan, behin behineko nahiz behin betiko zigilatzeek edo agerian dauden hondakinak dituzten gainazalek zabortegian hartzen duten azalera mugatu behar da, haietako bakoitzaren geruza-sekuentzia eta azalera ( $m^2$ -tan) adieraziz. Argazki panoramiko argigarriak edo airetiko argazki nahiz ortoargazkiak jasoko dira, data adieraziz (urtea eta hila). Plano honetan, bere gainazalean burututako jardueren deskribapena jaso behar da, enfasia jarriz ura ekar dezaketen jardueretan (adibidez, ureztapenak) edota zigilatze-sekuentzia nahiz uneko kontserbazio-egoera kalte ditzaketen jardueretan (behatutako gabeziak eta egindako konponketak, datak adieraziz).
- Plano topografikoan, perimetroko ubideen trazadura eta beren ezaugarri nagusiak mugatu behar dira (materialak, tamainak, maldak), gainezkatu gabe bidera dezaketen emaria adieraziz, eta bai, ahal dela, gehieneko emari horiek sortzen dituen prezipitazioa ere. Plano honetan, uneko kontserbazio-egoeraren deskribapena jaso behar da, datak adieraziz (behatutako gabeziak eta egindako konponketak, hala nola: urak presatzen dituen harririk, adarrik edo historik dagoen, ubideek arrakalarik duten, etab.).
- Aurreko planoetan, aipatutako azpiegituretako bakoitza zein urtetan instalatu den adierazi behar da. Ahal dela, obra bakoitzaren hasiera- eta amaiera-datak adierazi behar dira (datak balantze hidrikoan kontuan hartutako denbora-tartearen barruan badaude izango da aipagarria aspektu hau).
- Uraren sarrera- eta irteera-fluxu ezberdinak irudikatzen dituzten profilak, eta bai antolatutako elementu hidrologikoekin duten erlazioa ere (lixibiatuen bilketa, lurrazaleko jariatzeen sarrerak, etab.).

Mapa, profil eta eskemetan, balantzeko parte-hartzailatzat jo diren termino guztiak jaso behar dira, eta bai hasierako zalantzak eragin dituzten terminoak ere. Ereduari lagunduko dion deskribapenean, parte-hartzen ez duten terminotzat jotakoak ere jaso behar dira, parte ez hartzeko arrazoia behar bezala justifikatuz. Esan bezala, justifikazio hori emateko, zabortegiaren diseinu teorika ezagutzea ez da nahikoa; izan ere, haren errealitatean oinarritu behar da.



2. argazkia - Kontzeptu-ereduaren argazki argigarria Mapa, profil eta eskemen bidez, gainazal bakoitza eta uraren sarrera edo irteera bakoitza identifikaturik eta irudikaturik egon behar dira.

Horrela irudikatutako kontzeptu-eredu batekin, termino bakoitzari dagozkion kalkuluak garatu ahal izango dira eta, hasteko, toki ezberdinak, parte hartzen duten azalerak eta prozesuak gaizki jasoz gero gerta litezkeen akatsak minimizatuko dira. Definitutako ur-fluxuak ulertu egin behar dira, kontzeptu bera birritan ez zenbatzeko edo baten bat aintzat ez hartzea saihesteko. Adibidez, orokorrean, prezipitazioak ur-sarrera eragiten du zabortegean, baina, berorren atal bateko ebapotranspirazioa gertatu ondoren, soilik iragazgaitzak ez diren guneeetan gertatzen da sarrera fisikoa, adiera hertsian. Dena dela arrazoia eta dena dela unea, haren barruan isurtzen duen gune iragazgaitz bat badago zabortegean, gai hau kontuan hartu beharra dago. Sarrera hori ez da «mekanikoki» planteatu behar, zabortege osoko prezipitazioari gune horretatik eratorritako lurrazaleko jariatzea gehituz; izan ere, uraren zati bat birritan zenbatzea ekarriko luke horrek. Bat ere ez errepikatu edo ahazteko, planteatutako fluxu guztietan aplikatu behar da kontzeptu-eredu hau.



3. argazkia - Hondoa iragazgaizteko kokatutako «rain-flap», zabortegei barruko sektoreak hidraulikoki bereizteko.

### 3.5.- Kontzeptu-ereduaren aldaketak

Edozein zabortegeitako balantze hidrikoaren kontzeptu-eredua aldatuz doa eraikitzen eta ustiatzen den heinean, eta itxi ondorengo fasean ere alda daiteke. Balantze hidriko bakoitza eta, hortaz, kontzeptu-eredu bakoitza instalazio, elementu eta baldintza zehatzak dituen denbora-tarte zehatz bati dagozkio, eta ezin da zabortegeiaren bizitza osora estrapolatu. Ageriko edo zigilatutako gainazalak aldatu egiten dira, zabortegeian eragina izan dezaketen urbanizazio-obrak egin daitezke, agian une batean aplikatutako kudeaketa-elementuek ez dute beste batzuetan balioko (adibidez, ureztapenek), etab.

Ondorioz, funtsezkoa da delako zabortegeiaren ezaugarri aztertuak kontuan hartuz sortutako berariazko eredu batean oinarritzea balantze hidriko bakoitza. Hortaz, denbora igaro ahala, eredu berrikusi eta eguneratu egin beharko da, soilik hasierakoa erabili gabe. Lehenago esan bezala, zabortegei baten balantze hidrikoak honako hauei egiten die erreferentzia:

- Denbora-tarte zehatz bati.
- Denbora-tarte horretan, zabortegeiak duen egoera zehatz bati.

Edozein arrazoiren ondorioz, kontuan hartutako denbora-tartean, zabortegeian aldaketarik egiten bada (adibidez, ontzia handiagotuz, esparruren baten gainazala estali edo zigilatuz, etab.), izandako egoera ezberdinen kopuruaren hainbesteko eredu eta balantze partzialetan xehatu beharko dira kontzeptu-eredua eta ondorengo kalkulua edo, gutxienez, egoeren aniztasuna eredu eta balantze bakarrean haztatu beharko da.

## 4.- BALANTZE HIDRIKOAREN KALKULUA

Kontzeptu-ereduan oinarrituz, kontuan hartutako denbora-tartean zaborteziaren balantze hidrikoan parte hartzen duten termino bakoitzari dagokion kalkuluak garatu behar dira. Kasu guztietan, denbora-tarte jakin batean zaborteziaren sartu, irten edo aldatzen den ur eta lixibiatuen bolumena zehaztea da kalkuluaren xedea.

Kalkulu hauek egiteko, beharrezkoak dira abiapuntuko datu kuantitatiboak. Termino batzuen kasuan, zenbakizko abiapuntu-datu hauek zuzenean neurtu beharra dago (prezipitazioa, kontrolatutako lixibiatuak, birkarga artifizialak, etab.). Gainerako terminoei dagokienez, ziurrenik ez da zuzenean neurtzeko tresnarik egongo eta, beraz, beharrezkoa izango da parte hartzen duten parametroetan oinarritutako gutxi gorabeherako kalkuletara jotzea (adibidez, iragazgaiztu gabeko hondo batetik sartu den eta, zuzenean zenbatu ordez, iragazgaiztasun-balioan oinarrituz zehaztu den ura). Azkenik, beste termino batzuei dagokienez, baliteke parte hartzen duten parametroen daturik ere ez egotea; hortaz, gutxi gorabeherako kalkulua egiteko, datu bibliografikoak edo zabortezi berean nahiz konpara daitezkeen beste batzuetan aurretiaz izandako esperientziak hartu behar dira kontuan.

Datu eta neurketa zuzenen kasuan (prezipitazioa, kontrolatutako lixibiatuak, birkarga artifizialak, etab.), zenbaitetan, eta askotariko arrazoen ondorioz, abiapuntu-serieak ez daude osaturik; aitzitik, tarte hutsak izaten dituzte. Hori gertatzen denean, konponezintzat jo beharrean, honako hau egin beharko da:

- Prezipitazioaren kasuan, hurbileko behatoki nabarmenekin korrelazioa eginez, datu-seriea osatzea.
- Lixibiatu-emariaren kasuan:
  - Ahal dela, daturik gabeko denbora-tartean izandako emaria balioestea, kontuan hartuz, bereziki, prezipitazioa eta zaborteziaren egoera, eta bai emari horrek datuak izan badituen denbora-tartean izandako bilakaera orokorra ere.
  - Aurreko balioespenari eman dakizkiokeen adierazgarritasun eta fidagarritasunaren arabera, datu errealak dituen denbora-tarte luzeenaren balantzea ebaluatzea (balantzearen denbora-tarte orokorraren barruan). Beharrezkoa bada, aurreko denbora-tarte orokorreko datuak har daitezke kontuan. Balantzeko terminoen zenbakizko kuantifikazioa eta, bereziki, irteerei, sarrerei eta kontrolatuak edo ezagunak ez diren egoerei dagokienez, ondorioak ateratzea da ebaluazio honen helburu zehatza.

Abiapuntuko datuen zehaztasun eta fidagarritasunari buruz orokorrean esandakoa datu horiekin geroago egindako kalkulu-prozeduren zehaztasun eta fidagarritasunari aplikatzen zaie. Zabortezi bateko egiazko prozesuak hain dira konplexuak, ezen edozein kalkulu-metodologiak, aurreratu eta osoenak barne, errealitate hori halabeharrez sinplifikatu behar baitu.



Aurrekoagatik guztiagatik, aldagai askok parte hartzea eskatzen duten prozedura konplexuak aukeratu beharrean, aurrerago adierazitako kalkulu-metodoak hautatu ditugu balantzeko terminoetako bakoitzarentzat. Egoera orokorretan ere erabilgarriak izateko erabiltzen ditugu hautaketa hori. Batzuetan, parametro ezberdinen balioespenetan eta prozesuen sinplifikazioan oinarritutako kalkulu-metodoak dira eta, horregatik, emaitzak gutxi gorabeherakoak dira kuantitatiboki.

Edonola ere, zuzenean neurtutako datuekin dela, edonolako balioespenekin dela, kalkulua argi garaturik eta justifikaturik egon behar da, erabilitako datu eta kasu guztiak azalduz eta, hurrenez hurren, honako hauek adieraziz termino bakoitzean:

- Abiapuntuko datuak.
- Kalkuluak.
- Emaitzak.

Balantze hidrikoan parte hartzen duten terminoetako askori dagokienez, azalera zehatz eta mugatuak ( $m^2$ ) dituzten guneekin dute erlazioa egin beharreko kalkuluak (agerian dauden hondakinak dituen gainazalean prezipitatutako bolumena, tarteko edo behin behineko estaldura jakin baten gainean eroritako prezipitazioak sortutako lurrazaleko jariatzeari, etab.) Ondorioz, kalkuluetan, hala dagokionean, aipatu gune eta gainazalak kontuan hartu eta bereizi egin behar dira. Horretarako, kontuan hartu behar da kontzeptu-eredua, kontuz ibiliz lurrazaleko sarrera edo irteera posibleak zabortege osora ez hedatzeko eta ur bera birritan ez zenbatzeko (adibidez, tarteko estaldura bateko prezipitazioa+estaldura horretan sortutako lurrazaleko jariatzeari).

Balantze hidrikoek denbora-tarte zehatz bati egiten diote erreferentzia (urtebete, hainbat hil, etab.). Honek ez du esan nahi termino bakoitzari buruz lortu eta erabili beharreko abiapuntu-datuak denbora-tarte horri dagokion guztizkoak direnik, baizik eta:

- Gutxienez parametro nagusiei dagokienez (prezipitazioa, ebapotranspirazioa, kontrolatutako lixibiatuak) **eguneroko datuak** kontuan hartu eta kontrolatu behar dira.
- Eguneroko datuen irizpide bera aplikatu dakieke zuzenean erregistratu beharreko beste parametro batzuei (hala nola ureztapenak, zerbitzuen ur-isuriak, gurpil-garbigailuak, etab.).

Zabortege baten barruan sartu, irten edo aldatzen diren ur-bolumenei egiten diete beti erreferentzia balantze hidrikoek. Hortaz, Unitateen Nazioarteko Sistemaren unitateetan (SI, antzinako Sistema Metriko Hamartarra) bolumenak lortzera bideraturik egon behar dira kalkulu guztiak. Siren unitatea  $m^3$ -a da. Kalkuluak egitean, arreta jarri behar zaie beste parametro batzuekin erlazionatutako unitate moten erabilerari eta bihurtetari, eragiketek unitate koherenteak izan ditzaten.

## 4.1.- Sarrerak

Jarraian datozen ataletan kasu bakoitzerako adierazitakoaren arabera, taula honetan sintetikoki adierazitako prozeduren arabera kalkulatu dira sarrerak.

3. taula - Sarrerak kalkulatzeko metodologia.	
Abiapuntuko datuak	Kalkuluak
<b>Prezipitazioa (PR)</b>	
Behatokiaren datu meteorologikoak.	Kalkulurik gabe. Zuzeneko datuak.
<b>Lurrazaleko jariatzea (LAJ)</b> Ur-laster naturalaren sarrera – Mendi-hegaleko jariatzearen sarrera – Urbanizazioko jariatzearen sarrera Ubideen gainezkatzearen ondoriozko sarrera – Tarteko estalduretako edo zigilatutako gunetako jariatzearen sarrera –	
Emari-neurgailuak eta kontagailuak. Behatokiaren datu meteorologikoak. Datu edo behaketa zehatzak – zuzenekoak Jariatzeak sortzen dituzten gunetako gainazalak, maldak, estaldurak, etab. Hidrogeologia.	Kalkulurik gabe emari-neurgailu eta kontagailuen zuzeneko datuen kasuan. Dagozkion arro eta isurialdeetan izandako euri erabilgarriaren kalkulua, eta ondoriozko infiltrazioaren eta lurrazaleko jariatzearen balioespena, kontuan hartuz gune bakoitzaren ezaugarriak. Behaketa zehatzetan oinarritutako balioespenak eta erregimen meteorologiko-hidrologikoa.
<b>Lurpeko jariatzea (LPJ)</b> Iturbegi okluituak – Ontziaren hondoko sarrera difusoa	
Iturbegien datu historikoak. Lurzoruaren eta metaketaren iragazgaitasuna. Funtzionamendu hidrogeologikoa. Kanpoaldeko eta barnealdeko maila freatikoa.	Kalkulurik gabe zuzeneko datu historikoen kasuan. Darcyren legearen bidezko kalkulua.



3. taula - Sarrerak kalkulatzeko metodologia.	
Abiapuntuko datuak	Kalkuluak
<b>Birkarga artifiziala (BA)</b>	
Hargune finko edo tangetatik egindako ureztapenak – Lixibiatuekin egindako ureztapen edo birziklatzeak – Konektatutako instalazioetako uraren isuriak (zerbitzuak, gurpil-garbigailuak, etab.) – Bertako edo besteren lixibiatuen isuriak – Gas-kondentsatuen isuriak – Zabortegean sartzen diren eta biltegi nahiz hodietatik datozen ihesak.	
Emari-neurgailuak eta kontagailuak. Erabilitako tangak, bakoitzaren edukiera, jatorria eta helmuga.	Kalkulurik gabe. Zuzeneko datuak.
<b>Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasuna (HH)</b>	
Laborategian emandako zehaztapenak, balego. Jalkitako hondakinen eta bestelako materialen kopurua.	Zuzeneko kalkulua (sartutako materialaren kopurua eta haren hezetasuna). Zabortege bereko eta hondakin mota beraren edo alderagarriak diren zabortegei eta hondakinen aurreko informazioan oinarritutako balioespenak.

#### 4.1.1.- Prezipitazioa (PR)

Orokorrean, zabortegeetan sartzen den uraren iturburu nagusia da prezipitazioa eta, horregatik, ahalik eta era zehatzenean ezagutu beharra dago. Halaber, berori neurtzen duten behatoki meteorologikoek emandako datuen bidez lortzen da ezagutza hori.

##### 4.1.1.1.- Abiapuntuko datuak

Tokian bertan kokatutako behatoki batean neurtu behar da zabortegei batean izandako prezipitazioa. Beste fenomeno meteorologiko batzuk ez bezala, prezipitazioa fenomeno sotila da, ez jarraitua, eta aldakuntza nabarmenak izan ditzake bata bestearengandik hur dauden bi tokitan. Zabortegean behatokiak izan ezean, lurraldeko behatokitik neurtutako prezipitazioa hartzen bada erreferentziatzat, aipatu aldaketen ondorioz, era okerrean zenbat litezke ur-bolumen garrantzitsuak.

Beraz, prezipitazioa zehazteko abiapuntuko datuak zabortegean dagoen behatoki batekoak izan behar dira; parametro honi dagokionez, gutxienez, eguneroko prezipitazioa erregistratu behar du eta, ahal izanez gero, orduko prezipitazioa. Behatoki hau ondo mantendurik eta funtzionamenduan egon behar da, balantzearen denbora-tartean datu egokiak izan ditzagun. Zabortegearen barruan kokaturik egon behar da; era honetan, kanpoko elementu edo egoerek, hala nola hurbileko eraikinek, zuhaitzek, etab. ez diete neurketei eragingo.



4. argazkia - Euri-neurgailua duen behatoki bat, zabortegi batean

Zabortegi bakoitzak bere behatoki meteorologikoa edukitzeko beharizanari inolako kalterik egin gabe, gau egun, bat ez duten zabortegirik badago oraindik. Horregatik, balantze hidrikoa kalkulatzeko, zabortegian gertatzen denaren adierazgarriak diren kanpo-behatokietara jo beharra dago. Zenbat eta hurbilago egon behatokiak eta zenbat eta antzekoagoak izan beren baldintza mikroklimatikoak, orduan eta adierazgarriagoak izango dira datuak. Ezin konta ahala aspektuk gobernatzen dituzte baldintza hauek (altitudea, inguruko orografia, haizeekiko esposizioa, etab.); beraz, izatekotan, kanpo-behatokietan jasotako datuen adierazgarritasuna ebaluatu eta justifikatu beharra dago, honako hau kontuan hartuz:

- Zabortegian bertan kokatutako behatokiaren kasuan, datu meteorologikoak ontzat emateko, erregistro automatikoak egiteko gaitasuna izan behar dute behatokiak, zerbitzuko langileak instalazioetan ez daudenean ere. Datuak jasotzeko instalatutako ekipoen homologazioari eta estandarizazioari buruzko dokumentazioa aurkeztu beharko du kudeatzaileak. Gainera, beren bizitza baliagarri osoan sentzore meteorologikoak kalibraturik eta mantendurik izateko plan bat idatzi eta bete behar du derrigorrez ustiatzaileak.
- Kanpo-behatokietara jo behar izatekotan:
  - Behatoki bakar bateko datuak erabiltzeko, hurbilen dagoena izan behar da, eta honako hauek justifikatu beharra dago: zabortegia bere irispidearen barruan dagoela, antzeko baldintza geografikoak dituela (altitudeari eta latitudeari dagokienez), jokamolde klimatiko ezberdinak sorraraz ditzakeen gorabehera geografiko esanguratsurik ez dagoela eta, Meteorologia Institutu Nazionalaren, Euskalmeten edo jite bereko organismo ofizialen ohiko irizpideen arabera, behar bezain adierazgarria den iraupeneko datu-erregistroa duela (urtetan).

- Gainerako kasuetan, hurbilen dauden, zabortegiaren kokalekuaren portaera klimatiko bertsua duten eta haren inguruan triangelu bat osatzen duten hiru behatokitian jasotako datuetan oinarrituz haztatu behar dira datuak.

Posibilitate hauek aintzat hartuz (zabortegiko behatokia, kanpo-behatokiak), kontuan hartutako denbora-tartean izandako eguneroko prezipitazioak dira gorde beharreko abiapuntuko datuak, eta, ondorengo analisi eta interpretazio potentzialetarako, aurreko egunetako prezipitazioen datuak (urteko balantze baten kasuan, gutxienez, aurreko hileko datuak). Datu horiek hemen jasotzeko behar dira:

- Zabortegiko behatokia: zuzenean hemen, ezarritako kontrol- eta erregistro-programaren arabera.
- Kanpo-behatokiak: epe eta era egokian, bertan jasotako datuak eskuratzea ahalbidetzen duten behatoki eta sare fidagarriak. EAEn, beste erakunderen batek kudeatutako eta adierazgarriagoa den beste kanpo-behatokirik egon ezean (Foru Aldundiek kudeatua, adibidez), Euskal Meteorologia Agentziak (Euskalmetek) jasotako datuak erabiliko dira. Sareko estazio ezberdinen datuak bere webgunean atzi daitezke (<http://www.euskalmet.euskadi.eus>), honako atal honetan sartuz:

«PROFESIONALA» / «Estazioen datuak» / «Hileroko klimatologiak».

**Climatologías mensuales**

Mapa sensible de la red de estaciones meteorológicas de la Comunidad Autónoma del País Vasco

● Plataformas Meteorológicas ● De aforo ● De calidad ● Ver todo

**Datos estaciones meteorológicas**

Fecha: 22 / 2 / 2015 Hora: Última hora

Estación: C071 - Jaizkibel

Seleccionar mes: Mes: Febrero 2015

**C071 - Jaizkibel** Febrero, 2015

Dia	Temperatura				Hum.	Med. Total	Precipitación l/m²		Viento				Nivel cm.		Dat.		
	Med.	Máxima	Minima	Med.			Máxima hora	Máxima 10 min.	Medio	Racha máxima	Med.	Máximo					
	°C	hora	hora	%	24h	hora	hora	Km/h	Dir.	hora	Dir.	cm.	hora	%			
01/02/15	2,1	3,9	02:10	0,5	12:50	99	5,8	1,3	6:30	0,7	16:00	40,2	313	04:40	99,5	320	
02/02/15	3,2	6,7	13:50	0,9	03:40	99	1,1	0,6	23:50	0,3	01:00	23,6	206	01:00	49,0	260	10
03/02/15	0,4	3,3	00:00	-1,7	23:40	99	9,3	3,4	00:50	1,0	03:00	24,4	74	03:20	82,5	345	10
04/02/15	-1,5	0,3	18:30	-3,7	07:50	99	0,1	0,1	5:00	0,1	15:00	29,8	40	19:50	69,5	13	10
05/02/15	-0,9	1,0	18:50	-2,9	07:30	99	0,7	0,7	2:10	0,5	12:00	32,5	28	18:20	67,8	355	10
06/02/15	-3,3	-1,7	00:00	-4,5	08:20	99	1,1	0,8	9:00	0,4	08:30	21,3	46	00:00	42,0	52	10
07/02/15	-1,3	1,0	13:10	-3,7	00:00	99	0,0	0,0	00:00	0,0	00:00	13,9	43	01:10	28,6	31	10
08/02/15	-0,1	2,3	21:30	-1,8	08:30	99	0,0	0,0	00:00	0,0	00:00	17,2	354	21:30	53,6	44	10
09/02/15	0,9	4,6	15:30	-2,6	06:30	99	0,0	0,0	00:00	0,0	00:00	20,0	77	03:30	52,6	56	10
10/02/15	6,7	11,3	15:30	2,3	01:20	99	0,0	0,0	00:00	0,0	00:00	16,1	141	23:20	43,4	163	10
11/02/15	6,6	8,6	11:40	5,2	07:30	99	0,0	0,0	00:00	0,0	00:00	27,7	159	20:30	53,3	148	10
12/02/15	7,9	12,2	14:50	5,7	06:20	99	0,0	0,0	00:00	0,0	00:00	22,9	167	21:50	49,4	165	10
13/02/15	7,0	12,0	14:50	5,7	06:20	99	0,0	0,0	00:00	0,0	00:00	22,9	167	21:50	49,4	165	10

\* Datos sin validar totalmente. La Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología no se responsabiliza del uso que se pueda hacer de estos datos.

6. irudia - Euskalmeten webgunean eskura daitezkeen eguneroko prezipitazioari buruzko datuen erreprodukzioa.

Lehenago esan moduan, datu multzoa osagabea bada kasu guztietan (zabortegeko behatokia edo kanpo-behatokia), dagozkion korrelazio-metodo estatistikoekin osatuko da multzo hori.

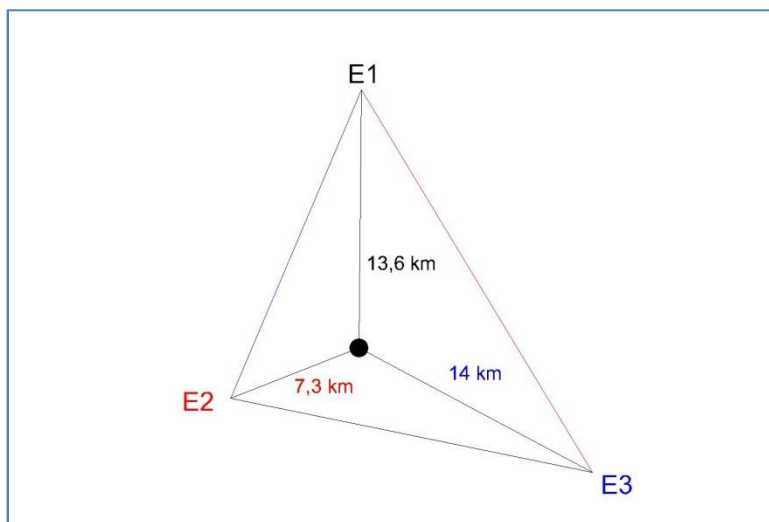
#### 4.1.1.2.- Kalkuluak

Zabortegeko behatokian nahiz adierazgarritzat jotako kanpo-behatoki batean bildutako eguneroko prezipitazioen datuen kasuan, ez da beharrezkoa prezipitazioa zehazteko kalkulu zehatzik egitea, zuzenean neurtu baita.

Hurbileko hiru kanpo-behatokiren datuen haztapena kontuan hartu behar izanez gero (E1, E2, E3), zabortegearen eta behatoki horietako bakoitzaren artean dagoen distantzia eragin-faktoretzat edo «pisuzko» faktoretzat jotzeko kalkulatu eta ebaluatuko da zabortegean izandako prezipitazioa (I %-an) (zenbat eta hurbilago, hainbat eta eragin handiagoa). Orduan, zabortegeko prezipitazioa (P mm-tan) honako hau izango da:

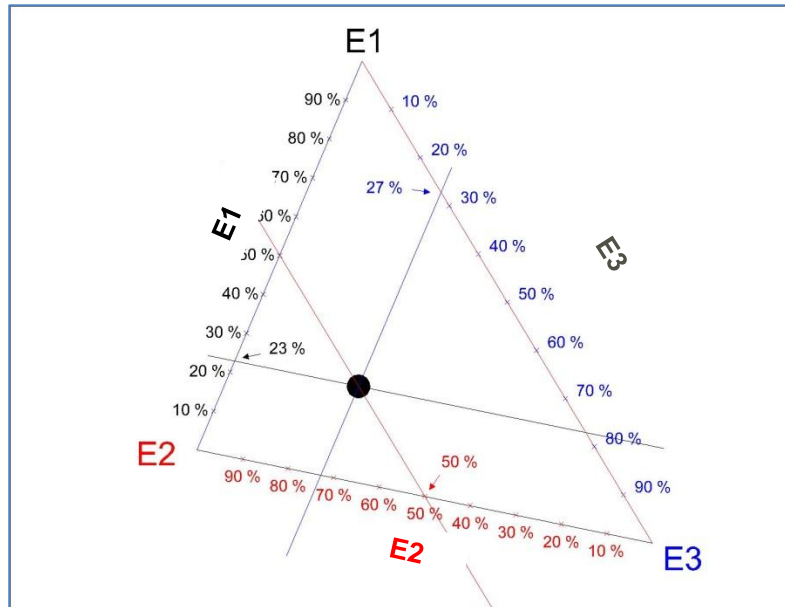
$$P_{\text{vertedero}} = P_{E1} \cdot I_{E1} + P_{E2} \cdot I_{E2} + P_{E3} \cdot I_{E3}$$

Hiru kanpo-behatokien eraginaren faktorea kalkulatzeko, hiru behatokien eta zabortegearen kokalekuen eskalazko marrazkia egin daiteke. Diagrama triangeluarra izango litzateke, eta zabortegea haren barruan egongo litzateke, honako irudi honetan ikus daitezkeen moduan.



7. irudia - Zabortege bateko prezipitazioaren kalkularen hasiera (erdialdeko puntua), hurbileko hiru behatokiren datuak erabiliz (E1, E2, E3).

Orduan, estazio bakoitzaren eragin-faktorea irudikatuz, triangeluaren hiru aldeak graduatu behar dira (% 0tik % 100era), eta zabortegea irudikatzen duen puntutik igarotzen diren paraleloak marraztu behar dira, estazio bakoitzaren erpinaren aurkako aldean. Lerro hauen eta alde bakoitzaren arteko ebakidurak estazio bakoitzaren eragin-faktorea adieraziko du:



8. irudia - Diagrama trianguluar baten bidez, behatoki bakoitzaren eragina edo pisua haztatzeke metodoa

Zabortegiko prezipitazio haztatua honako hau izango da:

$$P_{vertebero} = P_{E1} \cdot I_{E1} + P_{E2} \cdot I_{E2} + P_{E3} \cdot I_{E3}$$

Eguneroko datuen multzoa beharrezkoa denez, behatoki bakoitzari dagozkion eragin-faktoreak edo pisua lortu ondoren, zabortegiko eguneroko prezipitazioa zehatzeko, behatokitian neurtutako batez besteko eguneroko prezipitazio guztiei aplikatu behar zaizkie faktore horiek.

#### 4.1.1.3.- Emaitzak

Eguneroko, hileko eta guztirako prezipitazioen taula batean aurkeztuko da prezipitazioa, mm-tan, honako hauek bereiziz:

- Zuzenean neurtutako datuak eta, baten bat falta zela-eta, korrelazio bidez osatu diren datuak.
- Elur formako prezipitazioak.

Berariaz ebaluatuko dira erabil daitezkeen kanpo-behatokien adierazgarritasuna eta, behatokia zabortegian bertan badago, haren datuen fidagarritasuna. Horretarako, kontuan hartu behar dira bere ezaugarriak, neurketa- eta erregistro-sistemak, kudeaketa-prozedurak, etab., eta, hala badagokio, sare ofizialeko serieekin konparatuko dira.

Prezipitazioaren jatorrizko datuak mm-tan adierazten dira (edo l/m<sup>2</sup>-tan), baina, balantze hidrikoak bolumenei egiten dienez erreferentzia, prezipitazio honek dituen bolumenak (m<sup>3</sup>-tan) hartuko beharko dira kontuan.

#### 4.1.2.- Lurrazaleko jariatzea (LAJ)

Lurrazaleko kanpo-ura isurtze-ontzian ez sartzeko eta estalduren edo zigilatzeen guneeetan sortutako jariatze-urak alboetarantz ebakutzeko diseinaturik, eraikirik eta mantendurik egon behar dira zabortegeiak. Hala, urak ez ditu hondakinak ukituko eta lixibiatuen kopurua ez da areagotuko. Garbitzen doazen zabortegeietan nahiz faseen edo guneen arabera ustiatzen diren zabortegeietan, behin betiko ubide perimetralak ezarri beharko dira (normalean, ontziaren goiertzaren inguruan), eta bai oraindik ustiatzen ari den ontzi barruko guneeetan sortutako ura desbideratzen duten behin behineko ubide edo sistemak ere. Halere, noizean behin, hau ez da hala gertatzen, bai diseinu- edo eraikuntza-akatsengatik, edo bai mantentze-akatsengatik (adibidez, ubide perimetralen buxadura).

Ur-sarrerak eragin ditzaketen lurrazaleko jariatze motak honako hauek izan daitezke:

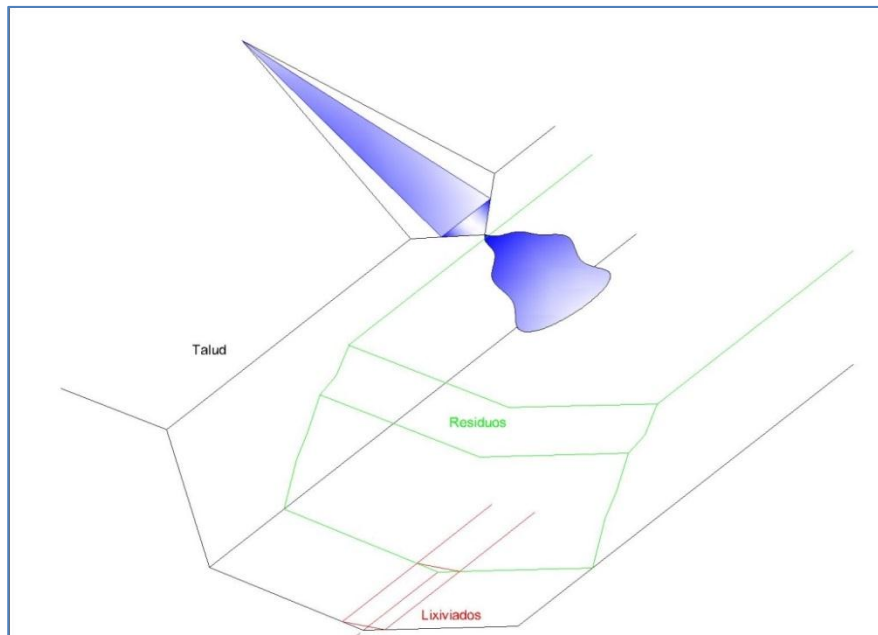
- Lurrazaleko ur-laster, erreka edo erreka baten sarrera.
- Ontzirantz isurtzen duen mendi-hegal batean sortutako jariatze baten sarrera.
- Ontziaren perimetroko urbanizazio batean sortutako jariatze baten sarrera (kaleak, zelaiguneak).
- Perimetroko ubideek, arekek, etab. gainezka egitearen ondoriozko sarrera
- Tarteko estalduretan nahiz zigilatzeetan sortu eta, dena dela unea eta dena dela arrazoia, ontzitik kanpora alboetarantz ebakutzen ez den jariatzearen sarrera.

Aurretiaz ezarritako kontzeptu-ereduaren arabera, kontuan hartutako denbora-tartean parte-hartzaitzat jotako sarrerak kalkulatu behar dira. Honi buruz adierazitako irizpideari helduz, gainerako sarrera posiblei dagokienez, zergatik ez duten parte hartzen justifikatu beharra dago; parte-hartze hori ekiditeko dauden sistema edo diseinuak zehaztu behar dira eta, zehazki, zer nolakoa den haien mantentzea eta uhaldi-egoerarako duten egokitzapena (adibidez, areken eta ubideen buxadura). Hortaz, justifikazio hau ez da zabortegeiaren ezaugarri eta egoera «teorikoetan» oinarrituko; aitzitik, sistemek funtzionatzen dutela egiaztatzen duten ikuskapenak egin eta informazioa bildu ondoren, berariaz aztertu beharko da ur-sarreraren posibilitatea.

Sarrera hauek ebaluatu eta balantze hidrikoan duten parte-hartzea ebaluatzerako orduan, gainazal mota bakoitzean sortutako egiazko fluxuak hartu beharko dira kontuan, eta bai egiazko sarrera eta irteera garbiak ere, ur bera birritan ez zenbatzeko (adibidez, barnealderantz isurtzen den gune baten gainean izandako prezipitazioa + prezipitazio horretatik eratorritako lurrazaleko jariatzea).

#### 4.1.2.1.- Lurrazaleko ur-lastera

Ziur asko, lurrazaleko ur-laster, erreka edo erreka bat zabortege batean sartuko balitz, ur kopuru garrantzitsua ekarriko lioke sistemari. Dagozkion desbideratze- eta bideratze-sistemak egokituz, sarrera halako sarrerak ekidin beharra dago.



9. irudia - Lurrazaleko ur-laster bat zabortege batean sartzearen eskema argigarria

Horregatik, gutxi gorabehera era jarraituan gertatuko balitz, ahalik eta zehatzen izan behar du haren zehaztapenak, sarrera-puntuaren kontrol eta erregistro baten beharra izango dugularik (emari-neurgailua). Emari-neurgailurik egon ezean, zabortegeko sarreraren puntuan, isurialde-arroan sortutako emaria balioetsiz ebalua daiteke ur-sarrera. Baliteke ur-sarrera era etenean edo noizbehinka soilik gertatzea edo gertatu izana. Horren arrazoia, adibidez, ur-jarioa perimetroko ubideetarantz desbideratzeko puntuaren mantentze- edo diseinu-arazoak izan daitezke. Kasu honetan, emari-neurgailurik ez dagoenez eta isurialde-arroan sortutako emariaren balioespenean oinarritutako metodoa aplikatzea ez denez zehatza (egokia da denbora-tarte luzeagoetarako), zuzeneko behaketan oinarritutako balioespenetan (kasurik onenean, edukierekin) eta, erregimen meteorologiko-hidrologikoa kontuan hartuz, beroien estrapolazioan oinarritutako litzateke kalkulua.

##### 4.1.2.1.1.- Abiapuntuko datuak

Beharrezko abiapuntu-datuak honako hauek dira:

- Kontrol zehatzik badago, emari-neurgailu edo neurketa-sistemak ur-sarreraren inguruan emandako datuak eta zuzeneko erregistroa.

- Kontrol zehatzik ez badago:
  - Datu meteorologikoak.
  - Zabortegeian sartzen den lurrazaleko ur-lasterrari dagokion arroaren datuak, barne hartuz haren informazio hidrogeologikoa. Horrela, ura isurialde-arroan, lurrazaleko beste arro batzuetara doan edo, balantzean kontuan hartutako denbora-tartean, azaleratzen ez den lurpeko ur-fluxurik dagoen ebalua daiteke.
  - Emariaren zuzeneko behaketa eta edukierak edo balioespenak. Ur-sarrera hauek, gertatzekotan, uhaldiekin edo buxadurekin eta antzemate- eta alboetaranzko desbideratze-sistemen funtzionamendu okerrekin erlazionatu ohi direnez gero, beharrezkoa da une horietan egitea ikuskapena eta egiaztapena.

#### 4.1.2.1.2.- Kalkuluak

Ura alde zurratik pentsatuta eta era jarraituan sartzen bada, emari-neurgailu bat beharrezkoa izango da eta, zuzenean dagokion denbora-tarteko sarrera-bolumenera bihurtuz emariaren erregistroa, kalkuluak egin ahal izango dira.

Dena dela arrazoiak, lurrazaleko ur-lasterra osorik eta, denbora-tarte luze batean zehar, era jarraituan sartu bada (lurrazaleko ur-lasterraren emari osoa), eta emari-neurgailurik ez badago, beste daturik ezean, honela balioetsi beharko litzateke sarrera-bolumena:

- Zabortegeian sartzen den arte, lurrazaleko ur-lasterraren isurialde-arroan izandako euri erabilgarria (EE) kalkulatu behar da. Ebapotranspiratu ez den eta, hortaz, lurrazalean ibili, infiltratu edo gauza biak batera egin ditzakeen prezipitazio kopurua da euri erabilgarria. Beraz, euri erabilgarria kalkulatzeko:
  - Sarrerak-Prezipitazioa (PR) atalean adierazitakoaren arabera, prezipitazioa zehaztu behar da.
  - Irteerak-Ebapotranspirazioa (EET) atalean adierazitakoaren arabera, ebapotranspirazioa zehaztu behar da.
  - Bati bestea kentzea:  $EE = PR - ETR$
  - Lurrazaleko ur-lasterraren isurialde-arroaren azalera osoari aplikatutako kopuru honen (EE) baliokide bolumetrikoa zehaztea, zabortegirako sarrera-puntua hartuz muturtzat.
- Lurrazaleko ur-lasterraren ur-ekarpenaren gehieneko muga izango litzateke horrela kalkulaturako euri erabilgarria, denbora gutxira lurzoruan iragazitako frakzioa arroan berriz azaltzen dela eta lurrazaleko jariatzera pasatzen dela suposatuz. Konfigurazio hidrogeologikoaren arabera, lurpeko ura beste arro batzuetara desbideratzen duen infiltrazio bat gerta daiteke, eta baliteke arroko bertako lurpeko zirkulazio-prozesua geldoa izatea eta kontuan hartutako denbora-tartean berriz ez azaleratzea.



Aspektu hau haztatu ahal izateko, isurialde-arroan azaleratzen ez diren lurpeko ur-fluxuak dauden ebaluatzea ahalbidetzen duen informazio hidrogeologikoa izan behar dugu. Informazio hau ez bada eztabaida ezina, zabortegean era jarraituan sartzen den ur kopurua ebaluatzerako orduan, euri erabilgarri (EE) bolumenaren balioa aintzat hartu behar da eta, ondorengo analisi, doikuntza eta interpretazioetan, gehieneko sarrera-bolumentzat jo behar da.



5. argazkia - Zabortege batean sartzen den erreka baten antzematea eta perimetroko ubideetaranzko desbideratzea

Azkenik, lurrazaleko ur-laster batetik eratorritako ur-sarrera partzial eta noizbehinkakoa detektatu bada (adibidez, desbideratze-puntu arazo zehatzen ondorioz), sisteman egindako bolumen-ekarpena balioesteko, une horietan sarrera-emaria ebaluatzea ahalbidetzen duten edukierak edo zuzeneko behaketak hartu behar dira kontuan. Noizbehinkako sarrera horiek gertatzen diren denbora-tartean izandako erregimen hidrologiko-meteorologikoa kontuan hartuz estrapolatu behar da hala zehaztutako emaria. Zentzu honetan, uhaldi-garaian nahiz urak bideratzeko sistemen funtzionamenduan anomaliarik edo buxadurarik detektatu denean, zabortegea zuzenean ikuskatzeko beharrezana berriz azpimarratu beharra dago.

#### 4.1.2.1.3.- Emaitzak

Lurrazaleko ur-laster baten aldeko ur-sarrera zehazteko kalkuluen emaitzak honela aurkeztu behar dira:

- Emari-neurgailu baten bidez kontrola badaiteke, sarrera-emarien eguneroko datuen taula baten bidez.

- Ezin bada emari-neurgailu baten bidez kontrolatu:
  - Denbora-tarte zehatz batean arroan izandako euri erabilgarria balioetsiz egin badira kalkuluak, sarrera-bolumen gisa.
  - Bilakaera meteorologiko eta hidrologikoa kontuan hartuz egindako zuzeneko ikusketen eta estrapolazioen bidez egin badira kalkuluak, sarrera-emari eta -bolumen gisa.

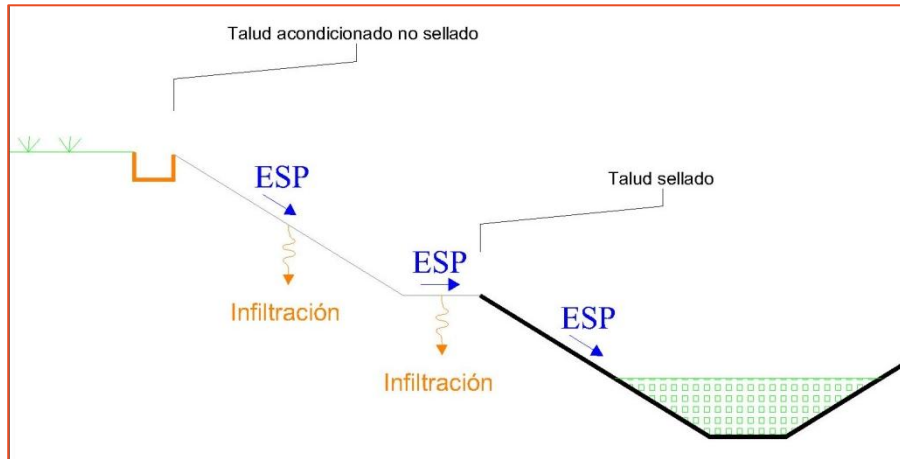
Kasu guztietan, eta balantzearen kuantifikazio orokorra egiteko, sarrera hori bolumen-unitateen bidez adierazi behar da, kalkulu-prozedura eta oinarritzat hartutako suposizioak zehatzuz. Berariaz xehatu behar dira bai tokia, bai zabortegirako ur-sarreraren iraupen zenbatetsia eta bai beroien kausak ere, eta, hala badagokio, lurrazaleko ur-lasterra sarrarazi duen egoera ebazteko era zein den.

#### **4.1.2.2.- Mendi-hegaleko jariatzea**

Termino honek bi egoera posible hartzen ditu barne:

- Zabortegiaren hondoko iragazgaizpena duten eta oraindik hondakinekin estali ez diren mendi-hegalak. Kasu honetan, azpiko lurzoru naturalean ur-infiltraziorik ez dagoela onar daiteke.
- Iragazgaizpenik ez duten eta egoera naturalean dauden edo soilik aurretiazko prestaketa gutxi batzuk dituzten mendi-hegalak (indusketa, konformazioa). Kasu honetan, lurzorian ur-infiltrazio jakin bat dagoela onartu beharra dago. Agerian dagoen gainazalaren infiltrazio-ahalmenaren araberakoa izango da infiltrazio horren garrantzia.

Gainerako sarrera- eta irteera-terminoei orokorrean dagokienez bezalaxe, kontuan hartu behar dira sortzen diren egiatzko fluxuak (uren sorburu eta helmuga), eta lortzen diren emaitza partzialak ez zaizkio sistematikoki erantsi behar balantze hidrikoaren ekuazio orokorrari. Baliteke fluxu batzuk hondakin-masan ez sartzea eta, hortaz, lixibiatu ez sortzea (desbideratzeak, hondakinak ukitu aurretik ponpatutako ur garbiak, etab.). Banaka irudikatu eta kuantifikatu behar dira fluxu hauek eta, azkenik, balantze hidrikoaren ekuazioan, beren parte-hartze eraginkorra hartu behar da kontuan.



10. irudia - Mendi-hegaleko jariatzeen ondoriozko lurrazaleko ur-sarreraren eskema argigarria. Jariatako uren helmuga kontuan hartuz modelizatu behar dira fluxuak (hondakinak ukitu eta lixibiatuak sortzen badituzte edo partzialki ebakutzen badira nolabait)

#### 4.1.2.2.1.- Abiapuntuak

Isurialde-hegaletan sortutako jariatzeak kalkulatzeko beharrezkoak diren abiapuntu-datuak honako hauek dira:

- Datu meteorologikoak.
- Jariatzeak sortzen dituzten gainazalei buruzko datuak.
- Gainazal horien infiltrazio-koefizientea.

Datu meteorologikoen bidez, prezipitazioa eta ebapotranspirazioa kalkula daitezke eta, kenketa sinple baten bidez, lurrazalean isurtzen den edo infiltratzeko prest dagoen ebapotranspiratu gabeko ur kopurua kalkulatu da (euri erabilgarria). Infiltratzen den ur kopurua balioestea ahalbidetuko digu infiltrazio-koefizienteak eta, horri esker, lurrazalean isurtzen den ur kopurua deribatzea.

#### 4.1.2.2.2.- Kalkuluak

Esparru baten lurrazaleko jariatze orokorra eta isurialde-hegal batetik zabortegirantz isuritako lurrazaleko jariatze zehatza ebaluatzerako orduan, bi dira aukeran ditugun metodo sinplifikatuak.

- Alde batetik, lurrazaleko jariatzea (LAJ) prezipitazioarekin (PR) erlazionatzen duten jariatze-koefizienteak (K) erabiltzea:  $LAJ = K \cdot PR$ . Uholde-emariak kalkulatzeko prozeduretan erabili ohi da metodo hau, errepideak eta bestelako azpiegiturak drainatzeko elementuen neurriak ezartzeko (metodo arrazionala). Jariatze-koefizientea (K) enpirikoki deribatuz eta tabulaturik dago eta lurzorua, bere erliebearen, eusten duen landaretzaren eta abarren arabera, balio aldakorrak izaten ditu.

- Beste alde batetik, euri erabilgarriaren (EE) balioari heldu eta euri erabilgarri horren infiltrazio-koefiziente bat (IK) aplikatu, lurzoruan infiltratzen diren eta lurrazaletik bideratzen diren zatiak bereizteko. Koefiziente hau lurzoruaren aldagai ezberdinekin erlazionatzen da, baita ere (mota, malda, etab.). Koefizientea euri erabilgarriari (eta ez prezipitazioari) aplikatzen zaiola da lehenagoko metodoarekiko ezberdintasun nagusia. Hortaz, lehenbizi, ebapotranspirazioa hartzen da kontuan.

Errealitatean, prezipitazioaren jariatze-koefizientea nahiz euri erabilgarriaren infiltrazio-koefizientea faktore askoren mende daude: malda, lurzoru mota (infiltrazio-kapazitatea eta iragazgaitasuna), landaretza mota (dentsitatea, egitura, altuera), prezipitazio mota (kopurua, intentsitatea, maiztasuna), lurzoruaren aurretiazko hezetasuna, etab. Hortaz, prezipitazioei dagokienez eta kontuan hartutako une edo denbora-tartearen arabera, aldatu egiten dira. Era honetan, prezipitazio baten hasieran, jariatze-koefizientea 0 izan daiteke (hasieran prezipitatutako ura eta da lurrazaletik jariatzen; ostera, geldiarazi egiten dute landaretzak nahiz lurzoruak, azken honen hezetasuna areagotuz). Prezipitazioa amaitzean, euri-gertaera batean izan dezakeen gehiengora iristen da. Gertaera honen iraupenaren eta intentsitatearen arabera, balio ezberdinak hartzen ditu hertsiki koefizienteak. Prezipitazio motaren eta lurzoruko aurretiazko hezetasunaren arabera jariatze-koefizientearen konplexutasun eta egiazko aldakuntza hau, logikoki, infiltrazio-koefizientera estrapola daiteke, baita ere.

Koefiziente enpirikoen bidez jariatzea edo infiltrazioa balioetsi edo kalkulatzeko metodo sinplifikatu hauez gain, konplexuagoak diren beste batzuk daude eta, gutxienez, adierazitako aldagaiak hartzen dituzte kontuan (lurzoruaren hasierako hezetasuna, prezipitazio mota), baina prezipitazio-gertaera bakoitzeko aldagaiak ezagutuz gero bakarrik aplika daitezke. Zentzu honetan, abiapuntuko datuak behar bezain zehatzak ez direnean, beren aplikazio praktikoa eragozten du beharizan honek eta, datu horiek izatekotan, prezipitazio-gertaera bakoitzean kalkulu neketsuak eginarazten ditu.

Muga horiek kontuan hartuz, isurtze-ontzirantz bideratutako isurialde-hegal batean sortutako jariatzea kalkulatzeko proposatzen dugun kalkulu-metodoaren oinarria honako hau da: koefizientea euri erabilgarriari aplikatzea da, eta ez prezipitazioari. Honela, sartu edo irten egiten den ura kontabilizatzerako orduan, prezipitazioari kendu beharreko lehenengo faktore edo terminotzat jotzen du ebapotranspirazioa prozedurak.



6. argazkia - Hondakinen gaineko ezponda ez-iragazgaitz batek sortutako lurrazaleko jariatzearen aztarnak

Kalkulua honela garatu behar da:

- Euri erabilgarria (EE) kalkulatu beharra dago, hau da, ebapotranspiratu ez den eta, hortaz, lurrazalean ibili, infiltratu edo gauza biak batera egin ditzakeen prezipitazio kopurua. Beraz, euri erabilgarria kalkulatzeko:
  - Sarrerak-Prezipitazioa (PR) atalean adierazitakoaren arabera, prezipitazioa zehaztu behar da.
  - Irteerak-Ebapotranspirazioa (EET) atalean adierazitakoaren arabera, ebapotranspirazioa zehaztu behar da.
  - Bati bestea kentzea:  $EE = PR - ETR$
  - Zehaztu behar den lurrazaleko jariatzea sortu duen mendi-hegalaren azalera osoari aplikatutako kopuru horren (EE) baliokide bolumetrikoa zehaztea.
- Lurrazaleko jariatzearen gehieneko muga izango litzateke horrela kalkulaturako euri erabilgarria, kontuan hartutako gainazalean infiltraziorik ez dagoela suposatuz edo, infiltraziorik egotekotan, sakonera txikikoa dela eta mendi-hegal berean distantzia gutxira berriz azaleratzen dela edo, azkenik, isurtze-ontzian sartzen dela.
- Jariatzea sortzen duen azaleraren ezaugarri orokorren arabera, honako hauek bereizi behar dira:
  - Iragazgaitutako gainazal eta mendi-hegalak (normalean, zabortejiaren hondoko iragazgaizpena).

- Egoera naturalean edo induskatuta dauden gainazal eta mendi-hegalak edo, oro har, zaborteziaren hondoko iragazgaizpena ez dutenak.
- Gainazal eta mendi-hegal iragazgaiztuen kasuan, infiltraziorik ez dagoela eta lurrazaleko jariatzea kalkulaturako euri erabilgarriaren berdina dela onartuko dugu.
- Egoera naturalean edo, orokorrean, iragazgaiztu gabe dauden gainazal eta mendi-hegalen kasuan, ikuspuntu hidrogeologikotik eta zabortegirako sarrera potentzialarekin alderatuz, sortutako jariatzearen forma eta helmuga ebaluatu behar dira. Kalkulatu beharreko jariatzeak prezipitazioan duenez jatorria, lehenengo eta behin, honako hauek zehaztu eta kontuan hartu behar dira:
  - Mendi-hegaleko infiltrazioa berriz azaleratzen den haren behealdeko tokiren batean eta, azkenik, zabortegira sartzen den.
  - Mendi-hegaleko infiltrazioa zabortegira sartzen ez den eta, kasu horretan, inguruko lurpeko uren parte bilakatzen den.
- Aukera hauek kontuan hartu ondoren, euri erabilgarriari infiltrazio-koefizienteak aplikatu behar zaizkio. Harri-formazioen azaleratze-azalera orokorrak kontuan hartuz eta horietan gertatzen den infiltrazioa gutxi gorabehera kalkulatzeko (ez mendi-hegaletan nahiz puntu zehazetan gertatzen dena), koefiziente hauek era globalean deribatu dira, baina erreferentziatzat hartuko ditugu hemen. Euskal Autonomia Erkidegoko Mapa Hidrogeologikoan agertzen diren formazio ezberdinei esleitutako iragazgaiztasun-kategoriari dagozkie hemen aipatzen diren iragazgaiztasun-kategoriak. Mapa honetan berariaz jaso ez diren lurzoruak badaude mendi-hegaletan (gehienbat, zabortegia prestatzeko erabilitako lurzoru edo lurrak) eta ez badugu beren iragazgaiztasunari buruzko daturik, berezko dituzten ezaugarriak kontuan hartuz (osaera, trinkotasuna, egitura, etab.) eta alderaketa bat eginez, kategorietako bat esleituko zaie.

*4. taula - Lurzoruaren iragazgaiztasunaren arabera, euri erabilgarriari dagokionez, kontuan hartu beharreko infiltrazio-koefizientea. Euskal Autonomia Erkidegoko Mapa Hidrogeologikoan agertzen diren formazio ezberdinei esleitutako iragazgaiztasun-kategoriari dagozkie hemen aipatzen diren iragazgaiztasun-kategoriak.*

Lurzoruaren iragazkortasuna		Infiltrazio-koefizientea Euri erabilgarriaren %	Jariatzea Euri erabilgarriaren %
Kategoria	K (m/s)		
Oso txikia	$< 10^{-7}$	0 – 5	95 – 100
Txikia	$10^{-5} - 10^{-7}$	5 – 20	80 – 95
Ertaina	$10^{-4} - 10^{-5}$	20 – 60	40 – 80
Handia	$10^{-3} - 10^{-4}$	60 – 80	20 – 40

4. taula - Lurzoruaren iragazgaitasunaren arabera, euri erabilgarriari dagokionez, kontuan hartu beharreko infiltrazio-koefizientea. Euskal Autonomia Erkidegoko Mapa Hidrogeologikoan agertzen diren formazio ezberdinei esleitutako iragazgaitasun-kategoriei dagozkien hemen aipatzen diren iragazgaitasun-kategoriak.

Lurzoruaren iragazkortasuna		Infiltrazio-koefizientea Euri erabilgarriaren %	Jariatzea Euri erabilgarriaren %
Kategoria	K (m/s)		
Oso handia	$> 10^{-3}$	80 - 100	0 - 20

- Adierazitako tartetako (0-5, 5-20, 20-60, etab.) muturreko balio zehatz bat aukeratu eta lurrazaleko jariatzeari esleitzerako orduan, zabortegirantz isurtzen duen mendi-hegalaren erliebea eta malda hartu behar dira kontuan, lau mota bereiziz: oso malkartsua (% 30 baino gehiagoko maldak), malkartsua (% 10 eta % 30 bitarteko maldak), izurtua (% 5 eta % 10 bitarteko maldak) eta laua (% 5 baino gutxiagoko maldak). Honela, aurreko iragazgaitasun mota bakoitzaren barruan, malda hauei dagozkien lau azpimota bereiz daitezke:

5. taula - Lurzoruaren iragazgaitasunaren eta maldaren arabera, euri erabilgarriari dagokionez, kontuan hartu beharreko jariatzea.

Lurzoruaren iragazkortasuna		Jariatzea (euri erabilgarriaren %), maldaren (P) arabera			
Kategoria	K (m/s)	P > % 30	% 10 < P < % 30	% 5 < P < % 10	P < % 5
Oso txikia	$< 10^{-7}$	98-100	97-98	96-97	95-96
Txikia	$10^{-5} - 10^{-7}$	91-95	87-91	84-87	80-84
Ertaina	$10^{-4} - 10^{-5}$	70-80	60-70	50-60	40-50
Handia	$10^{-3} - 10^{-4}$	35-40	30-35	25-30	20-25
Oso handia	$> 10^{-3}$	15-20	10-15	5-10	0-5

- Azpiklase hauen barruan koefiziente bat esleitzeko, kontuan hartu beharko da, jariatzearen aurka, infiltrazioa fabora lezakeen elementu fisiografikorik dagoen (mendi-hegalaren gainazaleko irregulartasunak). Kasu bakoitzean, zenbat eta lauagoa izan gainazala, orduan eta jariatze gehiago bideratuko du, betiere zehaztutako kategorietako baten barruan eta kontuan hartuz iragazgaitasuna eta malda.
- Iragazgaitu gabeko mendi-hegalen kasuan, aurreko prozeduraren arabera egindako esleipena osatzeko, azkenik, gogoeta bat egin beharko da honako hau argitzeko:



- Mendi-hegaleko infiltrazioa berriz azaleratzen den haren behealdeko tokiren batean eta, azkenik, zabortegira sartzen den. Kasu honetan, kalkulaturako zuzeneko jariatzeari, berriz azaleratzen den eta zabortegian sartzen den lurrazaleko jariatzearen balioespena erantsi behar zaio.
- Mendi-hegaleko infiltrazioa zabortegira sartzen ez den eta, kasu horretan, inguruko lurpeko uren parte bilakatzen den. Kasu honetan, aurreko prozeduraren arabera zuzenean kalkulaturakoa izango da kontuan hartu beharreko jariatzea.

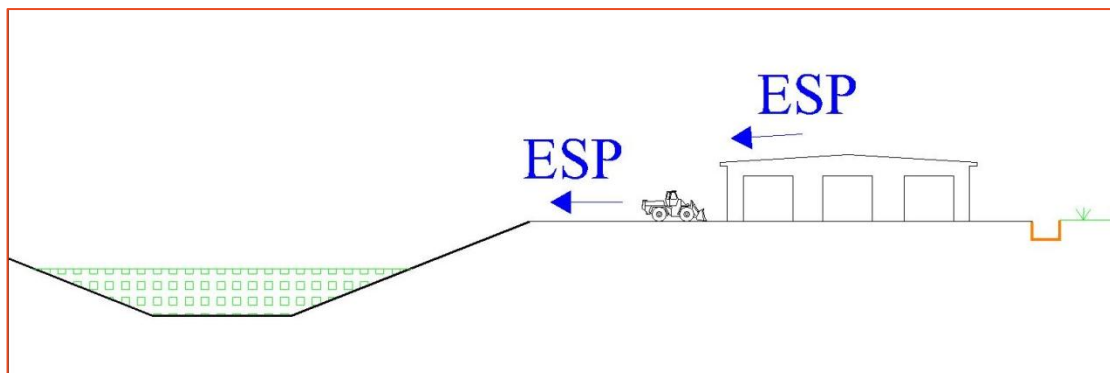
#### 4.1.2.2.3.- Emaizak

Mendi-hegalaren alboetako jariatzearen ondorioz sisteman sartutako ur-bolumen gisa aurkeztu behar dira emaitzak. Kontzeptu-eredua esplizitatu behar da (zein gainazal den, nola gertatzen den sarrera hori, etab.), eta jariatzearen zenbakizko balioa lortzeko kontuan hartutako suposizioak eta prozedurak azaldu behar dira.

#### 4.1.2.3.- Urbanizazioko jariatzea

Zabortegei batzuetako isurtze-ontzien alboko guneeetan, kaleak, bideak, zelaiguneak, etab. daude, eta toki horietako lurrazaleko jariatzeak ontzira sartzen dira. Horrelako toki eta gainazalik dagoen eta, azkenik, ontzirantz isurtzen duten zehaztu behar du aurreko kontzeptu-ereduak. Zehaztapen hau egiteko, arreta jarri behar zaio ontziaren perimetro osoari eta, bereziki, bertara sartzen diren bideen guneari, hementxe gertatu ohi batira kanpo-uren sarrerak.

Aurreko atalean mendi-hegaleko jariatzeari buruz adierazitakoaren modu berean kalkulatu behar da termino hau, hau da, euri erabilgarria hartu behar da oinarritzat eta, jarraian, urbanizazioaren erliebearen eta bere gainazalaren iragazgaitasunaren arabera, koefizienteak aplikatu behar zaizkio.



11. irudia - Alboko urbanizaziotik eratorritako lurrazaleko jariatzearen eskema argigarria

#### 4.1.2.3.1.- Abiapuntuko datuak

Ontziaren alboko urbanizazioan sortutako jariatzeak kalkulatzeko beharrezkoak diren abiapuntu-datuak honako hauek dira:



- Datu meteorologikoak.
- Jariatzeak sortzen dituzten gainazalei buruzko datuak.
- Gainazal horien infiltrazio-koefizientea.

Datu meteorologikoen bidez, prezipitazioa eta ebapotranspirazioa kalkula daitezke eta, kenketa sinple baten bidez, lurrazalean isurtzen den edo infiltratzeko prest dagoen ebapotranspiratu gabeko ur kopurua kalkulatu da (euri erabilgarria). Lurzoruan infiltratzen den ur kopurua balioestea ahalbidetuko digu infiltrazio-koefizienteak eta, horri esker, lurrazalean isurtzen den ur kopurua deribatzea.

#### 4.1.2.3.2.- Kalkuluak

Sarrerei, lurrazaleko jariatzei (LAJ) eta mendi-hegaleko jariatzei buruzko aurreko atalean adierazitakoaren arabera egin behar dira kalkuluak.

- Euri erabilgarria (EE) kalkulatu beharra dago, hau da, ebapotranspiratu ez den eta, hortaz, lurrazalean ibili, infiltratu edo gauza biak batera egin ditzakeen prezipitazio kopurua. Beraz, euri erabilgarria kalkulatzeko:
  - Sarrerak-Prezipitazioa (PR) atalean adierazitakoaren arabera, prezipitazioa zehaztu behar da.
  - Irteerak-Ebapotranspirazioa (EET) atalean adierazitakoaren arabera, ebapotranspirazioa zehaztu behar da.
  - Bati bestea kentzea:  $EE = PR - ETR$
  - Zehaztu behar den lurrazaleko jariatzea sortu duen urbanizazioaren azalera osoari aplikatutako kopuru horren (EE) baliokide bolumetrikoa zehaztea.
- Lurrazaleko jariatzearen gehieneko muga izango litzateke horrela kalkulatuak euri erabilgarria, kontuan hartutako gainazalean infiltraziorik ez dagoela suposatuz.
- Jariatzea sortzen duen azaleraren ezaugarri orokorren arabera, honako hauek bereizi behar dira:
  - Gainazal iragazgaiztuak (hormigoituak, adibidez). Infiltrazioa nulua dela eta, hortaz, lurrazaleko jariatzea eta euri erabilgarria berdina direla onartuko da.
  - Egoera naturalean, induskaturik edo material pikordun batez estalirik dauden gainazalak. Halako infiltrazio bat badagoela eta, hortaz, lurrazaleko jariatzea euri erabilgarria baino txikiagoa dela onartuko da. Orduan, mendi-hegaleko jariatzeen atalean xehatutako prozedura aplikatu beharko da, lurzoruaren iragazgaitasunaren, maldaren eta xehetasun-faktoreen arabera koefizienteak erabiliz.

#### 4.1.2.3.3.- Emaitzak

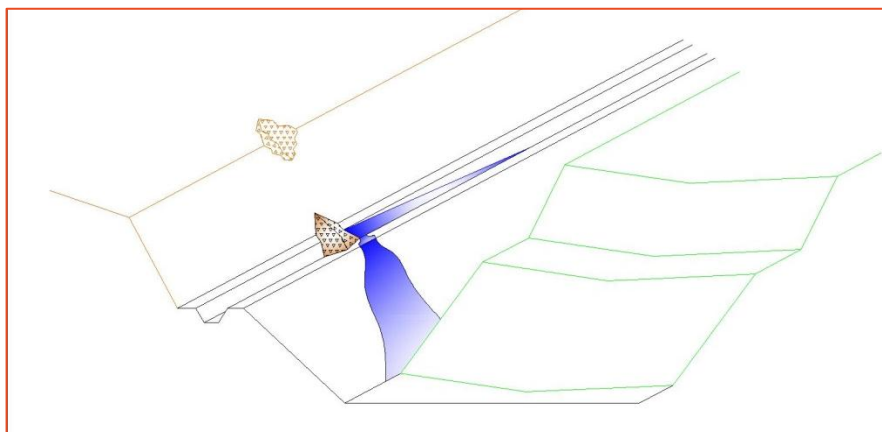
Alboko urbanizaziotik isurtze-ontzira iritsitako albo-jariatzeen ondorioz, sisteman sartutako ur-bolumen gisa aurkeztu behar dira emaitzak. Kontzeptu-eredua esplizitatu behar da (zein gainazal den, nola gertatzen den sarrera hori, etab.), eta jariatzearen balioa lortzeko kontuan hartutako suposizioak eta prozedurak azaldu behar dira.



*7. argazkia - Isurtze-ontzia hidraulikoki bereizten duen areka edo sistematik ez egotearen ondorioz, kanpo-urbanizazioko jariatzearen sarrera-puntu posiblea. Normalean, zentzu honetan, isurtze-ontzian sartzen diren bideen sarrera-gunea izaten da sarrera-puntu hori.*

#### 4.1.2.4.- Ubide edo arekak gainezkatzea

Mantentze txarra (buxadura) edo gertaera hidrológico zehatzak (uholdeak) izan ohi dira ubide eta arekak gainezkatzea eta ura zabortegean sartzea eragiten duten kausak. Gainezkatzearen kausaren arabera, zuzeneko ikuskapen eta datuetan oinarri daiteke kalkulua (buxadura), edo, ostera, uholde-emarien eta ubide edo arekaren ebakuazio-kapazitatea balioetsiz egin daiteke (uholdea).



*12. irudia - Perimetroko ubidea edo areka buxatzearen ondorioz, zabortegian sartutako uraren eskema argigarria*

**4.1.2.4.1.- Abiapuntuak datuak**

Beharrezko abiapuntu-datuak honako hauek dira:

- Datu meteorologikoak.
- Zuzeneko behaketak eta edukierak.
- Ubidearen edukiera (gehieneko emaria).

**4.1.2.4.2.- Kalkuluak**

Ubide edo areka bat buxatzearen ondorioz, ur-sarrera partzial eta noizbehinkakoa detektatu bada, sisteman egindako bolumen-ekarpena balioesteko, une horietan sarrera-emaria ebaluatzea ahalbidetzen duten edukierak edo zuzeneko behaketak hartu behar dira kontuan. Noizbehinkako sarrera horiek gertatzen diren denbora-tartean izandako erregimen hidrologiko-meteorologikoa kontuan hartuz estrapolatu behar da hala zehaztutako emaria.

Drainatze-elementuak, egoera onean egonik ere, desbideratu ezin izan duen uholde baten ondorioz gertatu bada gainezkatzea, ubidearen desbide dezakeen bolumenaren aldean ebaluatu behar da uholde-emari hori, ezberdintasunaren bitartez gainezkatutako emaria lortuz.

**4.1.2.4.3.- Emaitzak**

Ubide eta areken noizbehinkako gainezkatzeen ondoriozko ur-sarreraren kalkuluen emaitzak bolumen-unitateen bidez adierazi behar dira, kalkulu-prozedura eta oinarritzat hartutako suposizioak zehaztuz.



*8. argazkia - Zabortegian ura sarrarazten duen perimetro-ubide hautsi eta buxatua. Funtsezkoa da ubideak ondo mantendurik egotea.*

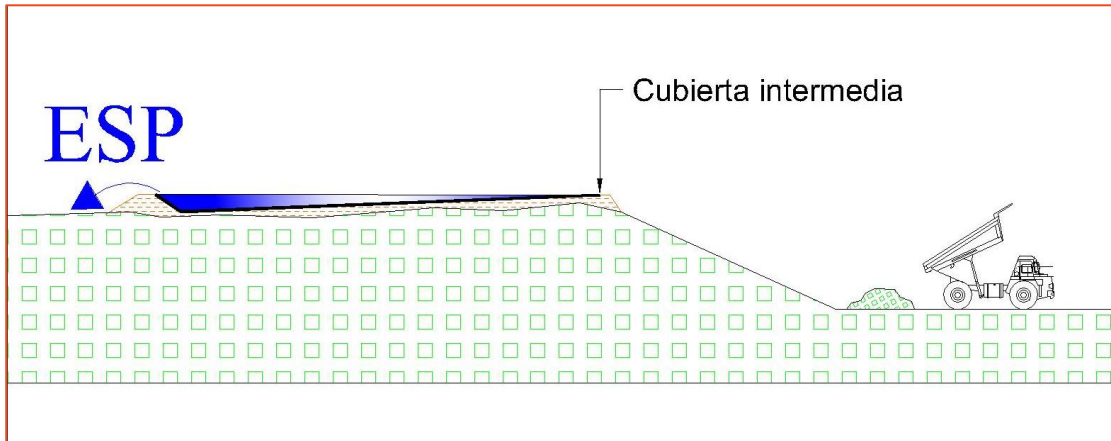
#### 4.1.2.5.- Tarteko estaldurak edo gune zigilatuak

Atal honetan, isurtze-ontzian sar litekeen jariatzea sor dezaketen tarteko estaldura edo gune zigilatu mota bi hartzen dira kontuan.

- Iragazgaizpen artifiziala dutenak (geomintza), alboko hondakinetaranzko ur-infiltrazioak eragotziz. Kasu honetan, tarteko estalduraren edo zigilatzearen perimetroan ebakuatzen den arte, ura lurrazaletik edo gainazal azpitik isurtzen dela onartzen da (iragazgaizpenaren gaineko geruzan). Ebakuazio hau ez bada kanporantz egiten eta, ostera, arrazoia edozein dela ere, horrela bildutako ura infiltratu egiten bada, beste ur-sarrera bat izango da sisteman.
- Lurrez edo beste material batzuez egindakoak eta, haien gainean sortzen den jariatzeaz gain, halako ur-infiltrazio bat gertatzea ahalbidetzen dutenak. Kasu honetan, bi egoera eman daitezke:
  - Sistemak ongi funtzionatzen du eta sortutako lurrazaleko jariatzea kanporantz ebakuatzen da, baina, halere, hondakinetara irits daitekeen halako infiltrazio bat dago geruzan bertan.
  - Sistemak, kausa edozein dela ere, ez du ongi funtzionatzen eta sortutako lurrazaleko jariatzea perimetroko punturen batean infiltratu egiten da.

Balantze hidriko egiteko kontuan hartutako denbora-tarte osoan, jariatzea kanporantz beti gaizki ebakuatzen ez bada ere, baliteke noizean behin gertatzea. Adibidez, uren alboetako ebakuazioa ezarri baino lehen, estaldura edo zigilatzea jartzeko aldi berean gerta liteke.

Kontzeptu-ereduaz eta denboran zehar nahiz instalazioa aldatuz doan heinean dituen aldaketez jardutean adierazi dugun bezala, kontuan hartu beharra dago estalitako edo zigilatutako gune batean sortutako ur-jariatzearen albo-ebakuazioa gertatzeko, ebakuazio-sistema egoera onean egon behar da eta ongi funtzionatu behar duela. Ordura arte, jariatze-ura ontziraino iristen da eta, hortaz, kuantifikatu beharreko sarrera bat da. Horregatik, estaldura eta zigilatzeen kasuan, nahitaezkoa da balantzeak kontuan hartutako denbora-tarte osoan eraginkorrak izan diren jakitea, edo aipatu denbora-tartean garatutako ekintzak diren jakitea. Azken kasu honetan, eredia eta ondorengo balantzea xehatu behar dira, bi denbora-tarteak kontuan hartuz (alboko ebakuazioaren aurretik eta ondoren).



13. irudia - Kanporantzko albo-ebakuaziorik ez duen gune iragazgaiztu batean sortutako hondakin-metaketan sartutako uraren eskema argigarria

Gune estali edo zigilatuetan sortutako jariatzearen sarrera kalkulatzeko, lehenengo, lehen aipatutako estaldura edo zigilatze mota biak bereizi behar dira:

- Iragazgaizpen artifiziala dutenak, alboko hondakinetarantzko ur-infiltrazioak eragotziz.
- Lurrez edo beste material batzuez egindakoak eta, haien gainean sortzen den jariatzeaz gain, hondakinetera irits daitekeen halako ur-infiltrazio bat gertatzea ahalbidetzen dutenak.

#### 4.1.2.5.1.- Abiapuntuko datuak

Beharrezko abiapuntu-datuak honako hauek dira:

- Datu meteorologikoak.
- Estalitako edo zigilatutako guneen azalera eta mota.
- Gainazal horien infiltrazio-koefizienteak.

#### 4.1.2.5.2.- Kalkuluak

Mendi-hegaleko eta urbanizazioko jariatzeei buruzko aurreko bi ataletan garatutako kalkuluaren antzekoa da. Lehenbizi, euri erabilgarria (EE) kalkulatu beharra dago, hau da, ebapotranspiratu ez den eta, hortaz, lurrazalean ibili, infiltratu edo gauza biak batera egin ditzakeen prezipitazio kopurua. Euri erabilgarria kalkulatzeko:

- Sarrerak-Prezipitazioa (PR) atalean adierazitakoaren arabera, prezipitazioa zehaztu behar da.
- Irteerak-Ebapotranspirazioa (EET) atalean adierazitakoaren arabera, ebapotranspirazioa zehaztu behar da.

- Bati bestea kentzea:  $EE = PR - ETR$
- Zigilatutako edo estalitako guneari edo guneei aplikatutako kopuru horren (EE) baliokide bolumetrikoa zehaztea.

Ura ez bada alboetarantz ebakutzen eta estaldura edo zigilatzea ez badaude iragazgaizturik eta, ondorioz, ura infiltratu egiten bada, ur guztia lurrazaletik edo gainazal azpitik isuriko da geruza horretan, sarrera-puntura iritsi arte. Euri erabilgarriaren guztizko kopuruaren arabera izango da toki honetan sartzen den ur kopurua.

Estaldura edo zigilatzea ez badaude iragazgaizturik, bertan sortutako lurrazaleko jariatzeaz gain, halako infiltrazio bat dagoela suposatu behar da, eta:

- Sortutako lurrazaleko jariatzea infiltratu ere egiten bada, sarrera gisa erregistratzerakoan, aurreko kasuaren antzekoa izango da egoera (euri erabilgarriaren arabera izango da sarrera), sarrera-puntu zehatza bikoitza bada ere (geruzaren beraren bitarteko infiltrazioa eta haren gainean sortutako lurrazaleko jariatzearen sarrera-puntua).
- Sortutako lurrazaleko jariatzea ongi ebakutzen bada ontzitik kanpora, geruzan bertan infiltratutako frakzioari dagokiona soilik izango da egiazko sarrera.

Azken kasu honetan, euri erabilgarriaren kopuru osoaren aldean, infiltrazioaren proportzioa kalkulatzeko, Sarrerak-Lurrazaleko jariatzea (LAJ)-Mendi-hegaletako jariatzea atalean adierazitako metodoa erabili behar da. Metodo horren bidez, hor garatuta dagoen moduan, lurrazaleko jariatzea kalkula daiteke. Orduan, euri erabilgarriari aipatutako lurrazaleko jariatzea kenduz kalkulatu dugu infiltrazioa.

#### 4.1.2.5.3.- Emaitzak

Estalitako edo zigilatutako guneeetan sortutako jariatzeetatik eratorritako ur-sarreraren kalkuluen emaitzak bolumen-unitateetan eman behar dira, eta, balantzeak kontuan hartzen duen denbora-tartean, gune horiek edo beren funtzionaltasunak aldaketarik izan baldin badute, kalkulu-prozedura eta abiapuntuko denbora-suposizioak zehaztu behar dira.

#### 4.1.3.- Lurpeko jariatzea (LPJ)

Isurtze-ontzian lurpeko ur-sarrerarik ez egoteko egon behar dira diseinaturik zaborteziak. Hori lortzeko, dagozkion iragazgaizte-sistemak egokitu egokitu behar zaizkio zaborteziaren hondoari. Halere, gaur egun, halako iragazgaizpenik ez duten zaborteziak daude, duela denbora asko hasi baitziren garatzen eta jarduten, eta garai hartan lege-betekizunek ez zuten halakorik eskatzen eta ez zegoen beharrizan honen inguruko kontzientzia teknikorik. Honen ondorioz, isurtze-ontziko hormen bitartez, fluidoak truka daitezke lurzorurekin eta, konfigurazio hidrogeologikoaren arabera, zera ekar dezake honek:

- Lurzoruko ura zaborteziaren sartzea.
- Lixibiatuak ingurura irtetea.

- Egoera biak elkarren txandan gertatuko dira, momentu hidrologiko naturalaren eta zabortegei barruko ur askearen egoeraren arabera.
- Zehazki, egoera biak aldi berean gertatuko dira, ontziko hormetako puntu ezberdinetan.

Atal honetan, zabortegeian sartzen diren lurpeko urak jorratuko ditugu, eta beste atal baterako utziko dugu kanpora irten daitezkeen lixibiatuen azalpena eta kalkulua. Lurpeko jariatzeak zabortegei batean sartzeko erak honako hauek izan daitezke:

- Orain zabortegeia dagoen tokian azaleratzen ziren iturbegien aldeko ur-sarrera. Ontziaren hondoko lixibiatuak drainatzeko sarera konektatu ziren zuzenean iturbegi hauek, edo ez ziren era egokian antzeman eta ontzitik kanpora desbideratu. Azken kasu honetan, zuzenean ukitzen dituzte hondakinak, eta gero lixibiatuen sarean sartzen dira (iturbegi okluituak).
- Ontziaren eta lurzoruaren arteko kontaktu-gainazalean zehar izandako sarrera gutxi gorabehera difusoa.

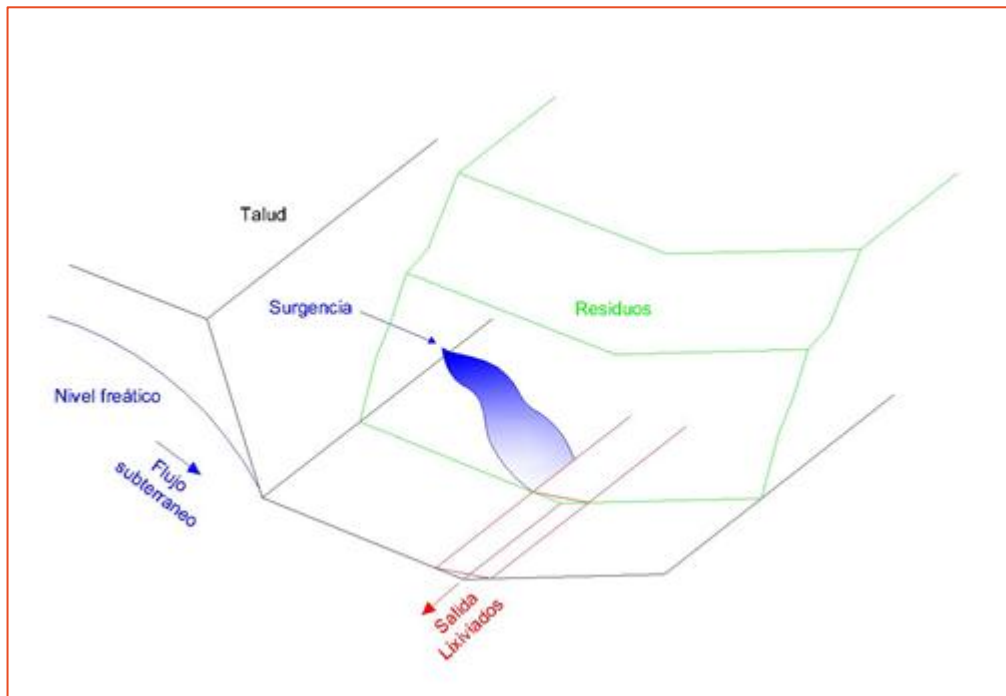
Lurzoruaren nahiz zabortegeiaren beraren informazio hidrogeologiko historikoan nahiz egunekoan oinarrituz, dagoen sarrera mota zehaztu egin beharko da aurreko kontzeptu-ereduan.

Honi buruzko informazio zehatzik izan ezean, hasteko, hondo iragazgaitza duten zabortegeiek lurpeko ur-sarrerarik edo lixibiatu-irteerarik ez dutela onartuko dugu. Irizpide metodologiko berari jarraikiz, hasiera batean, hondo iragazgaitza ez duten zabortegeietan sarrerak nahiz irteerak edo, unearen arabera, bata edo bestea gertatzen direla onartuko da. Balantzearen emaitzen ondorengo analisiaren bitartez, alde zuzeneko suposizio hauek egokiak izan diren ala berriz hausnartu beharra dagoen agerian jarri ahal izango dugu.

#### **4.1.3.1.- Iturbegi okluitua**

Denboran zehar, zabortegeiaren barruan garrantzia eta iraunkortasuna duten emariek eragin ditzaketen ur-ekarpenak determinatzen ditu iturbegi mota honek. Irteera-punturik egotekotan, asken hondoa izan ohi da, isurtze-ontzia prestatzerakoan induskatutako ezponden oinean edo ezponden lurpeko ura daramaten bide naturalak ebaki egiten dituzten tokietan. Lixibiatuak drainatzeko sistema batera edo ebakuazio-sistema bereizi batera konektaturik dauden drainatze-sistemak izan ditzakete, edo zuzenean hondakin-masa uki dezakete.





14. irudia - Ontziaren barnealdera ura dakarren iturbegi okluidu baten eskema argigarria.

#### 4.1.3.1.1.- Beharrezko datuak

Balantze hidrikoan egindako ekarpena kalkulatzeko beharrezkoak diren datuak hemen lor daitezke:

- Hala badagokio, zabortegia ezarri aurretik burututako azterketa hidrogeologikoa egitean, zuzeneko edukieren bitartez zehaztutako emaria.
- Zabortegia ezarri aurretik, iturbegiaren inguruan bildutako datu eta kontrol historikoak.
- Arroko ur-puntuen inbentarioko erregistroak.
- Kokalekuaren hidrogeologiaren araberako balioespena.

#### 4.1.3.1.2.- Kalkuluak

Abiapuntuko datuak zuzenekoak direnez gero (iturbegiaren emari historikoak, egiazkoak nahiz balioetsiak), aipatutako datu historikoetan edo inguruko hidrogeologian funtsatutako balioespenetan oinarrituz, balantzean kontuan hartutako denbora-tartean izandako batez besteko emaria deduzitu behar da, eta emariak bolumen bihurtu.



#### 4.1.3.1.3.- Emaidzak

Emaidzak sartzen den ur-bolumen gisa aurkeztu behar dira eta, dagokion kontzeptu-ereduaren arabera, zehaztu egin beharko da ura kanporantz desbideratzen den, lixibiatuak drainatzeko sisteman sartzen den edo, ontzian sartu ostean, hondakin-metaketan zehar zirkulatzen duen.

#### 4.1.3.2.- Sarrera difusoa

Momentu zehatzetan izan daitezkeen iturbegi okluiduak ez bezala, kasu honetan, ontziaren eta lurzorua arteko kontaktu-gainazal osoan nahiz haren atal zabaletan azaleratzen diren lurpeko uren jarioak dira. Isurtze-ontziaren prestaketa-fasean, hondakinak jalkitzen hasi aurretik, ezponden, bermen eta hondoen hormetako hezetasun-orban eta izerdi gisa agertu ohi dira. Banaka, emari txikia duten isurketa txikiak sortzen dituzte, baina, batera, garrantzizko emaria izan dezakete.

Adierazitakoaren arabera, eta honen inguruko informazio zehatzik izan ezean, hasteko, honako hauek onartu behar dira:

- Hondo iragazgaitza duten zabortegietan, lurpeko ura ez da bertara sartzen, eta lixibiatuak ez dira lurzorurantz iragazten.
- Hondo iragazgaitza ez duten zabortegietan, lurpeko sarrerak eta irteerak gertatzen dira, edo, momentuaren eta tokiaren arabera, bata ala bestea.

Hortaz, hondo iragazgaitzik ez duen zabortegei batean, lurpeko urak sartu edo lixibiatuak lurzorura iragazi egiten diren zehaztu behar da, lehenengo eta behin. Horretarako, honako hauek hartu behar dira kontuan:

- Zabortegeia kokaturik dagoen inguruko funtzionamendu hidrogeologikoa, lurzorua iragazkortasuna barne.
- Jalkitako materialen iragazkortasuna.
- Hondakin-masaren eta lurzorua arteko hormetan ezarritako iragazkortasun-sistemak (lixibiatuak drainatzeko, lur-geruza trinkotuak, etab.).
- Zabortegeiaren barruan eta kanpoan, maila freatikoei duten kokalekua.
- Kanpoko kontrol-putzuetako uraren kalitatean lixibiatuek izan dezaketen eragina.

Behin aspektu hauek ebaluatuta eta ontziaren hormen bidezko truke mota zehaztuta eta ebaluatuta (lurpeko uren sarrera eta lixibiatuen irteera), sarrera gisa (jarraian) edo irteera gisa (aurreragoko atal batean) dagokion kalkulua garatu behar da.

Ezin konta ahalako konfigurazio hidrogeologiko posibleen eta, haien barruan, zabortegeiak haiekiko izan ditzakeen egoera ezberdin posibleen ondorioz, honen moduko gida batean, hondo iragazgaitzik ez duten zabortegietan sar daitezkeen lurpeko uraren emaria bere konfigurazio eta egoera guztietan zehazteko azterketa eta kalkulu-metodoen proposamena

kontuan hartzea ezinezkoa da. Kasu bakoitzari aplikatutako funts eta kalkulu hidrogeologikoetan oinarritu beharko da kalkulu hori.

Jarraian, eta aurrekoa ezertan galarazi gabe, sinplifikatutako kalkulu-metodo bat dago xehaturik. Haren bidez, zaborteziaren oinarriarekin bat datorren oinarri iragazgaitza duen lurzoru iragazkor batean dagoenean zabortezi eta lubaki drainatzaile eta guztiz zeharkagarritzat jokatzeko duenean, emariaren magnitude-ordena lor daiteke (15. irudia).

#### 4.1.3.2.1.- Abiapuntuako datuak

Suposatutako kasuan, lurpeko uren sarrera balioesteko beharrezkoak diren abiapuntu-datuak honako hauek dira:

- Lurzoruaren, ontziko hormaren gainean jarritako geruzaren edo sistemen (adibidez, lur trinkotuak, lixibiatuak drainatzeko legar-geruzak) eta hondakin-masaren iragazkortasun-koefizienteak:
  - Saiakuntzen bidez zehaztuak.
  - Bestelako azterketen bidez ezagutuak.
  - Erreferentzia bibliografikoetan oinarrituz balioetsiak.
- Kanpoaldeko maila freatikoa (lurzorukoa):
  - Kontrol-putzuetan egindako neurketen bidez zehaztua. Kontuan hartu behar dira zaborteziaren konfigurazio geometrikoa eta inguruko funtzionamendu hidrogeologiko naturala, eta ebaluatu egin beharko da kontrol-putzuetan hartutako neurriek zaborteziaren inguru osoa irudikatzen duten ala, ostera, sektore batzuk baino ez dituzten irudikatzen (adibidez, goialdea eta behealdea).
  - Kanpoko ingurunearekin erlazionatutako informazio mota ezberdin batean oinarrituz egindako gutxi gorabeherako dedukzioa (iturbegien mailak edo kotak, funtzionamendu hidrogeologikoa, etab.).
  - Kanpo-mailen daturik eta, balioespen bat eginez, maila horiek deduzitzea ere ahalbidetzen ez duen beste informaziorik izan ezean, lurzoruko maila freatikoa zaborteziaren goialdeko ertzean dagoela onartuko dugu, sarrera-emari posiblearen gehienekoa zehaztuz.
- Barnealdeko maila freatikoa (zaborteziaren):
  - Kontrol-putzuetan edo gasa erazteko putzuetan egindako neurketen bidez zehaztua.
  - Barnealdeko mailei buruzko daturik izan ezean, zaborteziaren maila freatikoa hondoan dagoela onartuko dugu, hau da, oinarrian, lixibiatuak drainatzeko sistemaren kokalekuarekin bat etorririk.

- Inguruko konfigurazio hidrogeologikoa eta lurpeko fluxuaren norabidea.
- Zabortegearen geometria (neurriak).

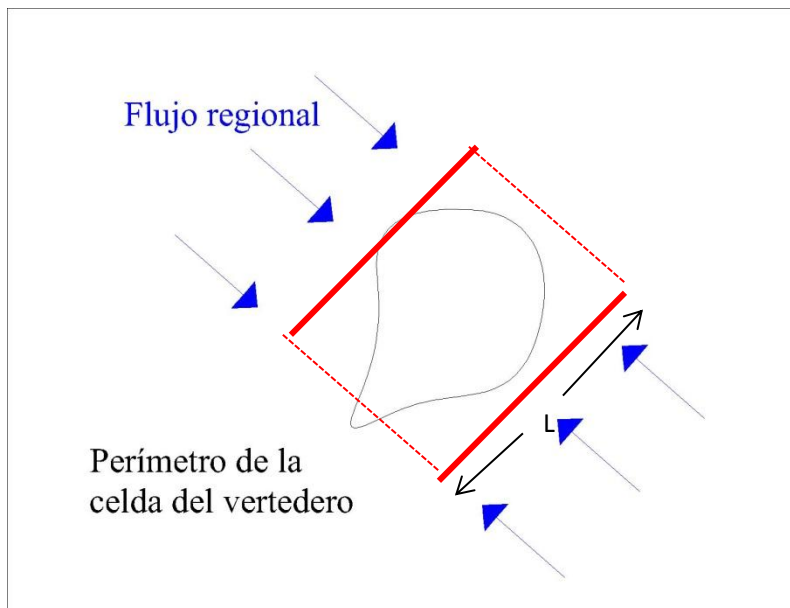
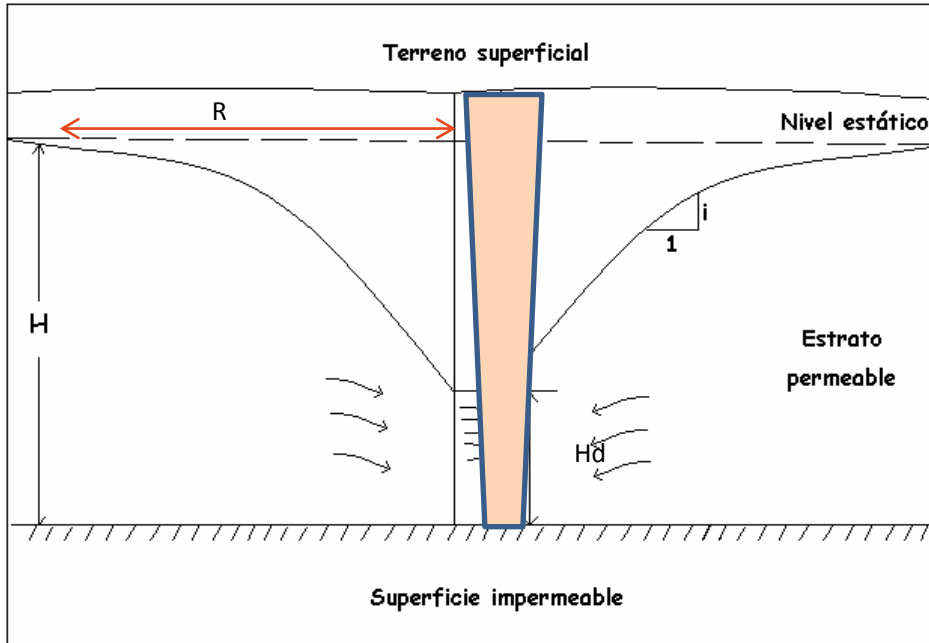


*9. argazkia - Zabortege baten kanpoaldeko kontrol-putzua, lurzoruko maila freatikoa neurtu ahal izateko eta lurpeko uraren laginak hartu ahal izateko.*

#### 4.1.3.2.2.- Kalkuluak

Adierazitako kasu zehatzean (ikus 15. irudia), zabortegean izandako lurpeko uren sarrera difusoa balioesteko, kasu honetan bakarrik, honako espresioa erabili behar da (CEPIS, 2002):

$$q = K \times \frac{(H^2 - Hd^2)}{R}$$



15. irudia - Lurzoru iragazkor bateko lubaki drainatzaile eta erabat zeharkagarri baten eskema argigarria eta zabortegi baten egoera mota zehatz batekiko asoziazioa.

non:

$q$ : lubaki drainatzailearen metro lineal bakoitzeko sarrera-emari unitarioa. Perimetro irregularra duen zabortegi batean, sarrera-emari osoa ( $Q$ ) lortzeko, balio hau ( $q$ ) proiektatutako luzarekin ( $L$ ) biderkatu behar da, kontuan hartu gabe inguruaren irregulartasunak.

K: iragazkortasun-koefizienterik baxuena. Lurzoruaren eta, hala badagokio (adibidez, lur trinkotuen kasuan), ontziko hormetan jarritako kaparen artean hautatu beharra dago.

H: lubakiak egindako drainatzearen eragina ez duen gunearen oinarriaren eta maila estatikoaren arteko distantzia (zabortegia).

Hd: lubakiaren barnealdearen oinarriaren eta mailaren arteko distantzia (zabortegia).

R: Sortutako drainatzearen eragin-erradioa (zabortegiaren ardatzaren eta drainatzeak maila freatikoan eragindako beherakada nulua den puntuaren arteko distantzia).

Zabortegi barruko maila oinarrian badago, kontuan hartutako egoeran, sarrera-emaria gehiago posiblea izango da:

$$q = K \times \frac{(H^2)}{R}$$

$$Q = q \times L = K \times \frac{(H^2)}{R} \times L = K \times (H \cdot L) \times \frac{H}{R}$$

Azken ekuazio hau zuzenean aldera daiteke Darcyren legearen originalarekin:

$$Q = K \times A \times I$$

non:

A = H.L : kontuan hartutako sekzioa (altuera x luzera)

I = H/R : gradiente hidraulikoa

Adierazitako kalkulu-metodoa adierazitako egoeran baino ezin da aplikatu, eta sortutako fluxuarekin erlazionatutako sinplifikazio batzuetatik eratorria da. Hortaz, emariaren balioespen bat ematen du, eta ez kalkulu zehatzik. Metodoa aplikatzerako orduan ez baditugu H, Hd eta R ezezagunen datu zehatzak, balioetsi egin beharko dira kontuan hartuz tokiko konfigurazio hidrogeologikoa eta honen inguruan egon litezkeen zeharkako datuak.

Beste egoera eta konfigurazio batzuetan sar litekeen lurpeko ura kalkulatzeko, gida honetan jorratzen ez diren metodo eta funts hidrogeologikoei heldu behar zaie. Kasu batzuetan, deskribatutako metodoa sarrera horren magnitudearen hurbilketa gisa erabil daiteke.

#### 4.1.3.2.3.- Emaitzak

Lurpeko ur-sarrera difusoen kalkuluen emaitzak bolumen-unitateen bidez adierazi behar dira, kalkulu-prozedura eta oinarritzat hartutako suposizioak zehatzuz (egoera eta konfigurazioa, maila freatikoak, iragazkortasuna, etab.).

#### 4.1.4.- Birkarga artifiziala (BA)

Zabortegietan, era artifizialean sartutako ura honako hauetan datza:

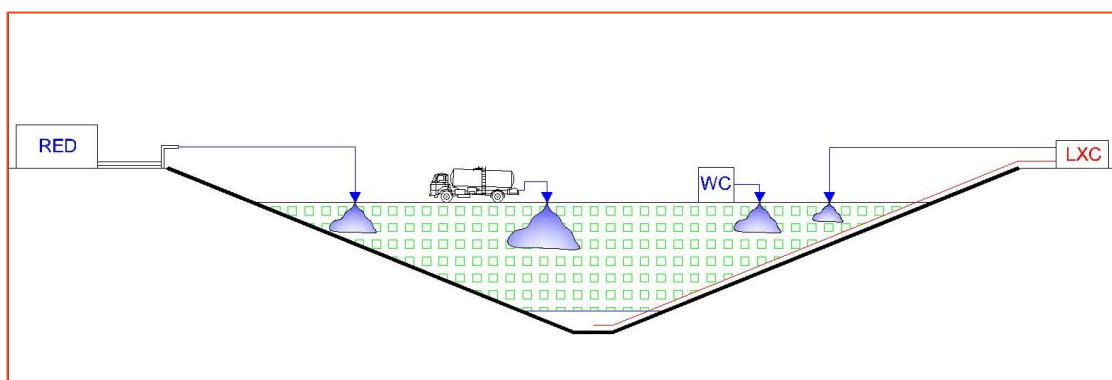
- Sareko urarekin egindako ureztapenak, edo suteak prebenitzeko edo itzaltzeko edo beste xede batzuetarako erabilitako ur garbiak (barne-bideak mantentzeko, hondakin-masaren

tenperatura jaitsarazteko, hondakin mota jakin baten antolamendua edo trinkotzea errazteko, etab.). Instalazio finkoen bidez (ur-harguneak edo suteetako ur-harguneak) nahiz instalazio mugikorren bidez (zisterna-kamioiak) gehi daiteke ur hori.

- Lixibiatu birziklatuekin egindako ureztaketak. Beren lurrunketa, hondakinen degradazioa eta biogasaren eraketa laguntzen dira horren bitartez. Hodi finkoen nahiz mugikorren bidez (zisterna-kamioiak) gehi daitezke lixibiatu horiek.
- Finkoak nahiz mugikorrek diren instalazio lotuetatik datozen urak isurtzea (zerbitzuak, gurpil-garbigailuak, makineria garbitzeko instalazioak, etab.).
- Bertako edo besteren lixibiatuak isurtzea.
- Biogas-kondentsatuaren isuriak.
- Biltegi eta hodietan gertatzen diren eta isurtze-ontzira iristen diren ihesak. Ihesak honako hauei eragin diezaiekete:
  - Instalazio finkoak.
  - Aldi baterako instalazioak edo instalazio mugikorrek, hala nola tarteko estalduretatik datorren ura ponpatzekoak.

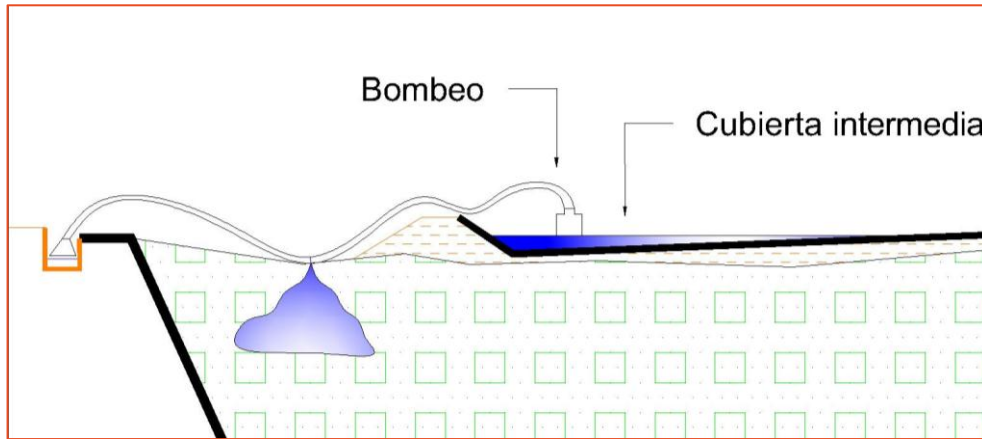
Kasu guztietan, neurketa-gailu eta -sistemen bidez eskuratutako datuetan oinarritu behar da sarrera hauen kalkulua. Kontzeptu-eredua egitera begira, ura edo lixibiatuak hartzeko gunea eta aplikatzeko tokia hartu behar dira kontuan, sistematik kanpoko ura den ala balantzearen beste atal batzuetan nolabait kontuan hartutako ura den zehaztuz. Honela, eta kontzeptu-ereduari begira:

- Kanpo-urarekin egindako ureztapenak ur-sarrera bat dira (prezipitazioa izango balitz bezala).



16. irudia - Birkarga artifizialaren ondoriozko ur-sarrera posibleen eskema argigarria.

- Lixibiatuen birziklapena modelizatzeko, kontuan hartu behar dira lixibiatuak hartzeko tokia eta toki horrek berauen azken ebakuazio orokorra egiteko kontrol-puntuarekin duen erlazioa. Horretarako, emari-neurgailuak, kontagailuak edo bolumen-erregistroak jarri behar dira, bai birziklatutako lixibiatuei dagokienez eta bai kanporantz ebakutzen diren lixibiatuei dagokienez ere:
  - Emari-neurgailuaren aurretik edo azken ebakuazio orokorraren aurretik badago birziklatu beharreko lixibiatuak antzemateko tokia, eta sarrera absolututzat kuantifikatzen bada birziklapenaren ondoriozko sarrera, lixibiatu berak hainbat bider ari gara zenbatzen. Halere, «itxuraz», sarrera hau ez da zabortegitik irteten, ez baita amaierako kontrol-puntutik igarotzen.
  - Azken ebakuazio orokorraren kontrol-puntuaren ondoren badago birziklatu beharreko lixibiatuak antzemateko tokia, agerian geratuko litzateke bai lixibiatu birziklatuen sarrera (birziklapen-sarearen kontrola) eta bai beraien irteera ere (azken irteerako kontrola).
- Konektatutako sistema eta instalazioetatik eratorritako ur-isuriak (zerbitzuak, gurpilgarbigailuak edo makineria garbitzeko instalazioak, etab.), mugikorrek nahiz finkoak izan, oro har, ur-sarrera absolutuak izango dira (kanpo-jariatze bat izango balira bezala), salbu eta zabortegiaren beraren gainazalean sortutako jariatze bat bada uraren jatorria.
- Bertako edo besteren instalazioetatik eratorritako lixibiatu-isuriak ur-sarrera absolutuak izango dira, baldin eta, bertako lixibiatuen kasuan, irteera gisa kontabilizatu badira kontrol-puntuetan.
- Irteera gisa kontabilizatzen den ur mota baten sarrerak izango dira biogas-kondentsatuen isuriak (biogasean dagoen ur-lurruna). Hortaz, horrelako isuririk badago, halaxe hartu behar da kontuan kontzeptu-ereduan.
- Sare motaren eta sortzen diren tokiaren arabera kontabilizatu behar dira instalazio finko edo mugikorretako ihesak.
  - Kanpo-sare batean gertatzen bada (ur-sare batean, esaterako), zuzeneko sarrera bat izango da.
  - Lixibiatuen sarean gertatzen bada, kontuan hartu behar da ihes-puntuak lixibiatuen emariak kontrolatzeko puntuarekiko duen posizioa, birziklatzeko egokia den noranzkoan.
  - Ontziko urak ebakutzeko sistema batean gertatzen bada, sarrera bat izango da, eta, ur bera birritan ez zenbatzeko, ondo modelizatu beharko da egoera hau.



17. irudia - Tarteko estaldura batean sortutako ur-jariatzea ebakutzeko sistema batean izandako ihes baten ondoriozko ur-sarreraren eskema argigarria.

#### 4.1.4.1.- Abiapuntuak

Birkarga artifiziala kalkulatzeko abiapuntuak egiazko datuak izango dira, eta hauen bidez lortu behar dira:

- Ureztapen, zerbitzu, gurpil-garbigailu eta abarretarako kanpo-ura bideratzeko hodieta txertatutako emari-neurgailuak edo kontagailuak.
- Lixibiatuen birziklapena kontrolatzeko emari-neurgailuak edo kontagailuak.
- Tangen bitartez ekarritako bolumenaren kontabilitatea (mota, jatorria, helmuga, egindako bidaia eta bolumen unitarioak).
- Ihesen kasuan: mota, iraupena eta inplikaturako emaria.

Gainera, ureztapenen kasuan, honako hauek izan behar dira:

- Datu meteorologikoak.
- Ureztatutako azalerak.





*Makinen eta ibilgailuen garbiketa*



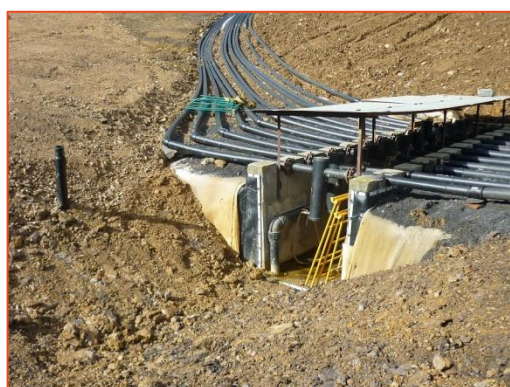
*Hondakinen ureztapena*



*Garbiketa-lanak*



*Zerbitzuak, garbitegiak, etab.*



*Biogas-kondentsatuak*



*Gurpil-garbigailuak*



*Hoditeriako ihesak*

*10a-10g argazkiak - Birkarga artifizialaren bidez ura sar daitezkeen moduetako batzuk.*

#### **4.1.4.2.- Kalkuluak**

Bi sarrera mota bereizi behar dira:

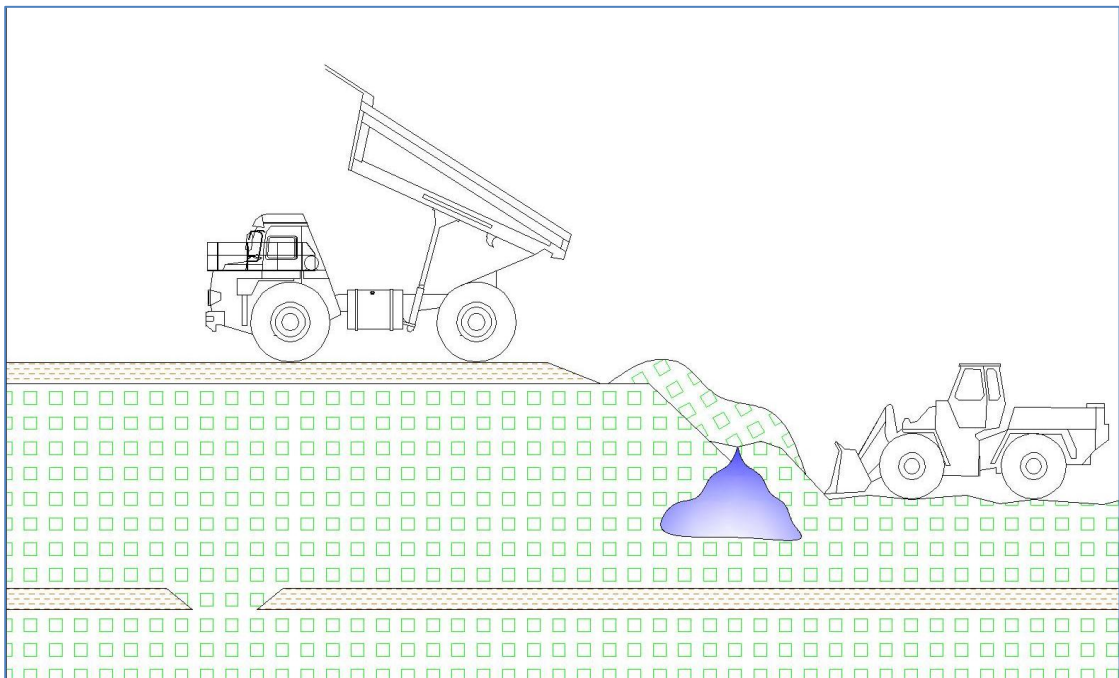
- Gutxi gorabehera zabalak diren gainazalean egindako eta prezipitazio batekin aldera daitezkeen ureztapenak. Instalazio finko nahiz erdimugikorrek (ihinztargailuak), mugikorrek (tangak) edo edozein motatakoekin gauza daitezke. Kasu honetan, ureztapen-sareetako emari-neurgailuetan, kontagailuetan eta neurketa- eta erregistro-sistemetan kontabilizatutako bolumen osoa murriztu egin beharko da, dagokion ebapotranspirazioa kenduz. Orduan, prezipitazio batetik eratorritako euri erabilgarriarekin alderatuz (EE), «ureztapen erabilgarria» (UE) kalkulatu behar da. Horretarako, honako urrats hauei jarraitu behar zaie:
  - Ureztapenean erabilitako ur- edo lixibiatu-bolumena eta ureztatutako azalera zehaztu.
  - Kontuan hartutako azaleran egindako ureztapenaren baliokidea (UR) kalkulatu, mm-tan (prezipitazio bat izango balitz bezala).
  - Irteerak-Ebapotranspirazioa (EET) atalean adierazitakoaren arabera, ebapotranspirazioa zehaztu behar da.
  - Bati bestea kentzea:  $UE = UR - ETR$
  - Kopuru honen (UE) baliokide bolumetrikoa kalkulatzeko, ureztatutako azalerari aplikaturik.
- Toki zehatzetako isuri edo injekzioak, lurrazaleko jariatzearen puntu bateko sarrerarekin alderagarriak (ez azalera zabal batean zehar, ureztapenen moduan). Ebapotranspiraziorik ez dagoela onartuko da eta emari-neurgailuek, kontagailuek eta neurketa-sistemek kontabilizatutako bolumen osoa hartuko da sarreratzat.

#### 4.1.4.3.- *Emaitzak*

Kontuan hartutako denbora-tarteko emaitzak bolumen-unitateen bidez aurkeztu behar dira, kontuan hartuz termino honen kontzeptu-modelizazioari buruz aurrerago adierazitakoa. Kasu bakoitzean, birkarga mota xehatu behar da (jarraitua, erdijarraitua, noizbehinkakoa, etab.), eta bai aplikatutako ur edo lixibiatuen jatorria ere.

#### 4.1.5.- *Hondakinaren eta jalkitako beste material batzuen hezetasuna (HH)*

Zabortegean sartzean, hondakinek eta beste material batzuek (hala nola barne-bide nahiz estalduretarako lurrek) halako hezetasun bat dakarte, eta horrek zabortegean ur berria sartzea du ondorio. Zabortegeetan hondakin likidoak jalkitzea debekatuta dagoenez, termino honek hezetasunari egiten dio beti erreferentzia, hau da, aske ez dagoen, aske zirkulatzen ez duen eta partikula solidoei erantsirik dagoen ura. Gainera, zabortegei batean onartzeko, hondakin batek izan dezakeen gehiengo hezetasuna zein den xedatzen du legediak (% 65); hortaz, teoriarik, hondakinekin eta beste material batzuekin batera sar daitekeen uraren gehieneko muga errepresentatzen du zenbaki honek.



*18. irudia - Jalkitako hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunak eragindako ur-sarreraren eskema argigarria. Errealitatean, hondakinaren hezetasunak ez du aske zirkulatzen, irudikoaren moduko beheranzko fluxu bat eraginez, baina errepresentatzen duen sarreraren kontzeptua nabarmendu nahi izan da*

#### 4.1.5.1.- *Abiapuntuko datuak*

Hondakinaren hezetasun moduan zabortegean sartutako ura kalkulatzeko beharrezko diren abiapuntuko datuak honako hauek dira:

- Zabortegean sartzen diren hondakinei eta beste material batzuei buruzko laborategi-saiakuntzen emaitzak.
- Zabortegeari eta hondakin edo material motari buruzko aurretiazko informazioan oinarritutako balioespenak.
- Hondakinei eta materialei buruzko informazio bibliografiko alderagarrian oinarritutako balioespenak.
- Kontuan hartutako denbora-tartean sartutako hondakinen eta beste material batzuen kopuruak.

Laborategi-saiakuntzarik edo zabortegei eta hondakin mota beren aurretiko daturik izan ezean, hondakinen eta bete material batzuen hezetasunari buruzko balioespen generiko ezberdinak daude bibliografian. Egoera honetan, jarraian dauden tauletan adierazitako balioak erabili behar dira. Honako hauei dagozkie:

- Hiri-hondakinak.
- Paper-industriako hondakinak.
- Estaldurak egiteko edo bestelako erabileretarako material mineralak.

Jarraian dauden tauletan ez bada jalkitako hondakin edo materialaren mota agertzen, adierazgarria izan daitekeenaren balioa erabili behar da.

6. taula - Hiri-hondakinen hezetasunaren balio tipikoak (uraren pisua/pisu osoa) (iturria: TCHOBANGLIOUS eta KREITH, 2002).

Hondakin mota	Hezetasun-maila (%)	Hezetasunaren balio tipikoa (%)
Hiri-hondakinak	15-40	20
Gainerako elikagaiak	50-80	70
Papera eta kartoia	4-10	6
Plastikoak	1-4	2
Ehunak	6-15	10
Kautxua, goma, etab.	1-4	2
Larrua	8-12	10
Lorezaintzako abarrak	30-80	60

6. taula - Hiri-hondakinen hezetasunaren balio tipikoak (uraren pisua/pisu osoa) (iturria: TCHOBANGLIOUS eta KREITH, 2002).

Hondakin mota	Hezetasun-maila (%)	Hezetasunaren balio tipikoa (%)
Egurra	15-40	20
Beira	1-4	2
Latorri-ontziak	2-4	3
Burdinazko eta ez-burdinazko metalak	2-6	3
Errautsak, adreiluak, hormigoia, asfaltoa, etab.	6-12	8

Paper-industriako hondakinei dagokienez, hezetasun-balio tipikoak honako hauek dira:

7. taula - Paper- industriako hondakin nagusien hezetasunaren balio tipikoak (uraren pisua/pisu osoa) (iturria: ASPAPEL, 2007).

Hondakin mota	Hezetasunaren balio tipikoa (%)
Azaleko eta zurezko hondakinak.	35
Lixiba berdeen lohiak, egoste-lixibak berreskuratzean sortutakoak	50
Papera birziklatzean tinta kentzean sortutako lohiak	40
Paperaren eta kartoiaren hondakinekin egindako pastaren hondakinak, mekanikoki bereziak	58
Birziklatzeko papera eta kartoia sailkatzean sortutako hondakinak	28
Kare-lohien hondakinak.	30
Bereizketa mekanikoaren bidez lortutako zuntzen hondakinak eta zuntzen lohiak, eta karga- eta iztukadura-materialak	50
Batezbesteko sektoriala	51



Estaldura-material gisa erabilitako lurrek balio hauek izan ohi dituzte:

8. taula - Estaldura-materialen hezetasun-balio tipikoak (uraren bolumena/bolumen osoa) (iturria: FAO, 2006).

Mota	Hezetasun-maila (%)	Hezetasunaren balio tipikoa (%)
Hareak	2-17	9
Limoak	12-36	24
Buztinak	20-40	30

Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasun gisa sartzen den uraren bolumena kalkulatzeko orduan eta, denbora-tartean zehar zaborteziaren barruan egondako hezetasunaren bilakaera ebaluatzeko, balio hori erabiltzeko orduan, kasu bakoitzean eta abiapuntuko datuen jatorriaren arabera, kontuan hartu behar dira hezetasuna adierazteko erabilitako unitateak. Batzuetan, bolumenen arteko erlazio gisa adierazten da hezetasuna (uraren bolumena/bolumen osoa), baina, beste batzuetan, pisuen arteko erlazio gisa adierazten da; horretarako pisu hezean oinarri gaitzke (uraren pisua/pisu osoa) edo, bestela, partikula solido lehorren pisuan (uraren pisua/partikula solido lehorren pisua). Hortaz, unitate motaren arabera, beharrezkoa izango da dagozkion unitateak bolumenera bihurtzea, kontuan hartuz dentsitate edo pisu zehatza.

Hondakinen hezetasunari eta, ondoren, zabortezi barruan izaten dituen aldakuntza-prozesuei dagokienez, adierazi beharra dago ezen, baldintza naturaletan, zati bat ez dela mugigarria (hondar-hezetasuna) eta, hortaz, hondakinei eta beste materialei era mugagabeen itsatsirik geldituko dela. *Zimeldura iraunkorraren puntu* delakoak definituko du puntu hau. Orokorrean, laborategian hezetasuna zehazteko, labe bat erabiltzen da (baldintza ez-naturalak) lagina erabat lehortu arte, aipatutako zimelduraren puntutik harago.

#### 4.1.5.2.- Kalkuluak

Beren hezetasun-ehunekoak direla-eta, jalki egin diren hondakinen eta beste materialen kopuruak biderkatuz, ur-sarreraren bolumena zehaztean dautza kalkuluak. Hondakin edo material mota ezberdinak sartu badira, haietako bakoitzari dagokion ur kopurua kalkulatu behar da.

Kalkuluak garatzerakoan, kontuan hartu behar da hondakinek zaborteziaren sartzean dakarten hezetasuna eta laborategian probatutako hezetasuna ezberdinak izan daitezkeela. Era berean, hidratatu edo lehortu ahal izan diren toki batean biltegitatu badira, edota ibilgailu batean agerian garraiatu badira eta, euriaren ondorioz, umeldu egin badira, produktoretik irteteen daramaten hezetasuna ere ezberdina izan daiteke.

#### 4.1.5.3.- Emaitzak

Kontuan hartutako denbora-tartean gertatutako ur-sarreraren bolumen gisa adierazi behar dira emaitzak, eta, hondakin eta material ezberdinen kasuan, ur kopuru eta bolumenak bereizi behar dira. Aplikaturako hezetasun-balioen jatorria xehatu behar da (aurreko taulak, saiakuntzak, etab.) eta bai jalkitzean izandako edozein aspektu esanguratsu ere (balioetsitako balio orokorren gainetiko hezetasuna duten hondakinak, etab.)

#### 4.2.- Irteerak

Honako taula honetan labur adierazitako eta hurrengo ataletan garatutako prozedurei jarraikiz kalkulatu behar dira irteerak.

<i>9. taula - Sarrerak kalkulatzeko metodologia</i>	
<b>Abiapuntuko datuak</b>	<b>Kalkuluak</b>
<b>Ebapotranspirazioa (EET)</b>	
Lisimetroa Tanga ebaporimetrikoa Behatokiaren datu meteorologikoak Lurzoruaren ezaugarriak	Lisimetroaren zuzeneko datuak. FAOren Penman-Monteith metodoa
<b>Estaldua eta zigilatzeetako prezipitaziotik eratorritako lurrazaleko fluxua (PLF)</b>	
Emari-neurgailuak eta kontagailuak. Behatokiaren datu meteorologikoak. Datu edo behaketa zehatzak – zuzenekoak Gainazalak.	Kalkulurik gabe. Emari-neurgailuen eta kontagailuen zuzeneko datuak Dagozkion isurialde-gainazalako euri erabilgarriaren kalkulua eta lurrazaleko jariatzearen balioespena Behaketa zehatzetan oinarritutako balioespenak eta erregimen meteorologiko-hidrologikoa
<b>Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)</b>	
Emari-neurgailuak eta kontagailuak	Kalkulurik gabe. Zuzeneko datuak.

9. taula - Sarrerak kalkulatzeko metodologia	
Abiapuntuko datuak	Kalkuluak
<b>Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)</b> Lixibiatuen lurrazaleko iturbegiak – Lixibiatuen lurzoruranzko lurpeko iragazpenak – Hodi edo biltegietao ihesak	
Zuzeneko datu edo behaketa zehatzak Emari-neurgailuak eta kontagailuak. Lurzuaren eta hondakin-masaren iragazkortasuna Maila freatikoak Ihesei buruzko informazioa.	Behaketa zehaztutan oinarritutako balioespenak eta erregimen meteorologiko-hidrologikoa. Zuzeneko datuak. Darcyren legearen bidez.
<b>Biogasarekin batera dagoen ur-lurrina (BGL)</b>	
Isuritako gasaren bolumena Isuritako gasaren saiakuntzak/analisiak	Isuritako gasaren bolumenetan eta saiakuntzen bidez zehaztutako nahiz aurreko erreferentzien arabera balioetsitako ur-edukian oinarritutako zuzeneko datuak.  Hondakinen kopuruan eta sorkuntza- eta isurtze-prozesuetan parte hartzen duen uraren kopuruan oinarritutako balioespenak

#### 4.2.1.- Ebapotranspirazioa (EET)

Oro har, lixibiatuekin batera, urak sistematik irteteko duen bide nagusietako bat da ebapotranspirazioa. Oso zaila da doitasunez zehazten, ezin konta ahala faktore meteorologikok eragiten baitiote (tenperatura, hezetasuna, haizea, prezipitazio mota, etab.), eta bai uraren ebapotranspirazioa eragiten duen gainazalaren ezaugarriak ere (landarearen dentsitatea eta mota, zoru mota —bere hezetasun-egoera barne—, etab.).

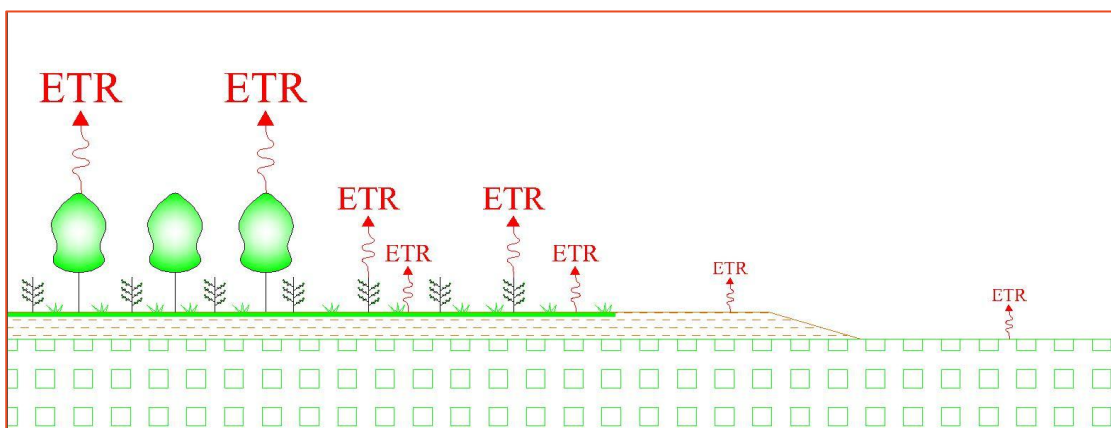
Landareen lurrunketaren eta transpirazioaren bidez, ura atmosferara askatzea da ebapotranspirazioa. Zabortegei batean, lau gainazal mota egon daitezke (bakoitza bere ezaugarriekin) eta, hortaz, lau ebapotranspirazio mota orokor:

- Hondakinak agerian dituen gainazala, landaretzarik gabea. Ur askeen (putzuak eta errekaak), bustitako edo umeldutako gainazalaren beraren eta metaketaren barnealdeko zatirik azalekoenaren lurrunketa da bertan gertatzen den prozesu bakarra.
- Estaldura eta bideetarako material mineralak (lurrak) agerian dituen gainazala, landaretzarik gabea. Ur askeen (putzuak eta errekaak), bustitako edo umeldutako



gainazalaren beraren eta metaketaren barnealdeko zatirik azalekoenaren lurrunketa da bertan gertatzen den prozesua, baita ere.

- Nolabaiteko iragazgaizpen baten ageriko gainazala (adibidez, geomintza). Bertan, aipatutako gainazaletik gertatzen da ebapotranspirazioa.
- Landaretza duen gainazala, bai hondakinen beren gainean edo bai beste edozelako materialen gainean. Bertan, bi prozesuak gertatzen dira (lurrunketa eta transpirazioa)



19. irudia - Ebapotranspirazioa gainazal mota guztietan gertatzen da, bai landaretza dutenetan (lurrunketa eta transpirazioa) eta bai landaretzarik ez dutenetan ere (lurrunketa)

Ebapotranspirazioari dagokionez, gehienbat parametro hau kalkulatzeko eratik eratorriak diren eta aurretiaz definitu beharko liratekeen hainbat termino eta kontzeptu erabiltzen dira:

- **Ebapotranspirazioa:** landareen lurrunketaren eta transpirazioaren bitartez, ura atmosferara askatzen duen fenomeno da. Normalean, mm-tan adierazten da (prezipitazioaren moduan).
- **Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_0$ ):** gainazal estandar edo erreferentziako gainazal mota jakin batek ur-murrizketarik izango ez balu, gertatuko litzatekeen gehieneko ebapotranspirazioa da. Erreferentziako gainazala ezaugarri zehatzak dituen larre bat da.
- **Baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_L$ ):** laborea edo erreferentziakoa ez den landaretza duen gainazal batek ur-murrizketarik izango ez balu, gertatuko litzatekeen gehieneko ebapotranspirazioa da.
- **Baldintza estandarretan ez dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_{L_{do}}$ ) edo laborearen egiazko ebapotranspirazioa (EET):** benetan gertatzen den ebapotranspirazioa da, kontuan hartuz uraren egiazko erabilgarritasunak (prezipitazioa eta ureztapenak, baldin badaude, eta gainazaleko materialaren hezetasun-baldintzak).
- **Laboreen ur-beharrizana:** baldintza egokietan hazteko, laboreek (edo landareek, orokorrean) izan behar duten ur-bolumena da. Ez da baldintza estandarretan dagoen

laborearen ebapotranspirazioaren berdina, landare-transpirazioaren eragina baino ez baitu zenbatzen. Gainazal soil batek, landaretzarik gabeak, ebapotranspirazioa du (lurrunketa, kasu honetan), baina ez du laboreentzako uraren beharrianik.

- **Lurzoruaren balantzea:** baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_L$ ) eta egiaz izandako prezipitazioa oinarritzat hartuz, egiazko ebapotranspirazioa (EET) kalkulatzeko metodoa da. Gainera, kontuan hartzen du ebapotranspirazioaren zati batek lurzoruaren geruzarik azalekoenaren hezetasun-ura kontsumitzen duela.

Ebapotranspirazioa hiru eratan kalkula daiteke:

- **Lisimetro** izeneko gailu bat erabiliz. Gailu honek, eremu experimental bat osatuz, tokiko egiazko baldintzak errepikatzen ditu. *Grosso modo*, lurzoruaren zulatutako hobi pedologiko batean kokatutako kaxa bat da. Hartan, jatorrizko lurzoruaren osatzen duten material berak jartzen dira, ezaugarri duen landaretza jarriz gainean, hala badagokio. Neurgailuen bidez, prezipitazioa, lurzoruaren hezetasunaren aldakuntzak (baldin badaude) eta kaxaren hondoa jasotako ura kontrolatzen dira, magnitude hauen ezberdintasun gisa zehaztuz ebapotranspirazioa.
- Lurrunketa-tanga bat erabilia, hau da, prezipitazioa jaso eta metatzen duen ontzi irekia (bitarte zehaztuta, normalean egunekoak). Bertan, lurrunketaren ondorioz, metatutako urak izandako beherakada neurtzen da. Datu honi koefiziente bat aplikatuz, erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa kalkulatu da ( $ET_0$ ). Ondoren, beste koefiziente batzuei esker, aztergai den gainazalaren baldintza estandarretan dagoenean laborearen ebapotranspirazioa zehatz daiteke ( $ET_L$ ). Azkenik, lurzoruaren balantzea egiten da, egiazko ebapotranspirazioa kalkulatzeko (EET).
- **Datu meteorologikoetan** oinarrituta, erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa kalkulatu da ( $ET_0$ ). Ondoren, beste koefiziente batzuei esker, aztergai den gainazalaren baldintza estandarretan dagoenean laborearen ebapotranspirazioa zehatz daiteke ( $ET_L$ ). Azkenik, lurzoruaren balantzea egiten da, egiazko ebapotranspirazioa kalkulatzeko (EET).

Baldintzarik egokienetan, aipatutako metodoen ordenari jarraitzen dio ebapotranspirazioaren kalkularen zehaztasun potentzialak: lisimetroa – lurrunketa-tanga – datu meteorologikoak. Halere, erabilitako gailuaren adierazgarritasunetik, datu meteorologikoetatik eta koefizienteetatik eratorritako mugak dituzte metodo guztiek.

Dena dela hautatutako sistema, **eguneko ebapotranspirazioa kalkulatu da (mm)**, kontuan izan gabe denbora-tartean zeharreko guztizko ebapotranspirazio gisa aurkezten diren emaitza globalak.

#### 4.2.1.1.- *Lisimetroaren bidezko kalkulua (eremu experimental)*

Lurzoruaren lagin adierazgarri bat duen ontzi handi bat da lisimetroa. Gainazal soilaren izan dezake, edo landarez estalirik egon daiteke. Zer nolako ebapotranspirazioa duen gainazalaren barruan kokatu behar da (lurperaturik).



11a-11c argazkiak - Lisimetro baten eskema orokorra eta antolamendua (eremu esperimentalak).

Oro har, lisimetroak bi kategoriatan taldekatzen dira:

- Pisatzean oinarrituak. Ontzian pisatzeko sistema bat dago (sistema hidraulikoa edo zehaztasun-palanka) eta, haren bidez, pisaldiak egiten dira. Alboko behatoki baten prezipitazio-datuekin batera, ontziko pisua areagotu gabe ebapotranspiratutako eta atmosferara itzultutako ur kopurua kalkulatu daiteke pisaldi horiekin.
- Drainatzean oinarrituak. Hondoko irtenbidea eta iragazitako bolumena edukitzeko aukera dituen drainatze-sistema du ontziak; hala, ebapotranspirazioa zeharka ebaluatzen da, jasotako bolumena izandako prezipitazioari kenduz. Orduan, kontuan hartu behar dira lurzoruko hezetasunaren edukiaren aldakuntzak. Drainatzean oinarritutakoaren artean, xurgapena duten eta ez duten lisimetroak daude. Honako hau da bien arteko ezberdintasuna: xurgapenik gabeko drainatzea dutenek lurzoruan behera naturalki iragazitako ura biltzen dute, hau da, grabitatearen ondorioz mugitzen den ura, eta xurgapena duten drainatzea duten lisimetroek lurzoruko ura xurgatu egiten dute material porotsu baten bidez.

Lisimetroen adierazgarritasunaren arazo nagusiak honako hauekin daude erlazionaturik:

- Irudikatu nahi dugun substratuaren profila haien barruan errepikatze zailtasuna. Zailtasun hau areagotu egiten da zabortegi bateko hondakinak irudikatzean; izan ere, berez, ez dituzte baldintza berdinak izaten zabortegi osoan.

- Tamainekin, hormen ezaugarriekin eta lisimetroaren kokapen zehatzarekin erlazonatutako faktoreen eragina. Honela, hormen berek inguruko uraren zirkulazioan eragin dezakete.
- Sortutako lurrazaleko jariatzea kontuan hartzea. Beste gune batzuetara ebakatu gabe biltzeko aukera ematen duten sistemak erabili behar dira.
- Neurketa-sistemetako buxadurak eta matxurak ekidingo dituen mantentze egoki baten beharrezana.

#### 4.2.1.1.1.- Abiapuntuak datuak

Beharrezko abiapuntu-datuaren artean, honako hauek daude:

- Bertan kokatutako behatoki baten jasotako prezipitazioaren datuak.
- Lisimetroen datuak, ezberdinak beren tipologiaren arabera (pisaldietan jasotako pisu zehatzak, bildutako ur-bolumenak), kontuan hartuz zehazki lurzoruko hezetasunean izan daitezkeen aldakuntzak drainatze-lisimetroetan.
- Zabortegearen kontzeptu-ereduan kontuan hartutako azalerei buruzko datuak ( $m^2$ ).

#### 4.2.1.1.2.- Kalkuluak

Lisimetro bakoitzari dagozkionak izango dira ebapotranspirazioa zehazteko erabili behar diren kalkuluak eta, hasieran, prezipitatutako kopuruei pisu edo bolumenak kentzean dautza. Lisimetroaren azaleraren unitate bakoitzeko bolumenera edo mm-tara bihurtu behar dira emaitza hauek, eta zabortegearen kontzeptu-ereduan kontuan hartutako azalaretara estrapolatu. Gainazal mota zehatz baten ebapotranspirazioa zehaztera orientaturik dago lisimetro bakoitza (hondakinak, lurzoruak, etab.). Hortaz, irudikatutako azalari dagokionez baino ezin izango da egin zuzeneko estrapolazioa.

Edonola ere, ebapotranspirazioari buruzko datuak egunekoak izango dira, balantze orokorrean denbora-tarte osoko bolumenak zenbatzen badira ere.

#### 4.2.1.1.3.- Emaitzak

Balantze hidrikoaren denbora-tartean zehar ebapotranspiratutako bolumen gisa aurkeztu behar dira emaitzak.

#### 4.2.1.2.- Lurrunketa-tangarekin egindako kalkulua

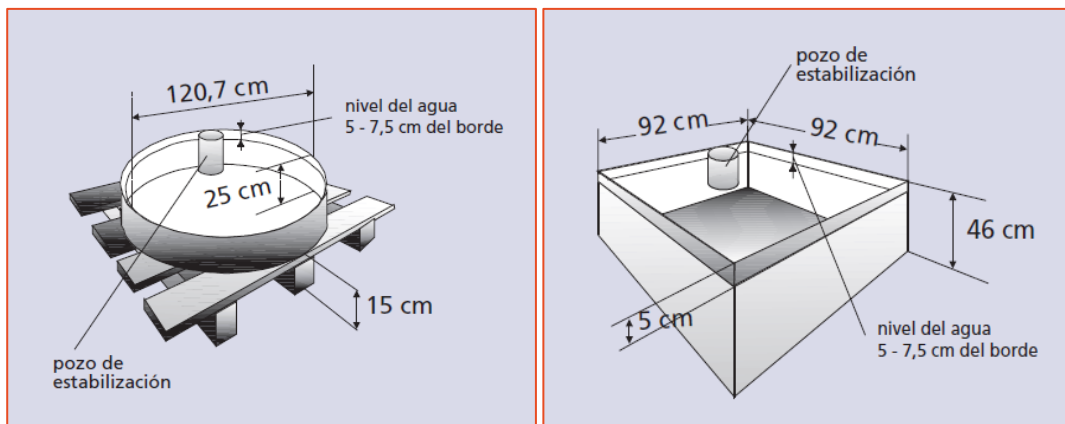
Lurrunketa-tanga bat prezipitazioa jaso eta metatzen duen ontzi irekia da (bitarte zehatzetan, normalean egunekoak). Bertan, lurrunketaren ondorioz, metatutako urak izandako beherakada neurtzen da.

Lortutako neurketak ez du inola ere inguruko egiako ebapotranspirazioa islatzen.



12. irudia - Lurrunketa-tanga

Lurrunketa-tangak estandarizaturik daude. Bi mota nagusi daude: A klaseko tangak eta Colorado motako tangak. Bakoitzak bere tamaina eta ezaugarri normalizatuak ditu. Inguruko erliebeari eta landaretzari dagokienez eta, besteak beste, azaleraren arabera altuerari dagokionez ere, tangen kokalekua ere normalizaturik dago.



20. irudia - A klaseko (ezkerra) eta Colorado motako (eskuina) lurrunketa-tangak.

#### 4.2.1.2.1.- Abiapuntuko datuak

Tangak oinarritzat hartuz, ebatotranspirazioa kalkulatzeko abiapuntuko datuak honako hauek dira:

- Tangako eguneko lurrunketaren datuak.
- Tanga mota bakoitzaren eta bere kokalekuaren koefiziente espezifikoak ( $ET_0$  aurkitzeko).



- $ET_0$ -n oinarrituz, kontuan hartutako gainazalaren baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET^L$ ) lortzeko koefizienteak.
- Datu meteorologikoak.
- Aztertutako gainazala osatzen duten materialen eremu-kapazitatearekin eta hezetasunarekin erlazionatutako datuak (lurzoruaren balantzerako).



13. argazkia - Zabortegei bateko behatoki meteorologiko bateko lurrunketa-tanga. Bere kokapena ez da egokia (inguruko erliebea, zuhaitza, azaleraren araberako altuera).

#### 4.2.1.2.2.- Kalkuluak

Lurrunketa-tanga baten datuetan oinarrituta, egiazko ebapotranspirazioa kalkulatzeko, honako hauek egin behar dira, hurrenez hurren:

- Lurrundutako ur kopuruari hainbat koefiziente aplikatu, erreferentziako laborearen ebapotranspirazioak duen balioa ezagutzeko ( $ET_0$ ).
- $ET_0$ -ri hainbat koefiziente aplikatu, erreferentziako laborearen ezberdina den eta gainazalaren baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioak ( $ET_L$ ) duen balioa lortzeko.
- Baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioan ( $ET_L$ ), izandako egiazko prezipitazioan eta geruzarik azalekoenaren hezetasunaren eta erretentzioaren ezaugarrietan oinarrituta, lurzorua balantze bat egin.

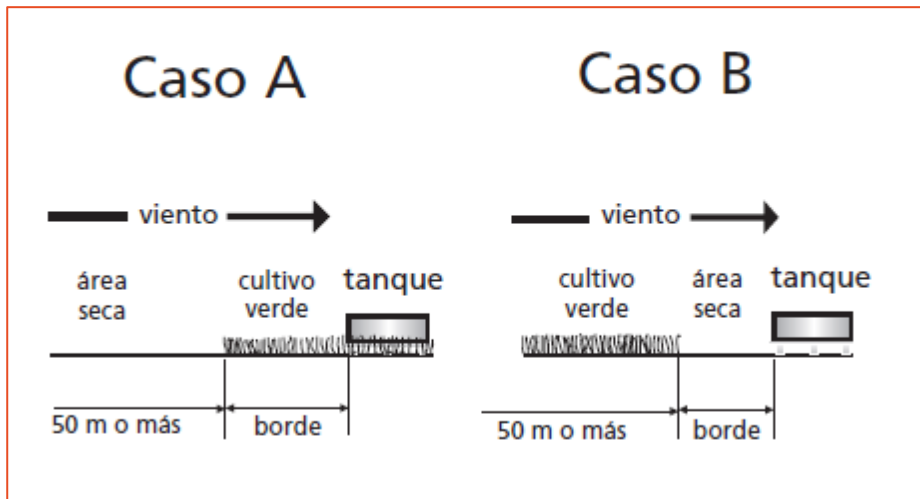
Soilik datu meteorologikoetan oinarritutako eta aurrerago xehatutako kalkulu-prozedura bat dator honekin; izan ere,  $ET_0$  kalkulatu behar da lehenengo eta, ondoren, gainerako urratsak era berean garatu behar dira. Ezberdintasun bakarra zera da, lurrunketa-tangarekin tangan neurtutako egiazko lurrunketa-datuetan oinarrituta kalkulaten dela  $ET_0$ , eta, beste kasuan, soilik datu meteorologikoetan oinarrituta egiten dela kalkulua.

Metodo biek komunean dituzten atalak ez errepikatzeko, tangako datuetan oinarrituz  $ET_0$  kalkulatzeko era definituko da hemen. Gainerako kalkuluetarako, datu meteorologikoetan oinarritutako kalkuluaren atalean adierazitakoari egingo zaio erreferentzia.

$ET_0$  (mm) kalkulatzeko, zuzenean koefiziente bat ( $K_p$ ) aplikatu behar zaio tangen lurrundutako kopuruari ( $E_{bp}$  mm):

$$ET_0 = K_p \cdot E_{bp}$$

Tanga motaren eta bere kokalekuaren arabera, aplikatu beharreko koefizienteak aldatu egiten dira. Zentzu honetan, hurrengo irudian adierazten den moduan, bi kasu egon daitezke (A eta B).



21. irudia - Tangaren koefizientea esleitzeko kontuan hartutako kasuak

Antolamendu hau kontuan hartuz, hezetasun erlatiboaren (HE) eta haizearen abiaduraren arabera izango da aplikatu beharreko  $K_p$  koefizientea. Gehiago erabiltzen den A klaseko tangari aplikatu beharreko balioak honako taula honetan daude adierazita.

10. taula - A klaseko tangaren  $K_p$  koefizienteak, hezetasun erlatiboaren, haizealdeko laborearen distantziaren (D Hai) eta haizearen batez besteko abiaduraren arabera.

Haizearen batez besteko abiadura (m/s)	A kasua (landaretzaren gaineko tanga)				B kasua (lurzoru soilaren gaineko tanga)			
	D Hai (m)	Hezetasun erlatiboa (%)			D Hai (m)	Hezetasun erlatiboa (%)		
		< 40	40-70	>70		< 40	40-70	>70
< 2	1	0,55	0,65	0,75	1	0,7	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,6	0,7	0,8
	100	0,7	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
2 – 5	1	0,5	0,6	0,65	1	0,65	0,75	0,8
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7
	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
5 – 8	1	0,45	0,5	0,6	1	0,6	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,5	0,55	0,65
	100	0,65	0,7	0,75	100	0,45	0,5	0,6
>8	1	0,4	0,45	0,5	1	0,5	0,6	0,65
	10	0,45	0,55	0,6	10	0,45	0,5	0,55
	100	0,5	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5

Behin  $ET_0$  kalkulatu, datu meteorologikoetan oinarrituta ebapotranspirazioa kalkulatzeko atalean adierazitakoaren arabera jarraitu behar da.

#### 4.2.1.2.3.- Emaitzak

Kalkulatutako egiako ebapotranspirazioaren (EET) emaitzak mm/egun gisa adierazi behar dira, eta balantzearen denbora-tarte osorako bolumen gisa zenbatuko dira.



#### 4.2.1.3.- *Datu meteorologikoetan oinarritutako kalkulua*

Datu meteorologikoetan oinarrituta, ebapotranspirazioa kalkulatzeko hainbat metodo enpiriko daude. Haien bidez lortutako balioek, batzuetan, ezberdintasun garrantzitsuak dituzte, eta erabilitako prozeduren eta kontuan hartutako aldagaien egokitasunaren inguruko zalantzak eragiten dituzte. Laboreen ureztapenaren beharrianak aztertzeko asmoz garatu ziren haietako asko. Lursailetan egindako saiakuntzen egiazko datuekin alderatzean, emaitzek ezberdintasun garrantzitsuak izan dituzte froga-eremu hauetan egindako zuzeneko neurketen alboan. Irizpideak bateratzen saiatzeko eta nekazaritza-sektorea prozedura estandar batez hornitzeko, FAOk aditu talde bat bildu zuen, ebapotranspirazioa kalkulatzeko «behin betiko» metodo bat ezartzeko. Ezarritako metodoa, FAO Penman-Monteith metodoa, zabortegi bateko balantze hidrikoan termino hori kalkulatzeko erabiliko dena izango da.

Honako honetan datza metodoa:

- Datu meteorologikoetan oinarrituta, erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_0$ ) zehaztea. Adierazitakoaren arabera, erreferentziako gainazal baten ebapotranspirazio potentziala irudikatzen du, edota altuera, albedo eta abarren inguruko ezaugarri zehatzak dituen larre batez osatutako gainazal estandar hipotetiko batena.
- Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioan ( $ET_0$ ) oinarrituta, kontuan hartzen ari garen azaleraren (eta ez erreferentziako larrearen azaleraren) baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_1$ ) zehaztea. Hori egiteko,  $ET_0$ -ri koefiziente batzuk aplikatu behar zaizkio zuzenean, kontuan hartuz egiazko gainazal mota (landaretza mota, dentsitatea, etab.).
- Prezipitazioaren datuekin (PR), baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioaren datuekin ( $ET_1$ ) eta, ebapotranspirazioak lurzoruaren geruzarik azalekoenari eragiten dionez, bertako hezetasun-edukiaren datuekin, lurzoruaren balantzea egitea.

##### 4.2.1.3.1.- *Abiapuntuko datuak*

Beharrezko abiapuntu-datuen artean, honako hauek daude:

- Datu meteorologikoak (eguneko balioak, edo gehienekoak eta gutxienekoak, edo batezbestekoak):
  - Temperatura.
  - Hezetasuna.
  - Haizea.
  - Presio atmosferikoa.
  - Erradiazioa (kalkulu-metodoko  $E_e$  —eguzki-erradiazioa— terminoaren baliokidea da).

- Kontuan hartutako gainazalen datuak:
  - Mota
  - Azalera
  - Hezetasuna, zimeldura-puntua eta eremu-kapazitatea.

Egoerarik egokienean, datu meteorologiko guztiak zabortegian kokatutako behatoki batean jasoko dira. Erradiazioa neurtzeko, agian, sentsore zehatzak eta maneiatze- eta kontrol-prozedura intentsiboagoak behar direnez, parametro honi dagokionez, adierazgarria den kanpo-behatoki batean jasotako datuak erabil daitezke.

EAEEn, zabortegian kokatutako behatokian jasotako daturik izan ezean, adierazgarriak diren Euskalmet sareko nahiz beste sare ofizial bateko behatokitara jo dezakegu (adibidez, Foru Aldundienetara). Euskalmeten kasuan, eguneko datuak <http://www.euskalmet.eus> webgunean atzi daitezke, atal honetan: «*Estazioen datuak >> Eguneroko estatistikak*».

Buscar

Búsqueda avanzada

**El tiempo**

**Mar**

**GENERAL**

- » Predicción meteorológica
- » Riesgo de incendios forestales
- » Índice ultravioleta
- » Polen. Información aerobiológica
- » Mapas
- » Breves nociones de meteorología
- » Climatología de Euskadi
- » Certificados
- » Informe lluvias (5/11/11-6/11/11)
- » Tus fotos

**PROFESIONAL**

- » Datos de estaciones
- » Lecturas detalladas
- » Datos estadísticos de cada día
- » Gráficos
- » Boletines diarios
- » Climatología mensual
- » Comparación de estaciones
- » Exportación de datos
- » Mapa de temperatura
- » Mapa de precipitación
- » Vigilancia de avenidas
- » Información oceanometeorológica

» Modelos

- » Satélite Meteosat
- » Radar Kapildui
- » Globo sonda
- » Perfilador Punta Galea

**Nos puedes seguir en:**

Tweets [Seguir](#)

**Datos estaciones**

**Estadísticos diarios**

Mapa sensible de la red de estaciones meteorológicas de la Comunidad Autónoma del País Vasco

● Plataformas    ● De aforo  
● Meteorológicas    ● De calidad    ● Ver todo

**Datos estaciones meteorológicas**

Fecha: 9 / 2 / 2015 Hora: Última hora

Estación: C040 - Gasteiz

**C040 - Gasteiz** Lunes, 09 de febrero de 2015

11 Velocidad media del viento				
Media *	9,5	km/h		11 m.
Máxima diezminutaria *	16,9	km/h		00:00 h.
12 Dirección media del viento				
Media vectorial *	15	°		
Persistencia en 16 sectores *	00:50	h:mm		
14 Velocidad máxima del viento				
Media *	23,2	km/h		11 m.
Máxima diezminutaria *	31,4	km/h		00:50 h.
16 Sigma de la velocidad del viento				
Media *	4,2	km/h		
Máxima diezminutaria *	6,2	km/h		00:50 h.
Mínima diezminutaria *	3,0	km/h		00:40 h.
17 Sigma de la dirección del viento				
Media *	41	°		11 m.
Máxima diezminutaria *	88	°		01:00 h.
Mínima diezminutaria *	14	°		00:00 h.
21 Temperatura del aire				
Media *	3,2	°C		6,2 m.
Máxima diezminutaria *	3,4	°C		01:00 h.
Mínima diezminutaria *	3,0	°C		00:10 h.
31 Humedad relativa del aire				
Media *	76	%		6,2 m.
Máxima diezminutaria *	77	%		00:10 h.
Mínima diezminutaria *	75	%		00:20 h.
50 Presión atmosférica				
Media *	962,2	mb		1,5 m.
Máxima diezminutaria *	962,4	mb		00:00 h.
Mínima diezminutaria *	962,1	mb		00:40 h.
70 Irradiación solar				
Máxima diezminutaria *	1	w/m <sup>2</sup>		00:30 h.
Total *	7	w/m <sup>2</sup>		
Máxima en una hora *	6	w/m <sup>2</sup>		00:40 h.

## 22. irudia - Egneroko datu meteorologikoak Euskalmeten webgunean.

Datuak aurkezteko unitateak bat datoz aurrerago azalduta dagoen ebapotranspirazioa kalkulatzeko beharrezkoak diren unitateekin, eguzki-erradiazioaren kasuan salbu. Ondorengo kalkuluarekin koherente izateko, kasu honetan,  $[W/m^2]$ -tan adierazitako balioak  $MJ/m^2$ -tara bihurtu behar dira, honako baliokidetasun honetan oinarrituta:

$$I (MJ/m^2) = 0,0006 \cdot I (W/m^2)$$

Egneroko datuez gain, Euskalmetek urteko klimatologia-txostenak eskaintzen ditu iturri dokumental osagarri gisa. Bere webgunean atzi daitezke, «Euskadiko Klimatologia >> Urte-sasoiako klimatologia» atalean.

EGUNEKO BATEZ BESTEKO IRRADIAZIOA (MJ/m2)															
KOD.	ESTAZIOA	kota (m)	URT	OTS	MAR	API	MAI	EKA	UZT	ABU	IRA	URR	AZA	ABE	B/B
C035	Añube	618	5,1	5,4	10,9	14,4	14,4	18,7	24,0	18,8	15,1	8,8	3,3	5,0	12,0
C001	Arkaute	617	5,4	6,5	10,7	14,7	14,8	19,5	25,0	19,4	15,3	9,3	4,0	5,0	12,5
C034	Espajo	504	5,8	6,4	10,4	14,1	18,2	22,2	24,8		14,4	9,0			
C0AA	Etura	549	5,1	6,4	10,8	14,8	14,1	19,3	24,3	19,2	14,8	8,7	4,0	4,8	12,2
C040	Gasteiz	546	5,4	6,2	10,9	14,9	14,9	19,1	25,0	19,2	15,2	9,6	4,1	5,2	12,5
C024	Iturrieta	987	4,7	5,6	9,9	13,5	12,6	19,2	24,8	19,5	14,5	8,6	3,4	5,1	11,8
C031	Moreda	490													4,9
C041	Navarreto	689	5,2	6,2	10,9	14,5	14,5	19,6	24,9	20,0	15,1	8,6	4,1	5,0	12,4
C060	Párganos	577	5,9	6,9	11,6	15,6	16,3	21,5	25,0	22,1					5,6
C030	Salvatierra	589	5,2		11,2	14,2			24,7				9,0	4,1	5,3
C051	Sarriena	230	4,9	5,6	10,9	13,9	14,0	17,7	23,1	17,6	13,6	8,5	3,3		
C020	Trebiño	578	5,4	6,3	10,6	14,0	14,4	19,5	25,4	20,1	15,7	9,4	4,3	5,4	12,5
C050	Zambrana	470	5,0	5,3											4,6
C061	Arboleda	329	4,6	5,5	9,9	14,7	12,3	16,0	20,3	16,0	12,2	8,2	2,9	4,9	10,6
C002	Artiago	19	3,4	5,2	9,8	15,5	12,2	17,1	21,2	17,3	11,8	8,1	3,0	4,2	10,7
C069	Bermeo	106	4,3	6,1	10,9	16,1	14,9	18,5	21,7	17,9	13,6	9,1	3,2	4,8	11,8
C065	Cerroja	677													5,0
C003	Dario	30	4,5	5,9	10,1	14,8	13,9	16,4	20,8	16,5	12,8	8,2	3,3	5,0	11,0
C039	Dueto	3	4,5	5,9	10,6	14,4	13,8	17,1	21,7	16,8	13,0	8,3	3,2	5,2	11,2
C033	Igoroa	150	4,3	5,1	10,0	14,0	12,1	16,9	20,8	16,5	12,5	8,0	2,8	4,9	10,7
C036	Iurreta	180	4,4	5,5	10,5	14,4	12,9	16,9	20,9	16,5	12,8	8,3	3,3	4,9	10,9
C019	Maitxakoa	433	3,9	5,3	10,2	15,0	12,7	16,0	19,7	15,9	12,1	8,6	2,6	4,7	10,6
C057	Murgia	22	3,8	5,6	10,2	15,2	13,4	16,9	20,5	17,4	13,1	8,5	3,1	4,8	11,0
G069	Ordunte	300	4,8	5,8	10,8	14,7	12,6	18,5	23,2	18,3	13,6	8,7	3,3	5,3	11,6
C054	Olazandio	556	4,7	5,5	11,2	13,9	13,1	17,5	22,9	17,3	13,2	8,7	3,3	4,8	11,4
C042	Punta Galea	61	4,5	6,4	11,1	16,5	16,3	19,1	21,4	18,5	13,8	8,7	3,4	5,1	12,1
C022	Urkiola	709	4,5	5,0	10,0	12,9	11,6	15,8	21,8	15,7	12,3	8,2	2,8	5,0	10,5
C023	Araasate	318	5,0	5,5	11,2	14,1	12,8	17,0	22,1	16,8	13,2	8,6	3,4	5,0	11,2
C058	Bidena	592	4,7	5,6	10,8	13,7	12,4	16,1	22,4	16,2	13,0	8,7	3,2	5,1	11,0
C018	Higer	43	4,1	6,6	11,6	16,7	14,9	18,2	23,1	17,7	13,7	9,2	3,6	4,8	12,0
C0DC	Ibai Eder	90	4,3	6,0	11,7	14,1	12,3	16,7	21,8	16,2	12,9	8,8	3,2	4,1	11,0
C0EC	Lasarito	18	4,0	5,9	10,6	14,1	13,3	15,2	20,6	15,1	12,4	8,5	3,1	4,8	10,6
C017	Miramon	113	4,2	6,1	10,9	14,9	13,6	16,2	21,6	16,0	13,1	8,8	3,3	5,0	11,1
C043	Ondina	243	4,3	5,2	10,5	13,6	12,1	16,2	22,5	15,5	13,1	8,4	3,2	4,8	10,8
C007	Santa Clara	48	4,5	6,2	11,3	15,6	14,5	16,8	20,4	17,0	13,4	9,1	3,4	5,1	11,4
C064	Zarauz	80	4,2	5,8	11,0	15,1	14,1	17,0	21,7	17,0	13,3	9,0	3,2	5,0	11,4
C029	Zurkil	149	4,3	5,7	11,0	14,1	12,1	15,2	21,1	14,3	12,7	8,6	3,2	5,0	10,6
COD.	ESTACION	cota (m)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MED
IRRADIACIÓN MEDIA DIARIA (MJ/m2)															

### 23. irudia - Batez besteko irradiazioari buruzko Euskalmeten urteko txostena

Txosten honetan, hilabeteko denbora-tarteetako batezbestekoak edo datu metatuak atzi daitezke. Irradiazioaren kasuan, hertsiki eguneroko datuetatik eratorritako zenbakia eta urteko txosten meteorologikoetan argitaratzen den zenbakia pixka bat ezberdinak dira; izan ere, akats posibleak zuzenduz eta Euskalmeten eredu zehatzak doitzuz eraldatzen da zenbaki hori urteko txostenean.

#### 4.2.1.3.2.- Kalkuluak

Adierazi den bezala, eguneroko ebapotranspirazioaren kalkuluak hurrenez hurreneko hiru urrats ditu:

- Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa zehaztea ( $ET_0$ ).
- $ET_0$ -ren balioan oinarrituz, baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa zehaztea ( $ET_1$ ).
- Lurzoruaren balantzea egitea.

##### 4.2.1.3.2.1 Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_0$ )

Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_0$ ) honako adierazpen honen arabera kalkulatu behar da:

$$ET_0 = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot u_2)}$$

$ET_0$  Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa [mm/egun]

$E_g$  Erradiazio garbia [ $\text{MJ}/\text{m}^2$  egun]

$G$  Lurzoruaren bero-fluxua [ $\text{MJ}/\text{m}^2$  egun]

$T$  Airearen batez besteko tenperatura, 2 m-ko altueran [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$u_2$  Haizearen abiadura, 2 m-ko altueran [m/s]

$e_s$  Asetasun-lurrunaren batez besteko presioa [kPa]

$e_a$  Lurrunaren egiazko presioa [kPa]

$e_s - e_a$  Lurrunaren presioaren defizita [kPa]

$\Delta$  Lurrunaren presioaren kurbaren malda [ $\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$ ]

$\gamma$  Konstante psikrometrikoa [ $\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$ ]

Ekuazioak berak eta, hartan parte hartzen duten parametro batzuen kasuan, egin beharreko kalkulu partzialek eragiketa matematiko ugari eskatzen dituztenez (gainera, **eguneroko datuen** kasuan, **egunez egun** egin beharrekoak), gomendagarria eta beharrezkoa suertatzen da **kalkulu-orriak** erabiltzea; hala, abiapuntuko datuak soilik idatzita, balio ezberdinak sistematikoki lor daitezke.

- **Konstante psikrometrikoa ( $\gamma$ )**

Ekuazio honen bidez kalkulatzen da:

$$\gamma = \frac{c_p \cdot P}{\varepsilon \cdot \lambda} = 0,665 \times 10^{-3} \cdot P$$

$\gamma$  Konstante psikrometrikoa [ $\text{kPa}/^{\circ}\text{C}$ ]

$P$  Presio atmosferikoa [kPa]

$\Lambda$  Lurrunketaren bero sorra: 2,45 [ $\text{MJ}/\text{kg}$ ]

$\varepsilon$  Ur-lurrunaren/aire lehorraren pisu molekularren zatidura: 0,622

$c_p$  Presio konstanteko bero espezifikoa:  $1,013 \times 10^{-3}$  [ $\text{MJ}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$ ]

Presio atmosferikoa kalkulatzeko datu neurturik ez badugu, kokalekuaren kotaren arabera ( $z$ ), honako adierazpen hau erabil daiteke:

$$P = 101,3 \cdot \left( \frac{293 - 0,0065 \cdot z}{293} \right)^{5,26}$$

- **Airearen batez besteko tenperatura (T)**

24 orduko denbora-tarteko gehieneko tenperaturaren eta gutxieneko tenperaturaren arteko batezbestekoa da ekuazio orokorrak kontuan hartutako 24 orduko denbora-tartean izandako airearen batez besteko tenperatura.

$$T_{media} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}$$

24 ordutik gorako denbora-tarteetan, aurreko adierazpenarekin kalkulaturako batez besteko tenperatura hartzen da kontuan.

Soilik eguneroko batez besteko tenperaturak ditugunean,  $ET_0$ -ren kalkulua baliozkoa da oraindik. Halere, baliteke  $ET_0$  pixka bat gutxiestea, asetasun-lurrunaren presioaren eta tenperaturaren arteko erlazioa ez baita lineala.

- **Asetasun-lurrunaren batez besteko presioa ( $e_s$ )**

Airearen tenperaturaren arabera kalkulatzen da parametro hau, haren mende baitago. Gehieneko eta gutxieneko tenperaturei dagozkien lurrun-presioetan oinarrituz egin behar da kalkulua.

$$e_s = \frac{e^0(T_{max}) + e^0(T_{min})}{2}$$

T tenperatura jakin baten asetasun-lurrunaren presioa ( $e^0$ ) hauen bitartez kalkulatzen da:

$$e^0(T) = 0,6108 \cdot \exp\left(\frac{17,27 \cdot T}{T + 237,3}\right)$$

$e^0(T)$  T tenperaturan dagoen lurrun asearen presioa [kPa]

T Airearen tenperatura [°C]

$\exp()$  2,7183 (logaritmo naturalaren oinarria) ber (...)

- **Lurrunaren presioaren kurbaren malda ( $\Delta$ )**

Asetasun-lurrunaren eta tenperaturaren arteko erlazioaren malda da. Adierazpen honen bidez kalkulatzen da:

$$\Delta = \frac{4098 \cdot \left[ 0,6108 \cdot \exp\left(\frac{17,27 \cdot T_{media}}{T_{media} + 237,3}\right) \right]}{(T_{media} + 237,3)^2}$$

$\Delta$  batez besteko tenperaturan dagoen lurrunaren asetasun-presioaren kurbaren malda [kPa/°C]

$T_{bb}$  Gehieneko eta gutxieneko tenperaturen batez besteko gisa kalkulaturako batez besteko tenperatura [°C]

$\exp()$  2,7183 (logaritmo naturalaren oinarria) ber (...)

- **Lurrunaren egiazko presioa ( $e_a$ )**

Gehieneko eta gutxieneko hezetasun erlatiboaren daturik izatearen edo soilik batez besteko hezetasun erlatiboaren balioa izatearen arabera, kalkulua egiteko bi era daude.

Gehieneko eta gutxieneko hezetasun erlatiboari buruzko datuak ditugunean ( $HE_{geh}$  eta  $HE_{gut}$ ), lurrunaren egiazko presioa honako hau da:

$$e_a = \frac{e^0(T_{min}) \cdot \frac{HR_{max}}{100} + e^0(T_{max}) \cdot \frac{HR_{min}}{100}}{2}$$

$e^0(T)$  T tenperaturaren dagoen lurrun asearen presioa [kPa]

HE Hezetasun erlatiboa (gehienekoa eta gutxienekoa) [%]

Baldin eta  $HE_{bb}$ -ren datuak baino ez baditugu.

$$e_a = \frac{HR_{media}}{100} \cdot e^0(T_{media})$$

Azken metodo hau ez da hain gomendagarria, zehaztasun txikiagoa baitu.

- **Lurrazaleko erradiazio garbia ( $E_g$ )**

Ekuaiziko parametririk garrantzitsuenetarikoa da hau, baina, kalkulatzeko berariazko sentzorarik izan ezean, kalkulatzeko zailenetarikoa baita ere.

Kalkulatu beharreko parametroak honako hauek dira:

- Lurretik kanpoko erradiazioa ( $E_a$ )
- Eguzki-erradiazioa ( $E_e$ )
- Eguzki-erradiazio garbia edo uhin laburrekoa ( $E_{eg}$ )
- Egun oskarbi bateko eguzki-erradiazioa ( $E_{eo}$ )
- Uhin luzeko erradiazio garbia ( $E_{gl}$ )
- Erradiazio garbia ( $E_g$ )

**Lurretik kanpoko erradiazioa** ( $E_a$ ) ezberdina da latitude eta urteko egun bakoitzean. Eguzki-konstantean, eguzki-deklinazioan eta urtaroan oinarrituta balioets daiteke.

$$R_a = \frac{24 \cdot 60}{\pi} \cdot G_{sc} \cdot d_r \cdot [\omega_s \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cdot \cos(\delta) \cdot \sin(\omega_s)]$$

- $E_a$  Lurretik kanpoko erradiazioa [ $\text{MJ}/\text{m}^2\text{egun}$ ]  
 $G_{sc}$  Eguzki-konstantea 0,082 [ $\text{MJ}/\text{m}^2\text{min}$ ]  
 $d_e$  Eguzkiaren eta Lurraren arteko alderantzizko distantzia erlatiboa [adimentsionala]  
 $\omega_s$  Erradiazio-angelua ilunabarrean [rad]  
 $\phi$  Latitudea, positiboa ipar-hemisferioan, negatiboa hegoan [rad]  
 $\delta$  Eguzki-deklinazioa [rad]

Graduak radian [rad] bihurtzeko, honako hauek erabili behar dira:

$$[rad] = \text{grados} \cdot \frac{\pi}{180}$$

Eguzkiaren eta Lurraren arteko distantzia erlatiboa ( $d_e$ ) honako hau da:

$$d_r = 1 + 0,033 \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi}{365} \cdot J\right)$$

- $J$  Urteko egun kopurua, 1etik 365era (366 bisurteetan)

Eguzki-deklinazioa ( $\delta$ ) honako hau da:

$$\delta = 0,409 \cdot \text{sen}\left(\frac{2 \cdot \pi}{365} J - 1,39\right)$$

- $J$  Urteko egun kopurua, 1etik 365era (366 bisurteetan)

Ilunabarreko erradiazio-angelua ( $\omega_s$ ) honako hau da:

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\phi) \cdot \tan(\delta)]$$

**Eguzki-erradiazioa** ( $E_e$ ), atmosfera zeharkatu ondoren, lurrazalera iristen dena da. Honako adierazpen honen bidez kalkulatzen da:

$$R_s = \left(a_s + b_s \cdot \frac{n}{N}\right) \cdot R_a$$

- $E_e$  Eguzki-erradiazioa edo uhin laburrekoa [ $\text{MJ}/\text{m}^2\text{egun}$ ]  
 $n$  Intsolazioaren egiazko iraupena [orduak]  
 $n$  Intsolazioaren gehieneko iraupena [orduak]  
 $n/N$  Intsolazioaren iraupen erlatiboa  
 $E_a$  Lurretik kanpoko erradiazioa [ $\text{MJ}/\text{m}^2\text{egun}$ ]  
 $a_s$  Erregresio-konstantea, egun hodeitsueta lurrazalera iristen den erradiazioaren frakzioa adierazten du ( $n=0$ )



$a_s + b_s$  Egun oskarbietan lurrazalera iristen den erradiazioaren frakzioa ( $n=N$ )

Balio neurturik ez dugunean,  $a_s=0,25$  eta  $b_s=0,50$  erabili beharko ditugu.

Ordutan neurtutako intsolazioaren gehieneko iraupena ( $N$ ):

$$N = \frac{24}{\pi} \cdot \omega_s$$

Egiazko intsolazioaren balioa ( $n$ ) heliografo baten bidez neurtzen da.

Egun oskarbi bat kontuan hartuz ( $n=N$ ),  $a_s$  eta  $b_s$  balio neurturik ez dugunean, egun oskarbi bateko eguzki-erradiazioa ( $E_{eo}$ ) honako hau izango da:

$$R_{so} = (0,75 + 2 \times 10^{-5} \cdot z) \cdot R_a$$

$z$  Itsasoaren mailatik gora, tokiak duen altuera [m]

Egiazko intsolazioaren balioa ( $n$ ) ez dugunean, Hargreaves-en ekuaziora jo dezakegu. Gehieneko eta gutxieneko tenperaturen arteko ezberdintasun termikoan dago oinarrituta, eta hodeien adierazgarria da.

$$R_s = k_{rs} \cdot \sqrt{T_{\max} - T_{\min}} \cdot R_a$$

$E_e$  Eguzki-erradiazioa edo uhin laburrekoa [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ egun]

$E_a$  Lurretik kanpoko erradiazioa [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ egun]

$T_{\text{geh}}$  Airearen gehieneko tenperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_{\text{min}}$  Airearen gutxieneko tenperatura [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$k_{rs}$  Doikuntza-konstantea, 0,16 balio du kostaldeko tokietarako eta 0,19 barnealdeko tokietarako.

Sartzen den eguzki-erradiazioaren eta lurrazalak islatutako erradiazioaren (albedoa) arteko ezberdintasunak zehazten du eguzki-erradiazio garbia edo uhin laburrekoa ( $E_{eg}$ ).

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \cdot R_s$$

$E_{eg}$  Eguzki-erradiazio garbia edo uhin laburrekoa [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ egun]

$\alpha$  Albedoa edo erreferentziako laborearen islapen-koefizientea: 0,23

$E_e$  Sartzen den eguzki-erradiazioa [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ egun]

**Uhin luzeko erradiazio garbia** ( $E_{gl}$ ) lurrazalak atmosferara itzulitako erradiazioa da:

$$R_{nl} = \sigma \cdot \left( \frac{T_{\max,k}^4 + T_{\min,k}^4}{2} \right) \cdot (0,34 - 0,14 \cdot \sqrt{e_a}) \cdot \left( 1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right)$$

$E_{gl}$  Uhin luzeko eguzki-erradiazio garbia [ $\text{MJ}/\text{m}^2$ egun]

$\sigma$	Stefan-Boltzmann konstantea, $4.903 \times 10^{-9}$ [MJ/K <sup>4</sup> m <sup>2</sup> egun]
$T_{\text{geh},k}$	24 orduko denbora-tarte bateko gehieneko tenperatura absolutua [K=°C+273,16]
$T_{\text{gut},k}$	24 orduko denbora-tarte bateko gutxieneko tenperatura absolutua [K=°C+273,16]
$e_a$	Lurrunaren egiazko presioa [kPa]
$E_e$	Kalkulatutako eguzki-erradiazioa [MJ/m <sup>2</sup> egun]
$E_{e0}$	Egun oskarbi bateko eguzki-erradiazioa [MJ/m <sup>2</sup> egun]

Azkenik, **erradiazio garbia** ( $E_g$ ) uhin laburreko eguzki-erradiazio garbiaren eta uhin luzeko eguzki-erradiazio garbiaren arteko ezberdintasuna da.

$$R_n = R_{ns} - R_{nl}$$

- **Lurzoruaren bero-fluxua (G)**

Parametro honen balioa txikia izaten da erradiazio garbiarekin ( $E_g$ ) alderatuz gero, bero-iturburu zehatz bat dagoenean salbu. 24 orduko behar denbora-tarteetan, baztergarritzat jotzen da, baina hileko denbora-tarteetan bai da aintzat hartzekoa. Airearen batez besteko tenperaturan oinarritutako adierazpen sinplifikatua honako hau da:

$$G_{\text{mes},i} = 0,07 \cdot (T_{\text{mes},i+1} - T_{\text{mes},i-1})$$

$T_{\text{hil},i+1}$  balioa ezezagun badugu:

$$G_{\text{mes},i} = 0,14 \cdot (T_{\text{mes},i} - T_{\text{mes},i-1})$$

$G_{\text{hil},i}$  i hilabete baterako, lurzoruaren bero-fluxua [MJ/m<sup>2</sup>egun]

$T_{\text{hil},i}$  i hilabete batean, airearen batez besteko tenperatura [°C]

$T_{\text{hil},i-1}$  i-ren aurreko hilabetean, airearen batez besteko tenperatura [°C]

$T_{\text{hil},i+1}$  i-ren ondorengo hilabetean, airearen batez besteko tenperatura [°C]

- **Haizearen abiadura ( $U_2$ )**

Lurrazaletik gorako 2 metrotako altuera estandarrean jaso behar da haizearen eguneroko batez besteko abiadura. Estazio meteorologikoetan, sentsorea lurrazaletik zein altuerara kokatuta dagoen zehaztu behar da. 2 metrotarako bihurketa egiteko, honako adierazpen hau aplikatu behar da:

$$u_2 = u_z \cdot \frac{4,87}{\ln(67,8 \cdot z - 5,42)}$$

$u_2$  Haizearen abiadura, 2 metrora lurrazaletik gora [m/s]

$u_z$  Haizearen abiadura, z metrora lurrazaletik gora [m/s]

z Neurketa-altuera, lurrazalaren gainean [m]

- **Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_0$ )**

Aurreko prozeduren bitartez hurrenez hurren kalkulaturako parametroei esker, erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa kalkulatu ahal izango dugu ( $ET_0$ ), adierazitako ekuazio orokorrari jarraikiz (FAO Penman-Monteith):

$$ET_0 = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot u_2)}$$

$ET_0$  Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioa [mm/egun]

$E_g$  Erradiazio garbia [ $MJ/m^2$  egun]

$G$  Lurzoruaren bero-fluxua [ $MJ/m^2$  egun]

$T$  Airearen batez besteko tenperatura, 2 m-ko altueran [ $^{\circ}C$ ]

$u_2$  Haizearen abiadura, 2 m-ko altueran [m/s]

$e_s$  Asetasun-lurrunaren batez besteko presioa [kPa]

$e_a$  Lurrunaren egiazko presioa [kPa]

$e_s - e_a$  Lurrunaren presioaren defizita [kPa]

$\Delta$  Lurrunaren presioaren kurbaren malda [ $kPa/^{\circ}C$ ]

$\gamma$  Konstante psikrometrikoa [ $kPa/^{\circ}C$ ]

Kalkulu honen erreferentziako dokumentuan (FAO 2006), parametro guztiak zehazteko **kalkulu-orrien** kontzeptua proposatzen eta garatzen da.

#### 4.2.1.3.2.2 *Baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_L$ )*

Erreferentziako laborearen ebapotranspirazioaren eguneroko balioan oinarrituta ( $ET_0$ ), baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa zehaztuko da ( $ET_L$ ). Balio horri koefiziente adimentsional bat aplikatuz egin behar da zehaztaper hori. Dagokion gainazal motaren arabera, gainera, koefiziente adimentsionala ezberdina izango da.

$$ET_L = K \cdot ET_0$$

Lehenengo, bereizi egin behar dira landaretzarik gabeko gainazalak (hondakinak, ageriko lurrak eta iragazgaizpenak) eta landaretxa duten gainazalak, dena dela beren euskarria (substratu naturala, lurrak edo hondakinak).

- **Landaretzarik gabeko gainazalak**

Landaretzarik gabeko gainazalen kasuan,  $K = 1,05$  balioa erabili behar da. Hortaz, gainazal mota honen kasuan:

$$ET_{L(\text{landaretzarik gabe})} = 1,05 \cdot ET_0$$

- **Landaretza duten gainazalak**

Landaretza duten gainazalen kasuan, aplikatu beharreko koefizientea «lorategi-koefiziente» izeneko koefiziente bat da ( $K_L$ ). Landareen transpirazioa kontuan hartzean datza eta, beraz, hiru faktore hartu behar dira kontuan:

$$K_L = K_v \cdot K_d \cdot K_{mc}$$

$K_L$	Lorategi-koefizientea
$K_e$	Espezie- edo landaretza-faktorea
$K_d$	Dentsitate-faktorea
$K_{mk}$	Mikroklima-faktorea

**Espezie- edo landaretza-faktoreak** ( $K_e$ ) landaretza motari egiten dio erreferentzia, kontuan hartuz haren munta eta, ura ebapotranspiratzeko duen gaitasunari dagokionez, espezie-aniztasuna duen. Bere balioa honako taula hau kontuan hartuz lortzen da:

11. taula - Badauden espezieen ur-eskari orokorraren arabera, lorategi-koefizientea kalkulatzeko aplikatu beharreko espezie- edo landaretza-faktorea (COSTELLO, 1991)			
Landaretza mota	Espezie- edo landaretza-faktorea ( $K_e$ )		
	H	E	T
Zuhaitzak	0,9	0,5	0,2
Zuhaixkak	0,7	0,5	0,2
Tapizatzaileak	0,7	0,5	0,2
Basa-landaretza mistoa	0,9	0,5	0,2
Soropila	0,8	0,7	0,6

*H, E, T: espeziearen ur-eskari orokorra: handia, ertaina, txikia.*

**Dentsitate-faktoreak** ( $K_d$ ) landaretzaren gainazaleko dentsitateari egiten dio erreferentzia:

12. taula - Landaretzaren gainazaleko dentsitatearen arabera, lorategi-koefizientea kalkulatzeko aplikatu beharreko dentsitate-faktorea (COSTELLO, 1991)

Landaretza mota	Dentsitate-faktorea ( $K_d$ )		
	H	E	T
Zuhaitzak	1,3	1,0	0,5
Zuhaixkak	1,1	1,0	0,5
Tapizatzaileak	1,1	1,0	0,5
Basa-landaretza mistoa	1,1	1,1	0,6
Soropila	1,0	1,0	0,6

H, E, T: dentsitate handia, ertaina eta txikia

**Mikroklima-faktoreak** ( $K_{mk}$ ) kokalekuaren xehetasunen ezaugarriei egiten die erreferentzia, hala nola esposizioaren orientazioari (hegoalderantz, ebapotranspirazioa handiagoa da iparralderantz baino), toki ospelak (ebapotranspirazio txikiagoa), erradiazioa islatu eta handiago dezaketen egiturak dauden tokiak, haizearen bideratze-efektua (lurrunketa-kapazitatea areagotzen du), etab.

13. taula - Faktore mikroklimatikoek ebapotranspirazioan duten eraginaren arabera, lorategi-koefizientea kalkulatzeko aplikatu beharreko mikroklima-faktorea (COSTELLO, 1991)

Landaretza mota	Mikroklima-faktorea ( $K_{mk}$ )		
	H	E	T
Zuhaitzak	1,4	1,0	0,5
Zuhaixkak	1,3	1,0	0,5
Tapizatzaileak	1,2	1,0	0,5
Basa-landaretza mistoa	1,4	1,0	0,5
Soropila	1,2	1,0	0,8

H: Handia, ebapotranspirazioa areagotzen duen efektu mikroklimatika  
 E: Ertaina, ez du efektu mikroklimatikorik, erreferentziakoen oso antzekoak dira baldintzak  
 T: Txikia, ebapotranspirazioa gutxiagotzen duen efektu mikroklimatika

Orduan, landaretza duten gainazaletan, baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_L$ ) honako hau izango da:

$$ET_L = K_L ET_0 = K_e K_d K_{mk} \cdot ET_0$$

Lorategi-koefizientea balioestean, gogoan izan behar dugu landarezarekin erlazionatutako beharizan hidrikoak irudikatzen dituela; honela, partzialki agerian dauden lurzoruen kasuan, horrez gain, landaretzarik egon ezean gertatzen den ebapotranspirazioa hartu beharko dugu kontuan.

#### 4.2.1.3.2.3 Lurzuaren balantzea. Egiazko ebapotranspirazioa (EET)

Baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioari buruzko eguneroko datuetan oinarrituz ( $ET_L$ ), lurzuaren balantzea egin behar da, egunez egun baita ere. Horretarako, honako hauek aintzatetsi beharra dago:

- Prezipitazio (PR), ureztapen edo azaleko geruzako hezetasunaren ondoriozko nahikoa ur balego, gertatuko litzatekeen gehieneko ebapotranspirazioa irudikatzen du aurretiaz kalkulaturako baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioak ( $ET_L$ ). Toki batean gertatzen den egiazko ebapotranspirazioa (EET) txikiagoa da, beti ez baitago prezipitazioaren, ureztapenen edo azaleko geruzako hezetasunaren ondoriozko urik ebapotranspiratzeko prest.
- Prezipitazio edo ureztapenik dagoenean, ura kentzen duen lehen prozesua ebapotranspirazioa da. Horrela:
  - Baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_L$ ) baino handiagoa bada prezipitazioa/ureztapena, ebapotranspiratu gabeko ur-soberakin bat egongo da eta infiltratu, lurrazalean isuri edo gauza biak batera egin ahal izango ditu (euri erabilgarria, EE).
  - Baldintza estandarretan dagoen laborearen ebapotranspirazioa ( $ET_L$ ) baino txikiagoa bada prezipitazioa/ureztapena, ur guztia ebapotranspiratu egingo da eta ez da urik infiltratuko edo lurrazaletik isuriko.
- Soilik lurrazalean gertatu beharrean, ebapotranspirazioa lurrazaleko goi-geruzako lehenengo zentimetro edo dezimetroetara ere iristen denez, egiazko ebapotranspirazioa kalkulatzeko orduan, kontuan hartu beharreko ur kopuru bat dago goi-geruza honetan; izan ere, baldintzek horretarako bidea ematen badute, ebapotranspiratzeko prest dagoen ura biltegitratzen du.
- Lurzuaren goi-geruzan horrela biltegitratuta dagoen eta ebapotranspira daitekeen ur kopurua eremu-kapazitatearen balioidea den maximo batera irits daiteke (uraren zirkulazio askea eragin gabe, lurzoru batek atxiki dezakeen gehieneko hezetasun kopurua).

Kontuan hartuz gogoeta hauek, zabortegei bateko eguneroko egiatzko ebapotranspirazioa (EET) kalkulatzeko, gainazal mota bakoitzean, kontuan hartutako lurzorua balantzea hartu behar da oinarritzat:

- Eguneroko prezipitazioa (PR) (mm).
- Baldintza estandarretan dagoen laborearen eguneroko ebapotranspirazioa ( $ET_L$ ) (mm).
- Une jakin batean, lurzorua goi-geruzan, ebapotranspiratzeko prest dagoen ura (EPU) (mm). Zimeltasun-puntuaren (ZP, landareek xurgatu ezin duten lurzoruko «hondar-hezetasuna») eta eremu-kapazitatearen (EK, posible den gehieneko hezetasuna) artean egongo da; hortaz, EK-ZP izango da gehieneko EPU.  $EPU_{geh}$  hau eta aurreko denbora-tarteko EPU dira ondorengo kalkuluetarako gorde behar diren balioak.

Horretarako prozedura orokorra honako hau da:

- Taula bat osatu behar da eguneroko PR,  $ET_L$  eta  $EPU_{geh}$  balioekin (denboran zehar lurzoruko baldintzak aldatzen ez badira, azken hau konstante), EPU, EET eta euri erabilgarriaren (EE) balioak kalkulatzeko gelaxkak utziz.
- Denbora-tartearen hasierako EPU kopurua hartu behar da abiapuntutzat ( $EPU_0$ , denbora-tartearen lehen egunaren hasiera edo aurreko egunaren amaiera), eta honako kontsiderazio hau egin behar da lehen egunaren inguruan (1. eguna):
  - $ET_{L1}$  baino handiagoa bada  $PR_1$ , orduan,  $EET_1 = ET_L$ . EPUa bideratzen da gehiegizko  $PR_1$  eta, horrela,  $EPU_0$ -ri gehitzen zaio. Gehienez, goi-geruza eremu-kapazitatean dagoenean gertatzen den  $EPU_{geh}$ -ra irits daiteke.  $EPU_1$   $EPU_{geh}$ -raino osatzean, gehiegizko kopururik badago oraindik, egun horretako euri erabilgarria (EE) izango da. Lurrazaletik isuri edo azpialdeko materialetarantz infiltratu ahal izango da.
  - $ET_{L1}$  baino txikiagoa bada  $PR_1$ , ebapotranspirazioak EPUren ura erabiliko du. Aurreko egunaren amaieran EPU dagoen ur kopuruaren arabera ( $EPU_0$ ), honako hauek gerta daitezke:
    - $ET_{L1}$  baino handiagoa izatea  $PR_1 + EPU_0$ . Orduan,  $EET_1 = ET_{L1}$  da, eta,  $EPU_1$  zehazteko, biltegitratze horretatik kendutako kopurua kendu behar zaio  $ADE_0$ -ri ( $EET_1 - PR_1$ ).
    - $ET_{L1}$  baino txikiagoa izatea  $PR_1 + EPU$ . Orduan,  $EET_1 = PR_1 + EPU_0$  eta  $EPU_1 = 0$  (biltegitratutako ur guztia kenduko da).
- Prozedura hau egunero errepikatuz, taula osatuz joan behar da, egiatzko ebapotranspirazioaren (EET) eta euri erabilgarriaren (EE) eguneroko balioak lortu arte.

14. taula - Egiazko ebapotranspirazioa (EE) kalkulatzeko eredua eta taula estandarra  $EPU_0 = 10 \text{ mm}$

Parametroa (mm)	1. eguna	2. eguna	3. eguna	4. eguna	5. eguna
PR	0	0	0	15	20
$ET_L$	4	3	5	3	4
$EPU_{\text{geh}}$	20	20	20	20	20
EPU	6	3	0	12	20
EET	4	3	3	3	4
EE	0	0	0	0	8

Prezipitazioa elurra bada eta hurrenez hurreneko hainbat egunez izotza egiten badu, elurra ez da urtuko; orduan, kontuan hartu beharko da egoera hori eta aztertu egin beharko da dagokion denbora-tartea, prezipitatutako eta izoztutako kopurua bertan gelditu dela onartuz. Kopuru hori ebapotranspiratu egin ahal izango da, baina ezin izango da lurzorua goi-geruzaren barruan metatu, eta, urtzen den arte, ezin izango du euri erabilgarria sortu ere.

Ebapotranspira daitekeen eta lurzorua goi-geruzan gordeta dagoen gehieneko kopuruarekin edo kopuru potentzialarekin erlazionatutako datuak edukitzea eskatzen du lurzorua balantzeak. Parametro hau nabarmenki aldatzen da bere lodiera edo sakontasunaren arabera, eta bai delako geruzaren ezaugarrien arabera ere (hondakinak, lurrak, landaretza duen substratua, landaretza mota ezberdinak, etab.). Horiek guztiek zimeltasun-puntu eta eremu-kapazitate ezberdinak ematen dituzte.

Izan dezakeen **sakontasunari** dagokionez, tokiko informazio zehatza izan ezean, honako hau hartu behar da kontuan:

- Gainazal iragazgaitza duten guneeetan (geomintza), beranduago ebapotranspira daitekeen ura gorde dezakeen goi-geruzarik ez dagoela onartu behar da. Hortaz, gainazal mota hauen kasuan, lurzorua balantzea egiteko aurreko kalkuluak ez du EPU barne hartuko; ostera, egunez egun, prezipitazioa eta ebapotranspirazioa baino ez dira kontuan hartuko. Horrela, egunez egun, egiazko ebapotranspirazioa eta euri erabilgarria zehaztuko dira.
- Landaretzarik gabeko tokietan (ageriko hondakinak, tarteko lur-estaldurak, etab.), lurrunketak duen sakonera 0,15 mm-koa dela onartu behar da, ebapotranspirazioa kalkulatzeko FAOren erreferentziako dokumentuetan xedatutako irizpideei jarraikiz.
- Landaretza duten guneeetan, landareen sustrai-guneak duen sakontasuna balioetsi egin behar da. Horri buruzko datu zehatzik izan ezean, honako taula honetan adierazitakoaren



arabera balioetsi behar da sakontasun hori, kontuan hartuz landaretza mota eta lurzoru mota.

15. taula - Landaretza eta lurzoru motaren arabera sustrai-gunearen sakontasun tipikoa (m) (MCBEAN et al., 1994)

Landaretza	Harea fina	Harea limotsua	Limoa	Limo buztintsua	Buztina
Azaleko erroak dituzten belarkarak	0,50	0,50	0,65	0,40	0,25
Belarkiak eta sustrai ertaineko zuhaixkak	0,75	1,0	1,0	0,80	0,50
Belarkiak eta sustrai sakoneko zuhaixkak	1,0	1,0	1,25	1,0	0,70
Zuhaiztiak eta basoak	2,70	2,0	2,0	1,6	1,2

Zimeltasun-puntuari eta lurzoruen eremu-kapazitateari dagokienez (ezberdintasuna kalkulatuz, bolumen-unitate bakoitzean ebapotranspiratzeko prest dagoen gehieneko uraren edo ur potentzialaren balioa deduzitzea ahalbidetzen dute), datu zehatzik izan ezean, honako taula honetan adierazitako balioen arabera balioets daitezke.

16. taula - Zimeltasun-puntua, eremu-kapazitatea eta, lurzoru motaren arabera, ebapotranspiratzeko prest dagoen gehieneko ura edo ur potentziala. Kontuan hartutako lurzoruaren bolumenaren arabera balio tipikoak (lurzoru m<sup>3</sup> bakoitzeko ur m<sup>3</sup>-ak) (iturria: SCHROEDER et al., 1994 eta FAO, 2006)

Lurzoru mota	Zimeldura-puntua	Eremu-kapazitatea	Gehieneko ur erabilgarria
Hiri-hondakinak	0,07	0,30	0,23
Errautsak (hareen modukoak)	0,05	0,12	0,07
Hareatsua	0,02-0,07	0,07-0,17	0,05-0,11
Hareatsu frankoa	0,03-0,10	0,11-0,19	0,06-0,12
Franko hareatsua	0,06-0,16	0,18-0,28	0,11-0,15
Frankoa	0,07-0,17	0,20-0,30	0,13-0,18
Franko limotsua	0,09-0,21	0,22-0,36	0,13-0,19

16. taula - Zimeltasun-puntua, eremu-kapazitatea eta, lurzoru motaren arabera, ebapotranspiratzeko prest dagoen gehieneko ura edo ur potentziala. Kontuan hartutako lurzoruaren bolumenaren arabera balio tipikoak (lurzoru  $m^3$  bakoitzeko ur  $m^3$ -ak) (iturria: SCHROEDER et al., 1994 eta FAO, 2006)

Lurzoru mota	Zimeldura-puntua	Eremu-kapazitatea	Gehieneko ur erabilgarria
Limotsua	0,12-0,22	0,28-0,36	0,16-0,20
Franko buztintsu-limotsua	0,17-0,24	0,30-0,37	0,13-0,18
Buztintsu-limotsua	0,17-0,29	0,30-0,42	0,13-0,19
Buztinttua	0,20-0,24	0,32-0,40	0,12-0,20

Ebapotranspirazioari lotutako goi-geruzaren sakontasunari eta bolumen-unitate bakoitzeko ur erabilgarriari buruzko balio hauekin, kasu bakoitzean, geruza horretan dagoen eta ebapotranspira daitekeen gehieneko ur kopurua edo ur kopuru potentziala definitu behar da ( $EPU_{geh}$ ) eta, ondoren, lurzoruaren balantzea kalkulatzeko erabili behar da. Lurzoruaren balantzean erabiltzeko, mm-tara bihurtu behar da. Kalkulu honetan, prezipitazioa, ebapotranspirazioa eta euri erabilgarria unitate horretan erabiltzen dira, baita ere. Hala, esaterako, agerian dauden hiri-hondakin trinkotuen kasu orokorrean, ebapotranspirazioari lotutako goi-geruzaren sakontasuna  $0,15 m$ -koa izango litzateke eta, lurzoruko  $m^3$  bakoitzeko, gehieneko ur erabilgarria  $0,23 m^3$  izango lirateke. Ondorioz, hondakinen  $m^2$  bakoitzeko, gehieneko ur erabilgarria  $0,034 m^3$  izango lirateke ( $0,15 \times 0,23$ ). Horren baliokidea  $34 mm$  dira.

#### 4.2.1.3.3.- Emaitzak

Eguneroko datuak (mm-tan) dituzten tauletan aurkeztu behar dira ebapotranspirazioaren kalkuluaren emaitzak. Datu horien artean, prezipitazioa, ebapotranspirazio potentziala, egiazko ebapotranspirazioa eta euri erabilgarria daude, kontuan hartu gabe datu horiek, azkenik, balantzearen denbora-tartean zehar zenbatzen diren ala ez.

Kontuan hartutako gainazal mota bakoitzaren emaitza bereziak kalkulatu eta aurkeztu behar dira.

#### 4.2.2.- Prezipitaziotik eratorritako lurrazaleko fluxua (LF)

Mendi-hegaletan, tarteko estalduretan edo behin betiko zigilatzeetan sortutako jariatzeen sarrerei buruzko atalean xehatutako prozedura berarekin kalkulatu behar da tarteko estalduretan edo behin betiko zigilatzeetan prezipitazioak sortutako jariatzearen irteera. Azalpena argiagoa izan dadin, hemen ere xehatuko da prozedura hori.



14a eta 14b argazkiak - Gune iragazgaitzetan sortutako lurrazaleko fluxuaren albo-ebakuazioa (behin betiko zigilatzea ezkerrean eta behin behineko estaldura eskuinean)

#### 4.2.2.1.- Abiapuntuko datuak

Tarteko estalduretan eta zigilatzeetan sortutako lurrazaleko fluxua kalkulatzeko beharrezkoak diren abiapuntuko datuak honako hauek dira:

- Datu meteorologikoak.
- Jariatzeak sortzen dituzten gainazalei buruzko datuak.
- Gainazal horietako infiltrazio-koefizienteak (estaldura-lurrak, iragazgaizpena, etab.).

Datu meteorologikoen bidez, prezipitazioa eta ebapotranspirazioa kalkula daitezke eta, kenketa sinple baten bidez, lurrazalean isurtzen den edo infiltratzeko prest dagoen ebapotranspiratu gabeko ur kopurua kalkulatu da (euri erabilgarria). Infiltratzen den ur kopurua balioestea ahalbidetuko digu infiltrazio-koefizienteak eta, horri esker, lurrazalean isurtzen den ur kopurua deribatzea.

#### 4.2.2.2.- Kalkuluak

Kalkulua honela garatu behar da:

- Euri erabilgarria (EE) kalkulatu beharra dago, hau da, ebapotranspiratu ez den eta, hortaz, lurrazalean ibili, infiltratu edo gauza biak batera egin ditzakeen prezipitazio kopurua. Beraz, euri erabilgarria kalkulatzeko:
  - Sarrerak-Prezipitazioa (PR) atalean adierazitakoaren arabera, prezipitazioa zehaztu behar da.
  - Irteerak-Ebapotranspirazioa (EET) atalean adierazitakoaren arabera, ebapotranspirazioa zehaztu behar da.

- Bati bestea kentzea:  $EE = PR - ETR$
- Zehaztu behar den lurrazaleko jariatzea sortu duen azalera osoari aplikatutako kopuru horren (EE) baliokide bolumetrikoa zehaztea.
- Estaldura edo zigilatzea iragazgaizturik badaude (geomintza), ur guztia lurrazaletik edo gainazal azpitik isuriko da geruza horretan, ebakutzen den arte. Euri erabilgarriaren guztizko kopuruaren arabera izango da irteten den ur kopurua.
- Estaldura edo zigilatzea ez badaude iragazgaizturik (geomintza), bertan sortutako lurrazaleko jariatzeaz gain, halako infiltrazio bat dagoela suposatuta behar da. Orduan, lurrazaleko jariatzea kalkulatzeko, aurrerago adierazitako koefizienteak aplikatu behar zaizkio euri erabilgarriari. Horretarako, kategoria bati esleitu behar zaie material motari eta ageriko gainazalari, beren ezaugarriak aintzat hartuz (osaera, trinkotasuna, egitura, etab.).

*17. taula - Lurzoruaren iragazgaitasunaren eta lurzoruaren maldaren arabera, kontuan hartu beharreko euri erabilgarriekin alderatutako jariatzea (Euskadiko Mapa Hidrogeologikoan bereizitako iragazgaitasun motetan oinarritua)*

Lurzoruaren iragazkortasuna		Jariatzea (euri erabilgarriaren %), maldaren (P) arabera			
Kategoria	K (m/s)	P > % 30	10 < P < % 30	5 < P < % 10	P < % 5
Oso txikia	$< 10^{-7}$	98-100	97-98	96-97	95-96
Txikia	$10^{-5} - 10^{-7}$	91-95	87-91	84-87	80-84
Ertaina	$10^{-4} - 10^{-5}$	70-80	60-70	50-60	40-50
Handia	$10^{-3} - 10^{-4}$	35-40	30-35	25-30	20-25
Oso handia	$> 10^{-3}$	15-20	10-15	5-10	0-5

- Azpiklase hauen barruan koefiziente bat esleitzeko, kontuan hartu behar da, jariatzearen aurka, infiltrazioa fabora lezakeen elementu fisiografikorik dagoen (gainazaleko irregulartasunak). Kasu bakoitzean, zenbat eta lauagoa izan gainazala, orduan eta jariatze gehiago bideratuko du, betiere zehaztutako kategorietako baten barruan eta kontuan hartuz iragazgaitasuna eta malda.
- Zabortegearen kanpoalderantz lurrazaletik isurtzen ez den gainerako euri erabilgarria ontzian infiltratutako kopurua izango da.

#### 4.2.2.3.- **Emaitzak**

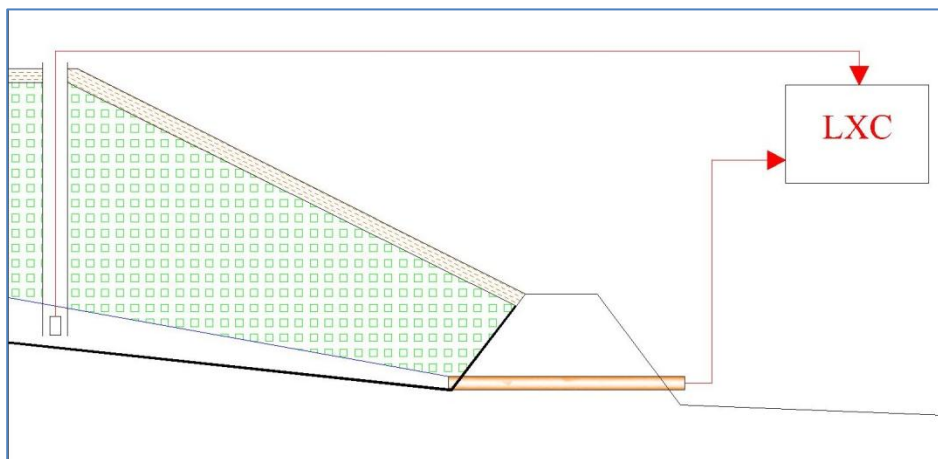
Estalitako edo zigilatutako gunetan sortutako jariatzeetatik eratorritako ur-irteeraren kalkuluen emaitzak bolumen-unitateetan eman behar dira, eta, balantzeak kontuan hartzen

duen denbora-tartean, gune horiek edo beren funtzionaltasunak aldaketarik izan baldin badute, kalkulu-prozedura eta abiapuntuko denbora-suposizioak zehaztu behar dira.

#### 4.2.3.- Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)

Zabortegeko drainatze- eta ebakuazio-sistemaren bitartez irtendako lixibiatuei dagokie termino hau. Normalean, irteera hori honela egiten da:

- Grabitatearen bitartez: lixibiatuak zabortegearen punturik baxuenetik irteten direnean, grabitateak bultzatuta hodietatik zirkulatzean. Hodi hori tratamendu-instalazio batean amai daiteke, edo eskualdeko saneamendu-sistema batean nahiz ebakuatu aurretik aldi batez biltegitzeko sistema batean. Dena dela bere helmuga, «grabitate» terminoak berariazko erreferentzia egiten dio lixibiatuek isurtze-ontziaren esparrutik irteteko erari, kontuan hartu gabe ondorengo bideratzean lixibiatuak biltegitara, tratamendu-instalazioetara edo bestelako saneamendu-instalazioetara goratzeko ponpatze-estaziorik dagoen ala ez.
- Ponpen bitartez: lixibiatuak isurtze-ontziaren barnealdetik ponpatzen direnean, bere punturik baxuenean ez dagoelako grabitatearen bidezko irteerarik. Lixibiatuak ponpatzeko, hondakin-masan kokatutako ponpatze-putzu bertikalak erabil daitezke, edota zabortegearen hondoa lixibiatuak metatzen diren toki batean (estolda-zuloa) hasten diren eta ezpondari atxikita dauden hodi etzanak. Horrela ponpatutako lixibiatuak, ondoren, instalazioetako behin betiko kudeaketa-sistemara bideratzen dira (tratamendu-instalazioa, eskualdeko sistema, ebakuatu aurretik biltegitzeko sistema, etab.).



24. irudia - Lixibiatuak ebakuntzeko eta orokorrean kontrolatzeko sistemen eskema argigarria (ponpen eta grabitatearen bidez)

Dena dela lixibiatu hauen ebakuazio-sistema, ebakuatutako kopuruak kontrolatu eta erregistratzen dituzten neurgailuak izan beharko ditu. Balantze hidrikoan irteera honen ebaluazioa egiteko, balantzeak kontuan hartutako denbora-tartean zehar aipatu gailuek neurtutako datuak integratu besterik ez da egin behar.

Kontrol- eta erregistro-instrumentuen kokalekua kontuan hartu beharko da kontzeptu-ereduan, eta bai sistemako beste sarrera eta irteera posible batzuen jatorrizko tokiarekin duen erlazioa ere. Honela, adibidez, eta hala badagokio, era egokian modelizatu behar da lixibiatuak birziklatzeko antzemate-puntuaren kokalekua (lixibiatuen kontrol-puntuaren aurretik ala ondoren), bolumen ezberdinak kontabilizatzerako orduan akatsak ekiditeko. Gauza bera aplikatu beharra dago ihes-puntuen kasuan eta, oro har, ura edo lixibiatuak antzeman edo ebakuazio-hodian injektatzen diren puntuen kasuan.

#### 4.2.3.1.- Abiapuntuako datuak

Isurtze-ontziko lixibiatuen irteeran antolatutako neurgailuen erregistroak izango dira abiapuntuako datuak.



15a eta 15b argazkiak - Lixibiatuak kontrolatzeko emari-neurgailua eta erregistro-sistema

Lixibiatu-emarien erregistro jarraitu bat egin behar da. Horrela, emari horiek integratuz, datu orokorrak nahiz eguneroko datuak lor daitezke.

Emari-neurgailuen datuak erabiltzean, kontuan hartu behar da haien adierazgarritasuna. Horretarako, gogoan hartu behar dira gailuen funtzionamendua, erregistroa eta egoera. Zentzu horretan, honako hauek aintzat hartu behar dira:

- Emariak neurtzeko sistemaren deskribapena (adibidez, Parshall emari-neurgailuak, ultrasoinuen bidezko maila-neurgailuak dituztenak, edota ordu-kontagailua ponpa batean), sentsorearen neurketa-barrutia eta *in situ* egindako neurketen bidezko



kalibrazioa, eragingailuak (balbulak, ponpa piztu eta itzaltzen duten buien altuera), etab. Neurketen maiztasuna (datu bat 10 minutuan behin, orduan behin, egunean behin, astean behin, etab.). Beharrezkoa bada (eta hala izan ohi da emariak neurtzeko puntua lixibiatuak arazteko sistema baten parte denean), instalazioaren xehetasunen eskema edo plano bat aurkeztu behar da, sistemaren funtzionamendua eta sistemaren eragingailu-kontsignak deskribatu ahal izateko.

- Erregistroaren denbora-tarte jarraitua, emarien datuekin. Erregistratutako datu guztiak sentsorearen neurketa-barrutian daudela egiaztatu behar da; neurtutako balioen aldean, irudikapen grafiko bat egin behar da; eta egokia den barrutia adierazi behar da. Lixibiatu-emaria ubide irekietan neurtzeko estazioetan, egiaztatu beharreko parametroa maila da, ez emaria.
- Batez besteko emarien eta prezipitazioaren irudikapen grafikoa, denbora-escala bera erabiliz. Datu okerrak izan litezkeen ohiz kanpoko jokaeren bilaketa (eta datu fidagarrien bidezko denbora-tarteen definizioa), honako hauek gertatzen diren behatuz:
  - Estazio meteorologikoei eragiten ez dieten ekaitz isolatu eta noizbehinkakorik izan ez dela egiaztatu ondoren, prezipitazioekin erlazonaturik ez dauden lixibiatuen emariaren igoerak. Eguneroko neurketetan jasotako prezipitazioaren aurreko egunean handiagotu badira emariak, agian integrazioaren denbora-tartea ezberdina da kasu bakoitzean (adibidez, emaria 00:00etatik 24:00etara integratzen da, baina prezipitazioa 08:00etatik 08:00etara integratzen da, edo alderantziz).
  - Emaria ez areagotzea baina, beste batzuetan eta antzeko prezipitazioekin (eta bai antzeko abiapuntuko emariekin ere), emaria areagotu izana.
  - Ponpatzeen, instalazioen garbiketaren, *by-pass* bati eragitearen eta abarren ondoriozko emarien bat-bateko jaitsierak.
  - Hainbat egunetan zehar beren horretan mantentzen diren emarien tokiko maximoak, hala nola gainezkabideren bat edo *by-pass* bidezko sistemaren bat funtzionatzen hasi delako emari jakin batetik aurrera edo egoera jakin batean.
- Kontserbazio-egoera (behatutako akatsak eta egindako konponketak, honako hauek jasoz: datak, argazkiak, konpondu gabeko arazoak, eta mantentzearen, kalibrazioaren eta kontserbazioaren atalak), eta bai neurketetan eragina duten edo egiaz ekarritako lixibiatu-emarien erregistro okerra eragiten duten eta neurketa-sekzioetan gerta daitekeen apar edo solidoen metaketa.

#### 4.2.3.2.- *Kalkuluak*

Hala badagokio, erregistratutako emariak irteera-bolumen bihurtzean dautza kalkuluak. Irteera-bolumen horiek egunerokoak izango dira, eta balantzean kontuan hartutako denbora-tarte osokoak. Beharrezkoa bada, abiapuntuko datuen multzoa berrikusi eta osatu egingo da.



#### **4.2.3.3.- Emaitzak**

Ebakuatutako lixibiatuen bolumen-unitateetan aurkeztu behar dira emaitzak; hala badagokio, kontzeptu-ereduari jarraikiz, lixibiatuen ebakuazio-sarean izandako beste mota batzuetako sarrera edo irteerek emaitza horietan izandako eraginaren ondoriozko berezitasunak adierazi beharra dago (ihesak, birziklapenerako harguneak, etab.). Balantzearen denbora-tarteari dagozkion eguneroko eta guztizko datuak aurkeztu behar dira.

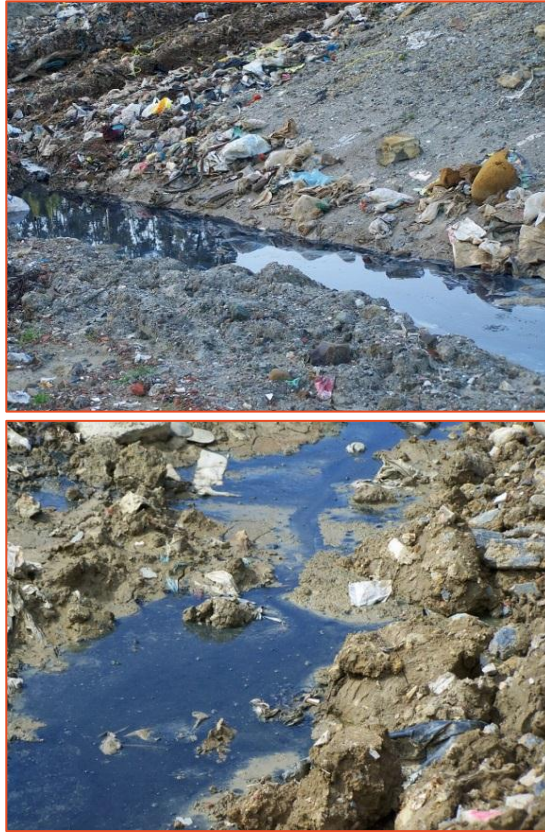
#### **4.2.4.- Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)**

Hartarako eraikitako sarearen bidez ebakutzen diren eta neurgailuen bidez kontrolatzen diren lixibiatu kontrolatuak ez bezala, zabortegei bateko beste toki batzuetan, honelako lixibiatu-irteerak gerta daitezke:

- Lurrazaleko lixibiatu-iturbegiak (hondakin-masaren perimetroa, barne-ezponden oinak, etab.). Iturbegi hauek alboetarantz ebakutzen badira eta, orduan, lixibiatuak ez badira hondakinen multzoan berriz infiltratzen, sistematik irtendako ur kopuru absolutuak izango dira.
- Lurzoru ahokatzaileranzko lurpeko iragazpenak.
- Hodi eta biltegietako ihesak. Balantzea egiteko ihesen kontabilitatea ihesak agertu diren tokiaren eta ihes egin duten lixibiatuen helmugaren arabera izango da.

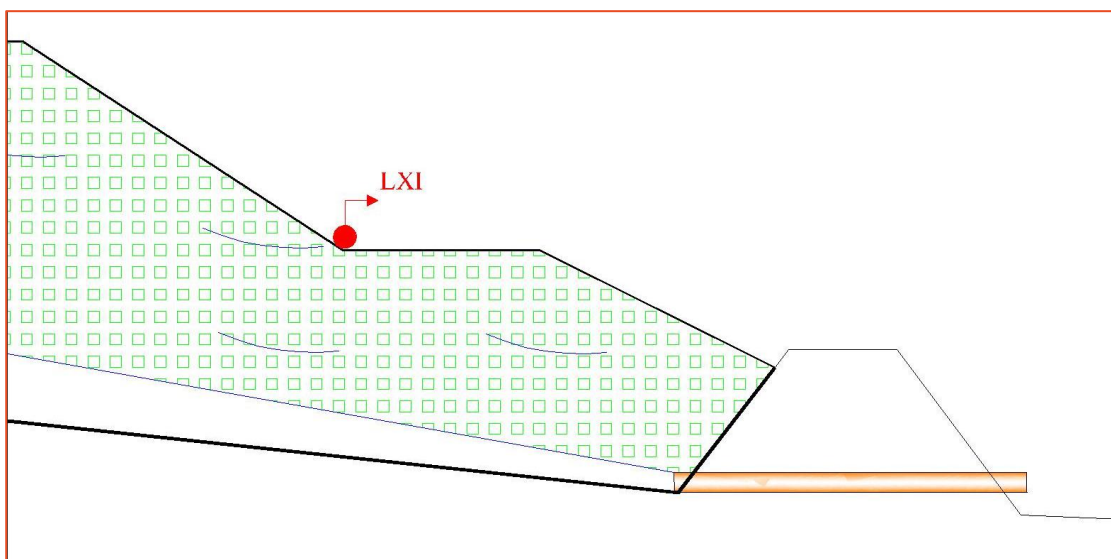
##### **4.2.4.1.- Lurrazaleko lixibiatu-iturbegiak**

Zabortegei batzuen lurrazalean, hondakinen edo beste material batzuen geruza etenak egotearen ondorioz (tarteko estaldurak), lixibiatuen iturbegiak ager daitezke. Izan ere, geruza horiek, beste geruza batzuekin alderatuz, iragazkortasun txikia dute, eta, zabortegeiaren oinarriko lixibiatuen maila orokorrari dagokionez, maila esekiak sorrarazten dituzte. Maila eseki hauek, denboran zehar, etenak izan daitezke, eta prezipitazio nardoak daudenean baino ezin dira sortu. Ostera, iraunkorrak ere izan daitezke, eta iturbegi jarraitu bat eragin dezakete, haren emaria aldakorra izan daitekeen arren.



16a eta 16b argazkiak - Zaborteziaren gainazaleko lixibiatu-iturbegiak

Agertzen direnean, iturbegi hauek hondakin-masaren perimetroan edo, zaborteziak morfologia mailakatua duenean, zabortezi barruko ezponda unitarioen oinean egon ohi dira.



25. irudia - Zabortezi barruko ezponda baten oineko lixibiatu-iturbegi baten eskema argigarria

Sarri, gainazal batean azaleratzen diren lixibiatuak berriz infiltratzen dira zabortegian. Iturbegitik hur gertatzen da hori, baina, noizik behinean, tokiaren morfologiaren eta ezarritako kudeaketaren arabera, isurtze-ontzitik irten daitezke, bai puntu horietan antzeman eta ebakatu egiten direlako, edo bai lurrazalean zehar ingururantz aske zirkulatzen dutelako eta inguru urbanizatueta, ubideetako, areketako eta abarretako lurrazaleko jariatzeetara gehitzen direlako. Logikoki, azken egoera hau, hots, lixibiatuak lurrazaleko jariatzera gehitzea, ez da gertatu behar.



*17a eta 17b argazkiak - Ponpen bidez ebakutatutako lixibiatuak zabortegian eta perimetroko ubide baterantz doazen lixibiatuak*

Termino hau, existitzen denean, balantze hidrikoaren barruan kontabilizatzeko, kontuan hartu beharko dira agertutako lixibiatuen jatorria eta helmuga. Hala, hondakinen masan berriz infiltratzen badira zuzenean, ez dira ur-irteera absolutu bat izango. Edonola ere, kontzeptu-ereduan, beren existentzia jaso beharra dago.

#### 4.2.4.1.1.- Abiapuntuko datuak

Irteera mota honek zehaztutako bolumena kalkulatzeko abiapuntuko datuak honako hauek dira:

- Lixibiatuen iturbegiak, emaria eta helmuga zehaztea ahalbidetzen duten datuak, behaketak eta zuzeneko edukierak.

- Ebakuazio-sistema finko edo behin behinekoa ezarri bada (hala nola ponpak), emari-neurgailuak, kontagailuak edo bolumenaren zuzeneko neurketa. Lehenago esandakoaren arabera, ebakuatutako emariak edo bolumenak neurtzeko gailuak edo prozedurak izan behar ditu lixibiatuak ponpatu, bideratu edo ebakutzeko edozein sistemak, ebakuazio hori era etenean edo une zehatzetan baino ez bada egin ere.

#### 4.2.4.1.2.- Kalkuluak

Lurrazalean agertutako lixibiatuen helmugaren eta abiapuntuko datuen arabera izango dira egin beharreko kalkuluak:

- Isurtze-ontziko bertako hondakin-masan infiltratzen badira berriz ere, ez dira irteeratzat zenbatuko, baina beren existentzia jaso egin beharko da kontzeptu-ereduan. Kasu honetan, eta neurgailurik izan ezean, zuzeneko edukieren eta behaketen bidez eta bolumen horiek erregimen hidrometeorologikoarekin duten korrespondentziaren bidez balioetsi behar da bolumena.
- Ontziaren perimetrotik irteten direla eta inguruko lurrazaleko jariatzerara gehitzen direla behatu bada (eta, azkenik, areka eta ubideetara), era berean balioetsi behar da bolumena: zuzeneko edukieren eta behaketen bidez eta bolumenak erregimen hidrometeorologikoarekin duen korrespondentziaren bidez.
- Berariaz ezarritako sistema baten bidez ebakutzen badira (hodiak, ponpak, etab.), bolumena zuzenean zehaztu behar da emari-neurgailuen, kontagailuen edo sistema bolumetrikoen bidez (hala nola erabilitako tangen kopurua eta edukiera). Ebakuazio-sistemaren funtzionamendua etena bada ere, azken hiru instrumentu hauek izan behar ditu.

#### 4.2.4.1.3.- Emaitzak

Balantzeak kontuan hartutako denbora-tartean zehar agertutako lixibiatuen bolumen gisa aurkeztu behar dira emaitzak, adierazitako hiru aukerak bereiziz (berriz infiltratzea, kontrolatutako ebakuazioa, kontrolatu gabeko ebakuazioa).

#### 4.2.4.2.- *Lurrazaleranzko lurpeko lixibiatu-iragazpenak*

Ontzian sartzen diren lurpeko uren modura, bi eratakoak izan daitezke lurzoruan iragazten diren filtrazio posibleak:

- Toki zehatz batean lurzoruak dituen ezaugarriek infiltrazioa bereziki faboratzen duten tokiren batean kontzentratua («estolda-zuloa»).
- Difusoa, metaketaren eta lurzoruaren artean dagoen ontziaren kontaktu-gainazalean zeharrekoa.

Lurpeko ur-sarrerei buruzko atalean adierazitakoaren arabera, eta honen inguruko informazio zehatzik izan ezean, hasteko, honako hauek onartu behar dira:

- Hondo iragazgaitza duten zabortegei edo guneetan, lurpeko ura ez da bertara sartzen, eta lixibiatuak ez dira lurzorurantz iragazten.
- Hondo iragazgaitza ez duten zabortegei edo guneetan, lurpeko sarrerak eta irteerak gertatzen dira, edo, momentuaren arabera, bata ala bestea.

Hortaz, hondo iragazgaitzik ez duen zabortegei batean, lurpeko urak sartu edo lixibiatuak lurzorura iragazi egiten diren zehaztu behar da, lehenengo eta behin. Horretarako, honako hauek hartu behar dira kontuan:

- Zabortegeiaren inguruko funtzionamendu hidrogeologikoa, barne hartuz, gutxienez kualitatiboki, lurzoruaren, jalkitako materialen eta bien artean ezarritako sistemen iragazkortasuna (lixibiatuen drainatzea).
- Zabortegeiaren barruan eta kanpoan, maila freatikoei duten kokalekua.
- Kanpoko kontrol-putzuetako uraren kalitatean lixibiatuek izan dezaketen eragina.

Behin aspektu hauek ebaluatuta eta ontziaren hormen bidezko truke mota zehaztuta eta ebaluatuta (lurpeko uren sarrera eta lixibiatuen irteera), lixibiatuen iragazpen eta irteera gisa (jarraian) edo lurpeko uren sarrera gisa (sarrerei buruzko kapituluaren barruan, dagokion atalean) dagokion kalkulua garatu behar da.

#### 4.2.4.2.1.- Abiapuntuko datuak

Balantze hidrikoan egindako ekarpena kalkulatzeko beharrezkoak diren abiapuntuko datuak honako hauek dira:

- Lurzoruaren iragazkortasun-koefizientea:
  - Zabortegeia ezarri aurretik egindako azterlanean gauzatutako saiakuntzen bitartez zehaztua.
  - Aldirietan eta formazio geologiko berean gauzatutako beste azterketa mota batzuen bitartez ezagutua.
  - Formazio ahokatzaille mota kontuan hartuz, erreferentzia bibliografikoetan oinarrituz balioetsia.
- Kanpoaldeko maila freatikoa (lurzorukoa):
  - Kontrol-putzuetan egindako neurketen bidez zehaztua.
  - Kanpoko ingurunearekin erlazionatutako informazio mota ezberdin batean oinarrituz egindako gutxi gorabeherako dedukzioa (iturbegien mailak edo kotak, funtzionamendu hidrogeologikoa, etab.).

- Kanpo-mailen daturik eta, balioespen bat eginez, maila horiek deduzitzea ere ahalbidetzen ez duen beste informaziorik izan ezean, lurzoruko maila freatikoa zaborteziaren hondoaren azpian dagoela onartu beharra dago.
- Barnealdeko maila freatikoa (zaborteziaren):
  - Kontrol-putzuetan edo gasa erazteko putzuetan egindako neurketen bidez zehaztua.
  - Barne-mailen daturik izan ezean, ebaluazioa egiteko, kontuan hartu beharko da konfigurazio geometrikoa, eta, izatekotan, U itxurako zabortezi batean, onartu egin beharko da lixibiatuak drainatzeko sistema duen ontziaren oinarria ase dagoela, eta hormak ere ase egon daitezkeela (edo ez). Iragazpenik txikieneko egoera izango litzateke hau (soilik oinarria dagoenean ase). Gehieneko iragazpena gertatuko balitz, maila gainazalean egongo litzateke, eta iragazpenak ez lirateke soilik U-aren oinarrian gertatuko, baizik eta bere inguramendu osoan.
- Inguruko konfigurazio hidrogeologikoa eta lurpeko fluxuaren norabidea.
- Zaborteziaren geometria (neurriak).

#### 4.2.4.2.2.- Kalkuluak

Kanpoalderantz iragazitako lixibiatuak kalkulatzeko, Darcyren legearen adierazpena aplikatu behar da,

$$Q = K \cdot A \cdot I$$

non:

Q: iragazpenen emaria (m<sup>3</sup>/s).

K: lurzoruaren iragazkortasun-koefizientea (m/s).

A: iragazpenak dituen zaborteziaren gunearen azalera, proiektzio horizontalean (m<sup>2</sup>). Daturik falta bada, bere irismena kalkulatu egin behar da. Edonola ere, gutxienez, geometria U itxurakoa denean, kontuan hartu beharko da isurtze-ontziaren oinarria edo hondo.

I: gradiente hidraulikoa. 1 balioa eman behar zaio, gehieneko infiltrazio-tasa onartzuz (gune ase).

#### 4.2.4.2.3.- Emaizak

Kanporantz iragazitako lixibiatuen kalkuluen emaitzak bolumen-unitateen bidez adierazi behar dira, kalkulu-prozedura eta oinarritzat hartutako suposizioak zehaztuz (guneak, maila freatikoa, iragazkortasuna, etab.).



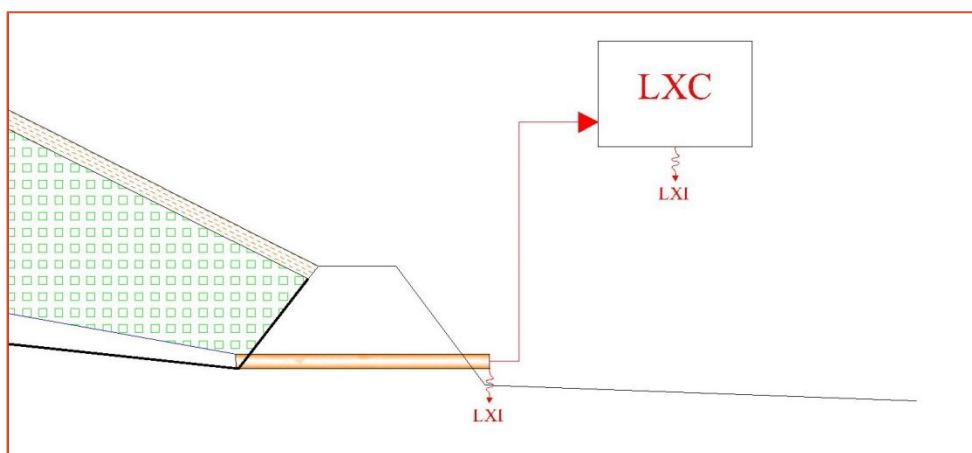
#### 4.2.4.3.- Hodi eta biltegietakako ihesak

Sarrerei buruzko kapituluan ere azaldu denez, zabortegei batean, beste edonolako instalazio batean bezalaxe, lixibiatu-ihesak gerta daitezke biltegi eta hodietan. Instalazioaren diseinuaren eta ihes horiek gertatu diren tokiaren arabera, aipatu lixibiatuak kontrolatu eta kuantifikatu gabe irten daitezke kanpoaldera. Zentzu honetan, arazok honako hauei eragin diezaiekete:

- Lixibiatuak drainatzeko sistema orokorrari dagozkion instalazioak.
- Behin behineko instalazioak edo instalazio mugikorak, hala nola lurrazalean sortutako lixibiatuak une zehatzetan ebakutzekoak, edota mantentze-lanetan jasotako lixibiatuak ebakutzekoak.

Kasu bietan, kontzeptu-ereduari eta balantzeari begira, ihesaren kokalekua eta kontrol- eta erregistro-elementuekiko duen kokapena hartu behar dira kontuan (emari-neurgailua, kontagailua). Adibidez, lixibiatuen hodian agertzen bada ihesa, ihes hori emari-neurgailuaren edo kontrolaren aurretik ala ondoren detektatzeak aldarazi egingo du sarreren eta irteeren kontabilitate orokorra:

- Emari-neurgailuaren edo kontrolaren aurretik badago eta ez bada sisteman berriz sartzen, lixibiatu-irteera garbia izango da, eta hala kontabilizatu beharko da.
- Emari-neurgailuaren edo kontrolaren ondoren badago, kontabilizatutako bolumen baten ihesa izango da eta, hortaz, balantzean, ez da berriz irteera garbi gisa kontabilizatu behar, baina bai agertu behar da kontzeptu-ereduan islaturik.



26. irudia - Kontrol-puntuaren aurretik ala ondoren daudenaren arabera, lixibiatuak ebakutzeko sistemako ihes posibleen eskema argigarria (KLX)



18. argazkia - Lixibiatuentzako hodi bateko ihes-puntua. Kasu honetan, kontroleko emari-neurgailuaren aurretik dago; hortaz, galera honek balantze hidrikoan parte hartzen du.

#### 4.2.4.3.1.- Abiapuntuko datuak

Ihesetatik eratorritako sarrera balioesteko abiapuntuko datuak honako hauek dira:

- Emari-neurgailu eta kontagailuen datuak eta ihes-puntuarekiko duten kokapena.
- Behaketak eta zuzeneko edukierak, xukatze eta garbiketetatik eratorritako lixibiatuak drainatzeko sistema orokorretik at bildutako bolumenak barne.

#### 4.2.4.3.2.- Kalkuluak

Kasu gehienetan, ihes bat bizkor konpondutako arazo zehatz bat izan behar denez gero, behaketa eta zuzeneko edukieretan oinarrituta balioetsi beharko da aktibo egon den denboratartean eragin duen irteeraren bolumena. Erasandako sarearen eta hartako emari-neurgailuen eta kontagailuen arabera, kontrol-elementu horien datuekin osatu edo doi daitezke zuzeneko behaketetan oinarrituz egindako kalkuluak. Edonola ere, emariaren datuak ekarritako bolumenetara bihurtu behar dira.

#### 4.2.4.3.3.- Emaitzak

Ur-irteeraren bolumen gisa aurkeztu behar dira emaitzak. Dagokion kontzeptu-ereduaren arabera, zehaztu beharra dago zer diren bolumen horiek: ur-irteera garbiak ala, lehenago adierazitakoaren arabera, balantze orokorrean kontabilizatu ezin diren ihesak.

#### 4.2.5.- Biogasarekin batera dagoen ur-lurrina (BGL)

Materia biologikoaren degradazio-prozesuan eta zaborte-gasaren sorkuntza-prozesuan zehar (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>...), zaborte-giko ur kopuruan eragina izan dezaketen ur-liberazio eta ur-kontsumo fenomeno ezberdinak gerta daitezke.



- Ingurunera ura eta biogasa askatuz deskonposa daiteke materia biodegradagarria.
- Biogasa sortzeko, materia biodegradagarriak ura kontsumi dezake.

Ondorioz, hondakinen degradazioak biogasa sortzen badu eta nahikoa ur badago ingurunean:

- Biogasa sortzean, ur-kontsumo fisiko/garbi bat gertatzen da. Haren balio tipikoak honako hauek dira: sortutako biogas  $m^3$  bakoitzeko, 0,19 eta 0,24 kg ur bitartean. Batez beste,  $0,215 \text{ kg}/m^3$ -ko balioa onartzen da (TCHOBANOGLOUS eta KREITH, 2002). Zabortegei barruko hondakinaren hezetasunetik nahiz bertan biltegitratutako ur asketik eratorria da ur hori. Hortaz, ura egoteak hondakinen degradazioa eta biogasaren sorkuntza bizkortzen ditu.
- Biogasarekin batera isuri (irten) egiten den ur-lurruna ere badago. Zuzenean atmosferara isuritako biogasa edo kudeaketa-sistema zehatz batean jasotako biogasa ur-lurrunez ase egon ohi da. Biogas  $m^3$  bakoitzeko, isuritako ur horren balio tipikoa  $0,035 \text{ kg}$  ur da (TCHOBANOGLOUS eta KREITH, 2002).

Zabortegei batean, hortaz, biogas-isurketak ur-galera edo -irteera dakar, bai kontsumitu egiten delako eta bai ur-lurrun forman isuri egiten delako. Hala, sortutako eta isuritako biogas  $m^3$  bakoitzeko, zabortegeiak  $0,25 \text{ kg}$  ur galduko ditu (kontsumitutako  $0,215 \text{ kg}$  eta isuritako  $0,035 \text{ kg}$ ).

Ur-irteera garbia da isuritako zatia, baina kontsumitutakoak zabortegei barruko edukiaren aldakuntza dakar. Horregatik, barne-aldaketen atalean berriz egingo zaio erreferentzia termino honi.

#### **4.2.5.1.- Abiapuntuko datuak**

Zabortegeian jalkitako hondakinen kopurua eta mota dira kalkulua egiteko abiapuntuko datu orokorrak. Gasak antzemateko sistema batek puntu zehatzetarantz bideratuko du biogasa (adibidez, zuzi baterantz), baina sortutako eta isuritako gas kopuruan parte hartzen ez duela onar daiteke eta, beraz, prozesuarekin erlazionatutako ur-lurrun kopuruan ez duela parte hartzen. Kontuan hartu behar diren egoera posibleak honako hauek dira:

- Urteetan zehar jalkitako hondakinen kopurua eta mota beren horretan mantentzen dituen zabortegeia. Honi buruzko datu zehatzik izan ezean, urtero jalkitako hondakinen kopurua eta mota balioetsiz edo haien batez bestekoa kalkulatzuz onar daiteke egoera hau.
- Urteetan zehar jalkitako hondakinen kopurua eta mota aldatu egiten diren zabortegeia. Kasu honetan, abiapuntuko datuak urtez urteko kopuru eta motak izango dira.

Gasak antzemateko sistemaren eraginkortasunari dagokionez, eta honi buruzko datu zehatzik izan ezean, sortutako biogasaren bilketaren eraginkortasunaren ehuneko hauek balioets daitezke:

- % 35 gasak antzemateko sistema aktiboak dituzten gelaxken kasuan.

- % 65 behin behineko estaldura eta biogasa antzemateko sistema aktiboa dituzten gelaxken kasuan.
- % 85 akaberazko buztin-estaldura eta gasa antzemateko sistema aktiboa dituzten gelaxken kasuan.
- % 90 akaberazko geomintz-estaldura eta gasak antzemateko sistema aktiboa dituzten gelaxken kasuan.

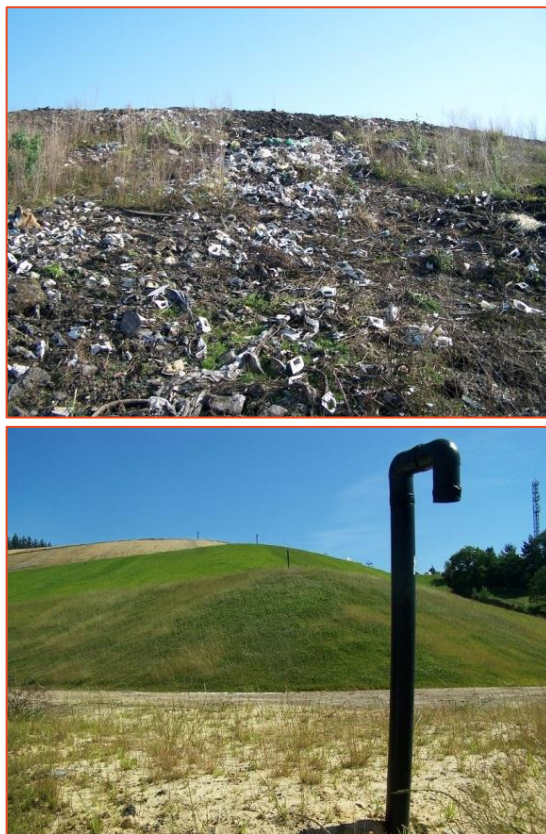


19. argazkia - Gasa antzemateko putzua

#### 4.2.5.2.- Kalkuluak

Sortutako biogasaren kalkuluak egiteko, *Airera egindako emisioak neurtzeko, zenbatesteko eta kalkulatzeko gidaliburu teknikoan* (IHOBE, 2008) deskribatutako prozedurak hartu behar dira kontuan. Dokumentu horretan, lehenago adierazitako egoerak definitzen dira, honako hauek mahaigaineratuz:

- Zabortegei batean jalkitako eta urtez urte aldatzen diren hondakin kopuru eta motak kalkulatzeko prozedura konplexu samarra, kalkulu-taulez lagundua. Urtez urteko kopuru eta motei buruzko datu fidagarri eta zehatzak baldin baditugu, hauxe izango da erabili beharreko metodoa. Metodo hori aplikatzeko, aipatu erreferentzia (IHOBE, 2008) kontsultatu eta dakarren kalkulu-orria garatu behar da (ikus [www.ihobe.eus](http://www.ihobe.eus) - *argitalpenak*).
- Urtez urte jalkitako hondakinen kopuruak eta motak konstanteak direneko kasu orokorrean, sinpleagoa den prozedura bat. Prozedura hau lehenagoko gida batean dago deskribaturik (IHOBE, 2005) eta jarraian xehaturik dago. Hala gertatzen denean edo honi buruzko nahikoa daturik ez dugunean eta urtez urte zabortegeian jalkitako hondakinen kopuruak eta motak balioetsi egin behar direnean edo haien batez bestekoak kalkulatu behar direnean, hauxe da erabili beharreko prozedura.



*20a eta 20b argazkiak - Atmosferara isurtzen duten zabortegiak. Ezkerrean, gainazal osoan isuriak dituen zabortegi irekia. Eskuinean, tximinien bidezko isuriak dituen zabortegi zigilatua.*

Zabortegi batean sortutako gasaren bolumena kalkulatzeko, urtez urte jalkitako hondakinen kopuruak eta motak barne (egiazkoak edo, urte guztiei buruzko datuan izan ezean, balioetsiak), adierazitako dokumentua hartu behar da kontuan (IHOBE, 2005). Dokumentu honetan jasota dagoen bezala, urtaro-baldintzetara iristean, honako hau da zabortegiko gasaren osaera orokorra:

*18. taula - Zabortegiko gasaren osaera tipikoa (IHOBE, 2005).*

Osagaia	Proporzioa %
CH <sub>4</sub>	55
CO <sub>2</sub>	40
N <sub>2</sub>	5
NMVOC	0 - 2

CH<sub>4</sub> isurketa kalkulatzeko, gas-sorkuntza balioestea ahalbidetzen duen ekuazioa aplikatu behar da:

$$M_{CH_4} = L_0 \cdot R \cdot (e^{-kc} - e^{-kt})$$

- M<sub>CH<sub>4</sub></sub> Denboran zeharreko CH<sub>4</sub> sorkuntza (Tm/urte)
- L<sub>0</sub> Metanoaren sorkuntza-potentziala (CH<sub>4</sub> Tm/hondakin Tm)
- R Urteko batez besteko zabor biodegradagarri-organikoak (hondakin Tm/urte) (biodegradagarria den frakzioa soilik, frakzio inorganikoa ez da R-n zenbatzen)
- K Metanoaren sorkuntza-ratioa (1/urte)
- C Zabortegia itxi zenetik igarotako denbora (urteak)
- T Zaborrak lehenengoz jalki zirenetik igarotako denbora (urteak)

pH-aren, hezetasunaren, tenperaturaren eta ingurunearen eta zabortegiko lanen bestelako faktoreen arabera da K faktorea. EPAk, klima motaren arabera, K faktorearen balio batzuk proposatzen ditu:

19. taula - CH <sub>4</sub> isurketak kalkulatzeko aplikatu beharreko K faktorea (IHOBEk jasotako EPAren balioak, 2005)	
K	Klima-mota
0,04	625 mm baino gehiagoko urteko prezipitazioa
0,02	625 mm baino gutxiagoko urteko prezipitazioa

Pasta eta paperaren industriek sortutako hondakinentzako zabortegien kasu zehatzean, paper-fabriketako araztegietan sortutako lohiak izanik hondakin horien osagarri nagusia, K eta L<sub>0</sub> faktoreen honako balio hauek erabili behar dira:

20. taula - Papergintza-lohien zabortegietan aplikatu beharreko faktoreak (IHOBE, 2005)	
Faktorea	Unitatea
K	0,03
L <sub>0</sub>	100 Tm/Tm hondakin lehor

Operatibo dauden eta hondakinak jasotzen jarraitzen duten zabortegien kasuan, C faktorea 0 da. Hortaz, parte hartzen duen ekuazioan, osagaia hala ateratzen da:

$$e^{-kc} = 1$$

Hondakinaren eduki organikoaren eta hezetasunaren arabera da  $L_0$  faktorea. Ekuazio honen bidez ebaluatzen da:

$$L_0 = DOC \cdot DOC_f \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot MCF$$

- MCF Zabortegei bateko zuzenketa-faktorea:
  - Kudeatutako zabortege moderno baten kasuan, MCF=1
  - Sakonera gutxiko (<5 m) eta kudeatu gabeko zabortege baten kasuan, MCF=0,4
  - Kudeatu gabeko zabortege sakon (>5 m) baten kasuan, MCF=0,8
- DOC Hondakinaren karbono organiko biodegradagarriaren frakzioa
 
$$DOC = 0,4 \cdot A + 0,17 \cdot B + 0,15 \cdot C + 0,3 \cdot D$$
  - A Paper eta ehunen frakzioaren batekoa, pisuan.
  - B Lorategi eta basoak inautestaren ondoriozko hondakinen frakzioaren batekoa, pisuan.
  - C Elikagai-hondakinen frakzioaren batekoa, pisuan.
  - D Egur-frakzioaren batekoa, pisuan.
- $DOC_f$  Zabortegei-gas bilakatzen den karbono organiko degradagarriaren (DOC) frakzioaren zatia:

$$DOC_f = 0,014 \cdot T^a + 0,27$$

Era lehenetsian, gune anaerobioaren tenperatura (T) 35 °C da. Beraz:

$$DOC_f = 0,77$$

- F Kudeatutako zabortege baten gasaren  $CH_4$  frakzioa. Era lehenetsian, 0,5 da.

Zabortegean jalkitako materialei buruzko daturik izan ezean, DOC kalkulatzeko, honako hauek dira HHSen frakzio tipikoak:

21. taula - jalkitako hondakinen guztizkoarekin alderatuta, HHS zabortegietan dauden hondakin organikoen frakzio tipikoak: erreferentzia orokorra (TCHOBANOGLIOUS eta KREITH, 2002) eta EAeko erreferentzia (EUSKO JAURLARITZA, 2015).

Hondakin mota	Ehunekoa, pisuan	
	Erref. orokorra	EAeko erref.
Organikoak		
Hondakin biologikoak (elikagaiak, etab.)	15	32
Papera/kartoia	44	20
Ehunak	2	3
Lorezaintzako abarrak	12	1
Egurra	2	1

Azkenean,  $M_{CH_4}$ -ren emaitza  $CH_4$  Tm-tan eman behar da. 1 atm eta 32,2 °C-ko baldintzetan,  $m^3$ -tara bihurtzeko, konbertsio hau aplikatu behar da:

$$1 \text{ kg } CH_4 = 1,56510375 \text{ m}^3 \text{ } CH_4 \text{ (1 atm, 32,2 } ^\circ\text{C)}.$$

$CH_4$ -arekin batera isuritako gainerako gasen frakzioa kalkulatzeko, kontuan hartu behar dira honako bolumen-proporzio hauek ( $m^3$ ):

$$V_{CO_2} = V_{CH_4} \cdot \frac{40}{55}$$

$$V_{N_2} = V_{CH_4} \cdot \frac{5}{55}$$

Isuritako gasen guztizkoa izanik, NMVOC frakzioa baztergarritzat joz:

$$V_T = V_{CH_4} + V_{CO_2} + V_{N_2}$$

Isuritako gasaren guztizko bolumenaren balio honetan oinarrituta, honako hauek zehaztu behar dira:

- Gasa sortzean kontsumitutako ura (zabortegiko barruko ur-edukiaren aldakuntza bat da gas hori):
  - Isuritako gasaren bolumena adierazitako balio tipikoarekin biderkatuz (gas  $m^3$  bakoitzeko, 0,215 kg ur).

- Isuritako ur bolumena (zabortegitik kanporanzko ur-irteera fisiko/garbia dakar).
  - Isuritako gasaren bolumena adierazitako balio tipikoarekin biderkatuz (gas m<sup>3</sup> bakoitzeko, 0,035 kg ur).

#### 4.2.5.3.- *Emaitzak*

Kontuan hartutako denbora-tarterako, isuritako gasaren bolumena, kontsumitutako uraren bolumena eta gasarekin batera isuritako ur-lurrunaren bolumena hartu behar dituzte barne emaitzek. Balantze hidrikoaren kontzeptu-ereduari begira, kontua hartu behar lurrun-uraren isurketarekin zerikusirik ez duela ur-kontsumoak, ez baita irteera «fisikoa».

### 4.3.- Barne-aldakuntza

Zaborteigiko hondakin-masaren barneko ur eta lixibiatuen edukiaren aldakuntzak honako taula honetan laburbildutako eta jarraian dauden ataletan garatutako eran kalkulatu behar dira:

22. taula - Barne-aldakuntzak kalkulatzeko metodologia	
Abiapuntuko datuak	Kalkuluak
<b>Biltegitratutako ur askearen aldakuntza (AS)</b>	
Zaborteigi barruko lixibiatuen maila freatikoak Hondakin-masaren biltegitratze/porositate eraginkorraren koefizientea Lixibiatuen emarien hidrograma Datu meteorologikoak	Lixibiatuek zaborteigi barruan duten kokapenean eta hondakinen porositatean edo biltegitratze-koefizientean oinarritutako balioespenak, bai datu zuzenen bitartezkoak, bai datu bibliografikoen bitartezkoak edo bai alderagarriak diren beste zaborteigi batzuen bitartezkoak.  Lixibiatu-emarien ahitze-kurbaren analisisa
<b>Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunaren aldakuntza (HH)</b>	
Laborategiko probaketak	Zuzeneko datuak.  Datu bibliografikoetan edo alderagarriak diren beste zaborteigi batzuetan oinarrituta, hondakinen hasierako hezetasunean, eremu-kapazitatean eta zimeltasun-puntuan oinarritutako balioespenak.
<b>Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko uraren aldakuntza (AKB)</b>	
Ziur aski, egiazko daturik gabe	Biogasaren sorkuntzan eta datu bibliografikoetan oinarritutako balioespenak



#### 4.3.1.- Biltegitratutako ur askearen aldakuntza (AS)

Edozein momentutan, prezipitazioen nahiz beste mekanismo batzuen ondorioz ura sartzen den zabortegietan, barnean biltegitratutako ur aske kopuru bat dago. Grabitatearen eraginez, metaketaren poroetan barrena aske zirkula dezakeen ura jotzen da ur asketzat. Zentzu honetan, hondakinen eta jalkitako bestelako materialen hezetasuna zehazten duen ur erantsitik bereizi beharra dago. Momentu zehatz batean, ur askea bi egoera edo tokitan aurkez daiteke zabortegi baten barruan:

- Zabortegiko gune asean metatuta, bertako poro guztiaz betez. Normalean, honako hauek ager daitezke:
  - Zabortegiaren hondoko oinarrizko gune asean, baita ere «oinarrizkoa» den barne-maila freatikoa zehazten duena.
  - Aurreko gunearekiko esekirik dauden gune aseak. Era berean esekitako maila freatikoak dituzte gune hauek. Ur iragaziak beherantz egiten duenean, mugitzeko oztopoak aurkitzea eta, ondorioz, goialdean metatzea eragiten duten tartekatutako eta iragazkortasun txikiko geruzek zehazten dituzte maila freatiko eseki horiek.
- Sarrera-tokietatik gertatzen den zirkulazio bertikala. Normalean, prezipitazio-urak infiltratzen diren gainazaletan behera gertatzen da.

Biltegitratutako ur askearen kalkulua, teorikoki, kontuan hartutako denbora-tartearen hasieran eta amaieran biltegitratutako uraren kalkuluan oinarritu behar da. Hortaz, gune asean biltegitratuta dagoen ur kopurua kalkulatu beharko litzateke, eta, aipatutako momentu bakoitzean, baita zirkulazio bertikalean dagoen kopurua ere.

Gune aseko ura kalkulatzeko, teorikoki, gune horiei buruzko ezagutza geometrikoa hartu behar da oinarritzat (hartzen duten bolumena, bai oinarrian eta bai esekita), eta bai biltegitratze-koefizienteari edo porositate eraginkorri buruzkoa ere. Zirkulatzen ari den uraren kalkulua konplexuegia da, edota bideraezina baldintza teoriko oso zehatzetan (hondakin-masaren uniformetasuna, xehetasunez ezagutzen ditugun gune aseak eta parametro hidrogeologikoak, uraren barne-infiltrazio eta -mugimendu kontrolatuak, etab.). «Egiazko» zabortegietan, ingurunearen heterogeneotasunak eta datuen gabeziak ezinezko bihurtzen dituzte kalkulu-metodo hauek.

Aurrekoarekin bat eginez, eta gida honen hasierako kapitulu-tako batean adierazitako moduan, balantzearen denbora-tartea agorraldi-amaiera eta agorraldi-amaieraren artean egotea da komenigarriena (urte hidrologikoa). Horrela, une bietan, zabortegian biltegitratutako ur kopurua ahalik eta txikiena izango da eta bertan jazotzen diren aldakuntzak ez dira hain esanguratsuak izango. Aitzitik, euriteetako momentuak hartzen badira hasiera edo amaieratzat, momentu horietako batean biltegitratutako ura esanguratsua izan daiteke eta, egondako aldakuntzak balioesterako orduan, emaitza zalantzarriagoa izango da.

Era egokian funtzionatzen duen zabortegi batean (ihesik edo iragazpenik gabe), aske biltegitratutako ura da ebakutatutako eta kontrolatutako lixibiatu-emia sortzen duena.



Horregatik, hidrogramaren edo lixibiatu-emarien serie jarraituaren analisiak, prezipitazioekin batera, honi buruzko informazioa eman dezake eta, hortaz, biltegitratze-koefizienterik, barnealdeko maila freatikorik eta abarrik izan ezean, hauxe da biltegitratutako ur askearen aldakuntzak ebaluatzen aplikatu behar den metodoa.

#### 4.3.1.1.- Abiapuntuak datuak

Abiapuntuak datuak honako hauek izango dira:

- Lixibiatuen emariaren hidrograma.
- Prezipitazioen seriea.

#### 4.3.1.2.- Kalkuluak

Sistema hidrogeologiko natural batekin alderatuz, prezipitazioen ondoriozko birkargarik gabe eta egoera anomaloen bidezko birkargarik gabe (ihesak, etab.), azken euriek edo sistemaren birkarga orokorrak zehaztutako gehieneko puntu batetik hasitako beherakada etengabe eta jarraitua izaten du grabitatearen nahiz ponpatze jarraituaren bidez ebakutatutako lixibiatu-emarien bilakaerak.



27. irudia - Agorraldiko (birkargarik gabe) lixibiatu-emariaren hidrograma bereizgarria. Puntu batetik aurrera, sistemaren ahitzea agerikoa da, eta balioetsi egin daiteke

Birkargarik gabe, beheratzearen puntu batetik aurrera, sistemaren ahitzea irudikatzen duen honako ekuazio honi erantzun ohi dio kurba honek:

$$Q = Q_0 \cdot e^{-\alpha t}$$

Q: une zehatz bateko lixibiatu-emaria (edo «etorkizuneko»)

$Q_0$ : aurreko uneko lixibiatu-emaria (edo «oraingoa»)

$e$ : 2,718... logaritmo naturalaren oinarria

$\alpha$ : ahitze-koefizientea, denbora<sup>-1</sup> unitatetan (orokorrean, egunak<sup>-1</sup>)

$t$ :  $Q_0$  eta  $Q$ -ren arteko denbora ( $\alpha$ -ren alderantzizko unitateak)

Ahitzte-koefizientea ( $\alpha$ ) sistemaren bereizgarria da; kasu honetan, zabortegiarena. Haren baldintza zehatz batzuen eraginpean dago. Bai koefiziente hau eta bai, oro har, lixibiatu-emarien beherakaden kurba denbora-tarte zehatz batean zabortegian dauden baldintzen mende daude. Hortaz, hondakin-metaketa-egoera eta barne-ezaugarriak direnak direla, ez da denborarekiko konstantea. Kuantitatiboki, transmitigarritasunaren ( $T$ ) eta biltegitarte-koefizientearen ( $S$ ) mende dago, drainatzen ari den eremuaren tamainaz gain.

Beharrezko kurbaren analisisan oinarrituta, eta une zehatz bateko emaria aurreko emari batekin eta ahitzte-koefizientearekin erlazionatzen duen ekuazioaren argitan, koefiziente hau zehaztu egin daiteke eta, horrekin batera, zabortegiaren funtzionamenduari buruzko ondorio batzuk atera eta zabortegi beraren aurreko sasoiarekin edo sasoi ezberdinekin alderaketak ere egin daitezke.

Ahitzte-koefizientea kalkulatzeko, adierazitako ekuazioa transformatu egin behar da:

$$Q = Q_0 \cdot e^{-\alpha t}$$

logaritmo hamartarretan adierazitako honetara:

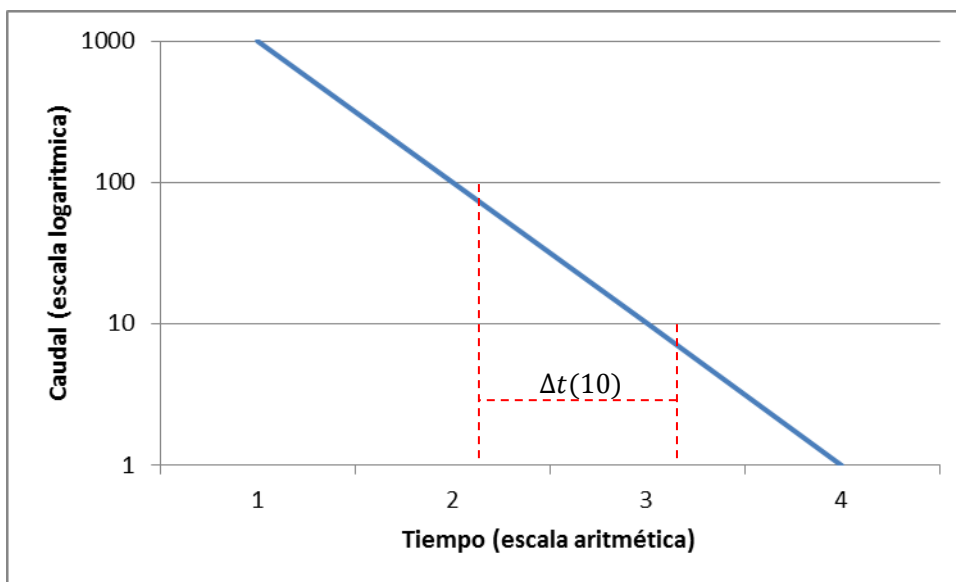
$$\log Q = \frac{(-\alpha t)}{2,3} \cdot \log Q_0$$

Hemen,  $\log Q$  mendeko aldagaia da (« $y$ »),  $\log Q_0$  konstantea da, eta  $t$  aldagai askea da (« $x$ »). Beraz, denbora eskala normalean badago eta  $Q$  eskala logaritmikoan badago,  $y = a \cdot x$  motako zuzen batena da ekuazio hau. Orduan, malda (negatiboa)  $-\alpha/2,3$  izango da.

Prezipitaziorik eta birkargarik gabeko eta behar bezain luzea den denbora-tarte batean zehar ebakutatutako lixibiatu-emarien erregistroak eskura izanda, erabili beharreko prozedura honako hau da:

- Lehenengo, ohiko grafiko aritmetiko batean, lixibiatu-emariak irudikatu behar dira. Emariak  $Y$  ardatzean jarri behar dira, hau da, bertikalean, eta denbora  $X$  ardatzean, hau da, horizontalean. Grafiko honi esker, ahitzte-koefizientearen oinarritutako kalkulu-metodoa aplikatzeko, beherakada luzeena izan duten denbora-tarteak hobeto ikusi ahal izango ditugu.
- Beherakada-aldi hori edo horiek aukeratu eta, grafiko erdilogaritmiko batean, emarien eta denboren datu berberak irudikatu behar dira. Emariak  $Y$  ardatz logaritmikoan jarri behar dira, hau da, bertikalean, eta denbora  $X$  ardatz aritmetikoan, hau da, horizontalean. Kasurik ohikoenean, horrela irudikatutako puntuek kurba bat eratuko dute lehenengo.

Gero, beharrezko puntu zehatz batetik aurrera, zuzen bat eratuko dute (gutxi gorabehera).

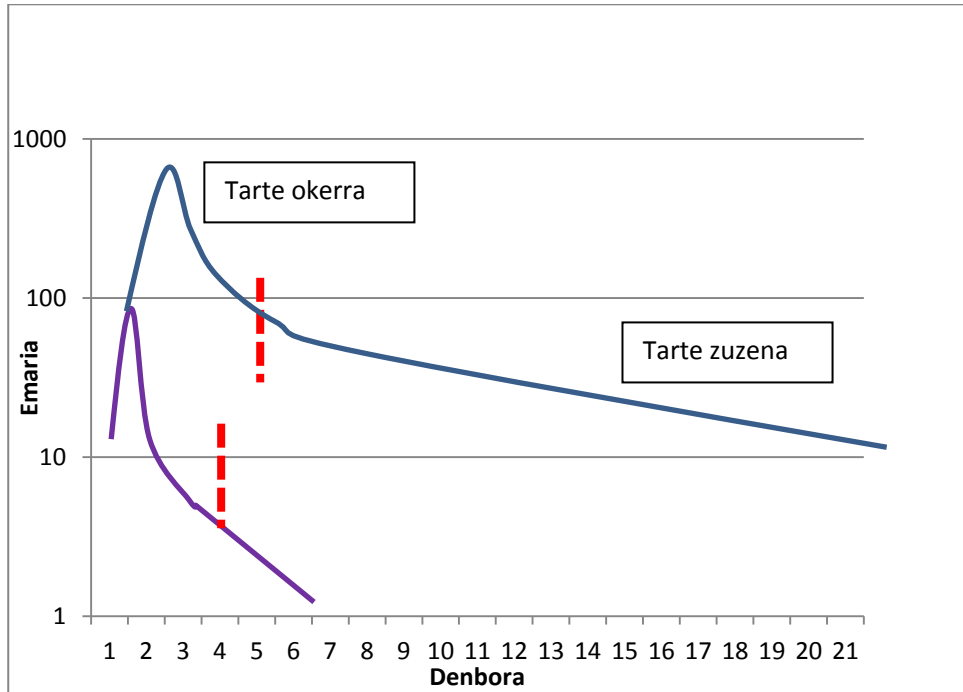


28. irudia - Lixibiatu-emarien hidrogramaren ahitze-zuzena (eskala erdilogaritmikoan). Honen bidez, ahitze-koefizientea kalkula daiteke.

- Zuzen honekin, eta era grafikoan, emarien denbora-tarte logaritmiko bati dagokion (adibidez, 1 eta 10 artekoa, edo 10 eta 100 artekoa, edo 100 eta 1.000 artekoa) denbora-tarte bat ( $\Delta t(10)$ ) neurtuko dugu, eta honako adierazpen honetan oinarrituz, koefizientea kalkulatu dugu:

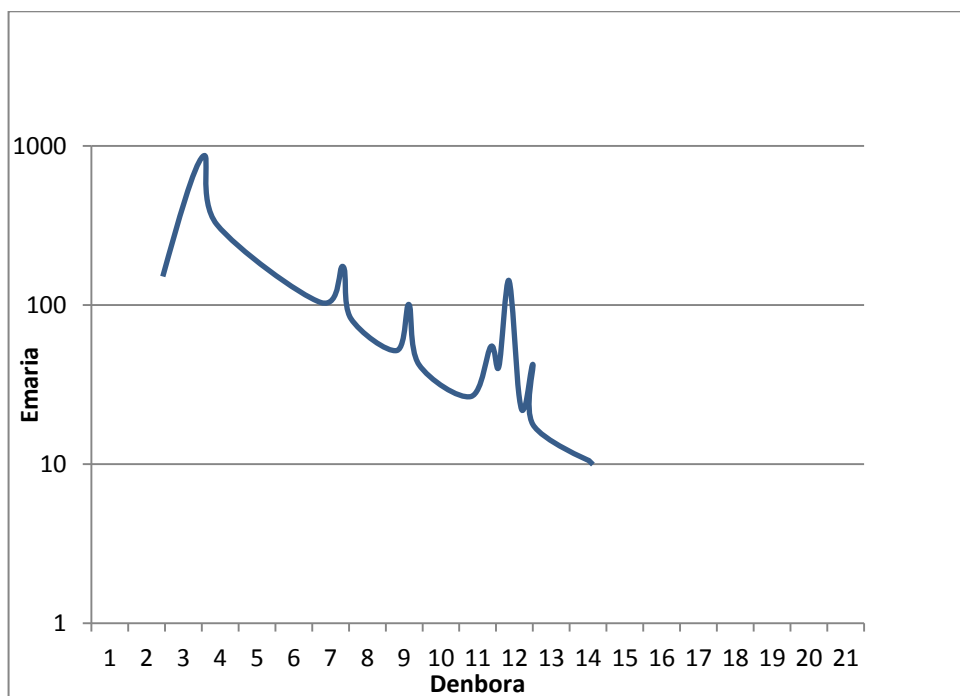
$$\alpha = \frac{2,3}{\Delta t(10)}$$

Denbora-tarte zehatz batean, zabortegei batek dituen ezaugarriekin erlazionatuta daude bai beharrezkoaren morfologia eta bai ahitze-koefizientearen balioa. Ezin dira beste zabortegei batzuetara estrapolatu, ez eta, zabortegei beraren barruan, baldintza ezberdinetara ere.



29. irudia - Zabortegei ezberdinetako ahitze ezberdinak, eskala erdilogaritmikoan irudikatuta.  
Bakoitzak ahitze-koefiziente bat zehazten du.

Batzuetan, zuzena gutxi gorabehera irudikatu edo deduzi daiteke, baita ere beherakada orokorraren barruan prezipitazio txikiak gertatzen direnean eta, ondorioz, emaria areagotzen dutenean baina, maldan aldaketarik eragin gabe, emari horiek grafikoko zuzenean gainjar daitezkeenean.



30. irudia - Beherakaden eta ahitzearen ibilbidea eraldatzen ez duten birkarga txikiak dituen ahitze-zuzenaren eratzeta.

Baldintza berak dituen zabortegei berean, horrela kalkulaturako ahitze-koefizientea teorikoki konstantea da. Hala, hori gertatzekotan, denbora-tarte batean zehar gertatutako beherakadetan eta ahitzeetan oinarritutako koefizientearen balioa, gutxi gorabehera, berbera izan behar da. Zenbat eta handiagoa izan irudikatutako zuzenaren malda, hau da, zenbat eta bizkorrago hustu zabortegea birkarga baten ondoren, orduan eta handiagoa izango da koefiziente hau. Hustuketaren bizkortasuna zuzenean erlazionaturik dago hondakin-metaketen iragazkortasunarekin eta transmitigarritasunarekin (zenbat eta handiagoa izan transmitigarritasuna, orduan eta bizkorrago izango da deskarga), eta alderantziz erlazionaturik dago biltegiratze-koefizientearekin edo -kapazitatearekin (zenbat eta handiagoa izan biltegiratzea, eta transmitigarritasuna konstantea dela suposatuz, orduan eta geldoagoa izango da deskarga).

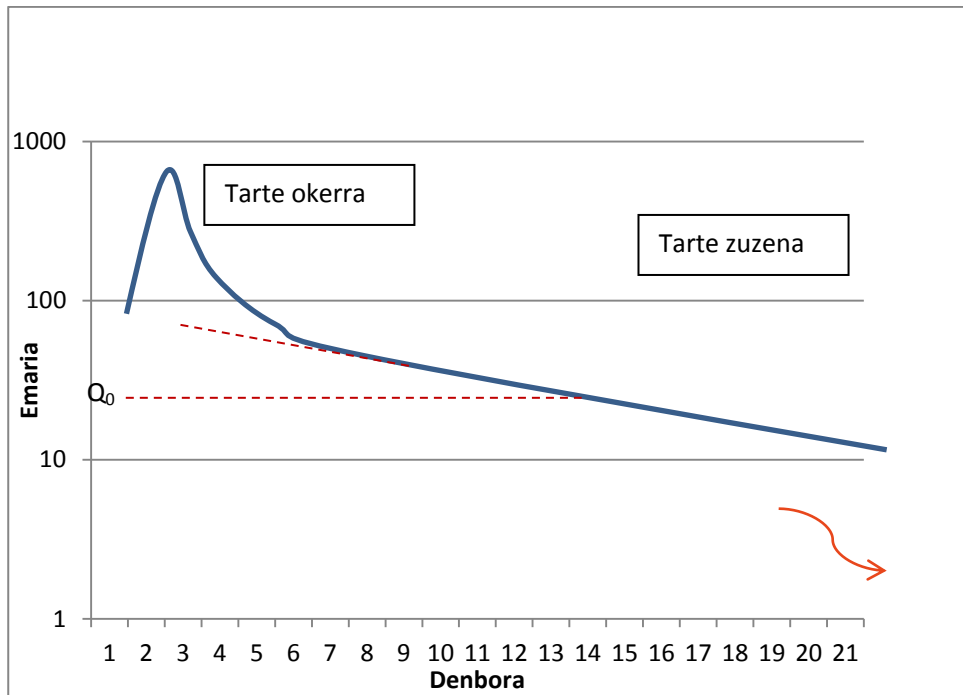
Ahitzekoefizientearen balioan oinarrituz, teorikoki, eta ur-birkargarik ez balego, agorraldiko une zehatz batean zabortegetik irteteke dagoen ur kopurua kalkula daiteke (*bolumen dinamikoa*). Horretarako, adierazpen orokorra hartu behar da oinarritzat, eta bai une zehatz batean ebakututako lixibiatu-emia bolumena/denbora dela:

$$Q = Q_0 \cdot e^{-\alpha t} \quad \text{eta} \quad dQ = dV/dt$$

Adierazpen hauek operatuz, azkenik, birkargarik gabeko ahitzearen une zehatz bateko bolumen dinamikoa (Bd) honako hau dela lortzen da:

$$Vd = \frac{Q_0}{\alpha}$$

Kontuan hartutako unetik aurrera eta, birkargarik egon ezean, denbora-tarte zehaztugabe/mugagabe batean, irten egingo litzatekeen lixibiatu-bolumena adierazten du bolumen honek. Irudikapen erdilogaritmikoan marraztutako ahitze-zuzenarekin bakarrik erabil daiteke adierazpen hau. Ezin zaie beste une eta emari batzuei ere aplikatu.



31. irudia - Ahitze-une batean egindako bolumen dinamikoaren kalkulua (ikus testua). Marraztutako gunea 13. egunetik aurrerako denbora-tarte zehaztugabe batean irtengo litzatekeen bolumenari dagokio.

Kalkulu-prozedura hau aplikatuz, denboran bereizitako agorraldi ezberdinetako momentuak aldera daitezke, dagozkien bolumen dinamikoekin ( $Vd_1$  eta  $Vd_2$ ). Gero, bolumen horrek aldakuntzarik izan duen zehatz daiteke:

$$VS = Vd_2 - Vd_1$$

Era honetan, balantze hidrikoan kontuan hartutako denbora-tartean aske biltegitratutako urak aldakuntzarik izan duen deduzi daiteke, edo, ostera, hasieran eta amaieran biltegitratutako ura berdina edo oso antzekoa den. Kontuan hartutako une biak (balantzearen denbora-tartearen hasiera eta amaiera) malda eta lixibiatu-emari berak dituzten beharzte-egoerei badagozkie gertatuko da azken kasu hau (aldakuntza nulua).

#### 4.3.1.3.- *Emaitzak*

Bolumen-unitateetan eman behar dira emaitzak, balantze hidrikoan kontuan hartutako denbora-tartearen hasierako eta amaierako uneen arteko ezberdintasun gisa. Suposizioak eta burututako kalkuluak xehatu beharra dago.

#### 4.3.2.- **Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunaren aldakuntza (HHA)**

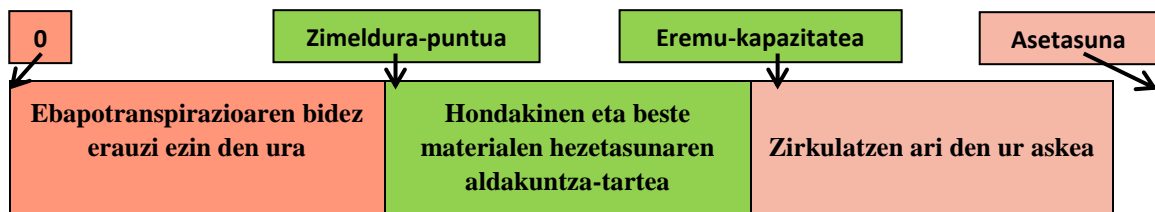
Aurreko atalean adierazitakoaren arabera, biltegiatutako ur askearen aldaketek gain, ontzian jalkitako hondakinaren eta gainerako materialen hezetasuna aldatu egiten da. Oro har, zabortegei batean parte har dezaketen kontrako bi arrazoi potentzialen ondorioz gertatzen da hori:

- Hezetasuna areagotzea, partikula solidoekin kontaktuan dagoen ura haien poroetan erantsi eta atxiki egiten delako.
- Erreakzio kimiko eta biologikoen ondorioz hezetasuna gutxiagotzea, hala nola mikroorganismoek ura kontsumitzea. Geruzarik azalekoenean, mekanismo honi ebapotranspirazioa erants dakioko.

Balantzeko beste termino batzuen kasuan bezala, aldakuntza hauek ezin dira zehaztasunez kuantifikatu. Halere, zabortegei barruko funtzionamendu hidrikoari buruz aurretiaz egindako deskribapenekin koherentzia gordez, hurbilketa bat egin daiteke.

Adierazi den moduan, zabortegean jalkitako hondakinek eta gainerako materialek un proportzio jakin bat dakarte (hezetasuna), eta hau balantzean kontuan hartu beharreko sarreretako bat da. Teorikoki, eta kontuan hartu gabe gerta litezkeen erreakzio kimiko eta biologikoak, sarrerako hezetasuna bi eratan alda daiteke:

- Ebapotranspirazioaren bidez. Ageriko gainazalari eta lehenbiziko dezimetroei baino ez die eragiten, zabortegeiaren barruan bero-fluxu nabarmen bat dagoenean salbu. Fenomeno honen bidez, hondakinaren hezetasuna gutxiagotu egingo da. Egoera normal edo naturalean, ezin izango litzaioke ur gehiago kendu hondakinari, baina hondar-hezetasun jakin bat gelditzen da (*zimeldura-puntu iraunkorra*).
- Ura gehituz, normalean prezipitazioen bidez. Hondakinaren hezetasuna areagotu egingo da eta, puntu batetik aurrera, jalkitako materialak ez dira ur gehiago atxikitzeke gai izango. Orduan, aplikatzen zaien ur gehigarriak aske zirkulatuko du. Muga honi *eremu-kapazitate* deritzo. Errealitatean, inguruaren heterogeneotasunaren ondorioz, partikula guztiak beren eremu-kapazitatara iritsi aurretik hasiko da zirkulatzen ur askea, baina, hurbilketa gisa, deskribatutako eran hartu behar da kontuan fenomenoak.

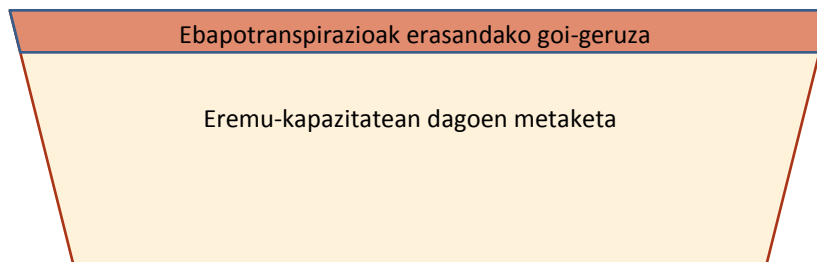


32. irudia - Hezetasunarekin erlazioatutako terminoak. Baldintza naturaletan, hondakinen eta gainerako materialen hezetasunaren aldakuntza-tartea zimeldura-puntuaren eta eremu-kapazitatearen artean dago, salbu eta zabortegean jalkitako hondakinek aurretiazko tratamendu termikoak edo antzekoak jasan badituzte, beren hezetasuna zimeldura-puntutik behera gutxiaraziz.

Parametro hau irteera gisa kalkulatzeko, kontuan hartu dira jada ebapotranspirazioak zehaztutako aldakuntzak, eta soilik geruzarik azalekoenari eragiten diote. Azaleko geruza bakar bat kontuan hartzen badugu, ondoz ondo, prezipitazioek hezetasuna areagotzen dutela eta ebapotranspirazioak hezetasuna gutxiagotzen duela behatu ahal izango dugu. Beraz, aldakuntza hauek jarraituak dira denboran zehar. Hala ere, ebapotranspirazioak erasandako azaleko geruzaren balantzearen denbora-tartean zeharreko hezetasun-aldakuntzari dagokionez, balantzearen hasierako hezetasunaren eta balantzearen amaierako hezetasunaren arteko ezberdintasuna da amaierako emaitza garbia. Hortaz, parametro honen kasuan (hezetasunaren aldakuntza) ez da beharrezkoa gertatutako fenomeno guztien segida zehazki ebaluatzea; nahikoa da hasierako eta amaierako datuak gordetzea. «Irteerak-Ebapotranspirazioa» atalean jasotako kalkuluetatik eratorriak dira ebapotranspirazioak erasandako azaleko geruzaren datu hauek. Izan ere, zehazki haietan hartzen da kontuan geruza honetako hezetasuna.

Prezipitazioaren edo bestelako birkarga baten ondoriozko sarrerak hezetasunean eragiten duen areagotzeak, esan bezala, muga bat du. Muga horretatik aurrera, materialek ez dute ur gehiago atxikitzen (eremu-kapazitatea) eta, orduan, urak aske zirkulatzen du. Hortaz, baldintza teorikoetan, ur askearen fluxua eta biltegitratzea gertatu aurretik, materialek gehieneko hezetasuna dute eta beren eremu-kapazitatara iritsi dira. Ikuspuntu honetatik, eta errealitate konplexuari buruzko hurbilketa bat egitearren, zera onar daiteke: prezipitazioa eta zirkulatzen ari den ur askea daudenez, ebapotranspirazioak erasandako azaleko geruzaren azpitik, jalkitako hondakinak eta gainerako materialak beren eremu-kapazitatara iritsi dira. Jalkitzerako unean, ebapotranspirazioak erasandako goi-geruzan izan ezik, prezipitazioaren ondorioz, hezetasuna eremu-kapazitatetara areagotzen dela du ondorio horrek.





33. irudia - Hondakinaren eta gainerako materialen hezetasunaren aldakuntzak kalkulatzeko onartutako hurbilketa. Jalkitzerako unean, ebapotranspirazioak erasandako goi-geruzan izan ezik, prezipitazioaren ondorioz, hezetasuna eremu-kapazitatetara areagotzen da.

Erreakzio kimiko eta biologikoen baldintzatutako hondakinen eta gainerako materialen hezetasun-aldaketei dagokienez, mikroorganismoek kontsumitutako ura barne, honako gogoeta hau egin dezakegu: Hondakinaren edo beste material batzuen hezetasunetik edo metaketaren barruan aske zirkulatzen duen ur asketik datorren ura askatu, finkatu edo kontsumi dezakete erreakzio hauek. Xehetasunez behatzen baditugu, prozesu hauek hezetasun hori aldatu egiten badute ere, laburbilduz, metaketa bere eremu-kapazitatean badago eta, ondorioz, aske zirkulatzen duen urik badago, balantzearen hasieraren eta amaieraren artean ez da hezetasun horren aldakuntza garbirik gertatuko, ur askeak «berehala» umelduko baititu ura askatu edo kontsumitu duten partikulak.

#### 4.3.2.1.- Abiapuntuko datuak

Aurrekoaren arabera, hondakinen eta jalkitako gainerako materialen hezetasunaren aldakuntzak kalkulatzeko abiapuntuko datuak honako hauetan oinarritu behar dira:

- Hondakinen eta gainerako materialen sarrerako hezetasuna eta beroien eremu-kapazitatea.
- Jalkitako hondakinen eta materialen kopurua.
- Ebapotranspirazioak erasandako azaleko geruzaren datuak.

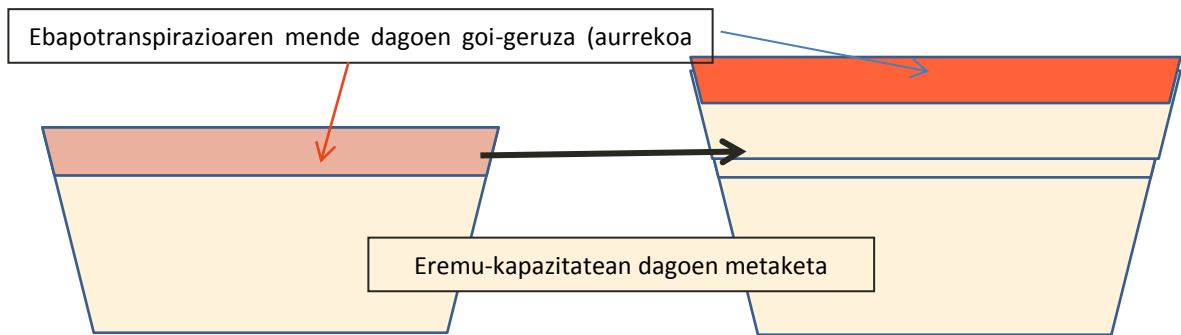
#### 4.3.2.2.- Kalkuluak

Hezetasunaren aldakuntzak kalkulatzeko, hasteko, kontuan hartu behar dira jalkitako hondakinen eta materialen kopurua eta gainazaleko antolamendua. Gainera, kontuan hartu behar da, baita ere, denbora-tartearen hasieran ebapotranspirazioaren mende zegoen geruza. Kasu orokorrago batean, hondakinen sarrera behar bezain handia denean, aldakuntzak honako hauetatik eratorriko dira:

- Denbora-tartearen hasieran ebapotranspirazioaren mende egondako geruza lurperatzea eta, horrekin batera, eremu-kapazitatetara iritsi arte umeltzea. Hezetasunaren aldakuntza

ezagutzeko, geruza horren eremu-kapazitateari hasieran zuen hezetasuna kendu behar zaio. Hasierako hezetasuna lurzoruaren balantzearen kalkuluetatik eratorriko da (ikus Irteerak-Ebapotranspirazioa atala).

- Balantzearen denbora-tartean zehar jalkitako hondakin eta material berriak.
  - Ebapotranspirazioak eragiten ez dien sakonera batean badaude eta, hortaz, sarrerako hezetasunetik gehieneko hezetasunera igarotzen badira (hau da, eremu-kapazitateari), eremu-kapazitateari sarrerako hezetasuna kentzearen emaitza izango da hezetasunaren aldakuntza.
  - Ebapotranspirazioaren mendeko geruzan badaude, azkeneko hezetasunaren datuak jasotzeko, ebapotranspirazioari dagokion atalean xehatutako moduan, ebapotranspirazioa kalkulatu behar da.



34. irudia - Balantzearen denbora-tartean hasierako eta amaierako egoeren eskema, hondakinaren eta gainerako materialen hezetasunaren aldakuntzen kalkuluak irudikatzeko (ikus testuko azalpena)

Eremu-kapazitatearen eta hondakinaren eta gainerako materialen sarrerako hezetasunaren arteko ezberdintasun gisa kalkulatzeko hezetasunaren aldakuntza, beste daturik izan ezean, kontuan hartu behar dira honako taula honetan laburbilduta agertzen diren eta aurreko ataletan partzialki jaso diren balioak.

23. taula - Sarrerako hezetasunaren, eremu-kapazitatearen eta hezetasun-aldakuntzaren edo atxikipen-kapazitatearen balio tipikoak, sarrerako hezetasunean oinarrituta (ur-bolumen/bolumen osoan emandako balioak) (iturria: SCHROEDER et al., 1994 eta FAO, 2006)

Mota	Sarrerako hezetasuna		Eremu-kapazitatea		Aldakuntza	
	Barrutia	Tipikoa	Barrutia	Tipikoa	Barrutia	Tipikoa
Hiri-hondakinak	0,07-0,30	0,15	---	0,30	0,0-0,23	0,15
Hareak	0,02-0,17	0,09	0,07-0,17	0,12	0,0-0,15	0,07
Limoak	0,12-0,36	0,24	0,28-0,36	0,32	0,0-0,24	0,12
Buztinak	0,20-0,40	0,30	0,32-0,40	0,36	0,0-0,20	0,10

Termino honen barne-aldakuntza ebaluatzerako orduan, batzuetan erabiltzen diren unitate ezberdinak kontuan hartu (ur bolumena/bolumen osoa, uraren pisua/pisu osoa, uraren pisua/pisu solidoa) eta bihurtu egin behar dira, hala badagokio, ur bolumenetara.

#### 4.3.2.3.- Emaitzak

Hondakinaren eta gainerako materialen hezetasun-edukiaren aldakuntzaren emaitzak bolumen-unitateetan adierazi behar dira kontuan hartutako denbora-tarterako, burututako kalkuluak eta prozedurak xehatuz.

#### 4.3.3.- Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko aldakuntza (AKB)

Zabortegeien barruan, hainbat erreakzio kimiko eta biologiko gertatzen dira; haien artean, mikroorganismoen ur-kontsumoa dago. Zabortegeko ur-edukiaren aldakuntza eragin dezakete mikroorganismo horiek. Erreakzioek honako hauek ekar ditzakete:

- Hidrolisi, fraguatzte eta biogas-sorkuntzaren moduko prozesuetan sortutakoaren moduko ur-kontsumoa.
- Degradazio aerobioaren moduko prozesu batzuetan gertatzen den ur-askapena.

Gerta litezkeen prozesu eta erreakzio guztien xehetasunak garatu eta ezagutzea eta, bereziki, zabortegei zehatz batean aplikatzea ezinezkoa da. Horren ordez, salbu eta zabortegei mota zehatz batean gerta litezkeen erreakzioen sorta osoa ebalua badaiteke (jalkitako hondakinen mota zehatzaren kausaz), atal honetan, biogasa sortzean kontsumitutako ura baino ez da kontuan hartuko, eta, gerta litezkeen gainerako erreakzioei eta kontsumitu edo aska litekeen urari dagokienez, ziurgabetasunak bere horretan jarraituko du.

Irteerak-Biogasarekin batera dagoen ur-lurruna atalean garatutakoaren arabera, gas-sorkuntzari dagokienez, honako hauek daude:

- Gasa sortzean, ur-kontsumoa: sortutako gas  $m^3$  bakoitzeko, kontsumitutako uraren balio tipikoa 0,215 kg da.
- Biogasarekin baterako ur-lurrunaren isurketa: sortutako gas  $m^3$  bakoitzeko, isuritako uraren balio tipikoa 0,035 kg da.

Hondakinen hezetasuna eta biltegitratutako ur askea dira ur honen jatorria.

#### **4.3.3.1.- Abiapuntuko datuak**

Biogasa kudeatzeko ezarritako sistemaren arabera, kalkulua egiteko abiapuntuko datuak ezberdinak izango dira: Edonola ere, isuritako biogasaren bolumenei buruzko datuak izan behar dira eta, baldin badaude, ur-lurrunaren edukiarenak. Hauek dira egoera posibleak:

- Gasak antzeman eta atmosferara ez isurtzeko sistemak eta antzemandako bolumenak neurtzeko sistemak dituzten zabortegien kasuan, antzemandako kopuruen datuak hartu behar dira kontuan.
- Gasak atmosferara isurtzen dituzten zabortegien kasuan, isurketa hauen bolumena balioetsi egin behar da, aurrerago xehatutako prozeduraren arabera.

#### **4.3.3.2.- Kalkuluak**

Irteerak-Biogasarekin batera dagoen ur-lurra atalean adierazitakoaren arabera garatu behar dira kalkuluak. Horien bidez, antzemandako sistema eta berariazko kudeaketa dituzten zabortegietan, gasak zuzenean atmosferara isurtzen dituzten zabortegietan nahiz berariazko sistemak zati batean dituzten zabortegietan isuritako gasaren bolumena zehaztu beharra dago.

Sortutako biogasaren bolumena zehaztu ondoren, biogasa sortzean kontsumitutako urari buruzko aurreko balioak aplikatu behar dira (gas  $m^3$  bakoitzeko, 0,215 kg ur), eta bai biogasarekin batera kanpoalderantz isuritako ur-lurrunari buruzkoak ere (gas  $m^3$  bakoitzeko, 0,035 kg ur).

#### **4.3.3.3.- Emaitzak**

Kontuan hartutako denbora-tarterako, isuritako gasaren bolumena, kontsumitutako uraren bolumena eta gasarekin batera isuritako ur-lurrunaren bolumena hartu behar dituzte barne emaitzek. Balantze hidrikoaren kontzeptu-ereduari begira, kontua hartu behar lurrun-uraren isurketarekin zerikusirik ez duela ur-kontsumoak, ez baita irteera «fisikoa». Horregatik, zabortegiko uraren irteerari buruzko atal zehatzat jo da aurrerago ur-lurrunaren isurketa.

## 5.- BALANTZE HIDRIKOAREN ADIERAZPENA

Behin aurreko kalkuluak burututa, denbora-tarte zehatz baterako zaborteziaren balantze hidrikoaren adierazpen orokorra aplikatu behar da:

$$\text{SARRERAK} = \text{IRTEERAK} \pm \text{BARNE-ALDAKUNTZA}$$

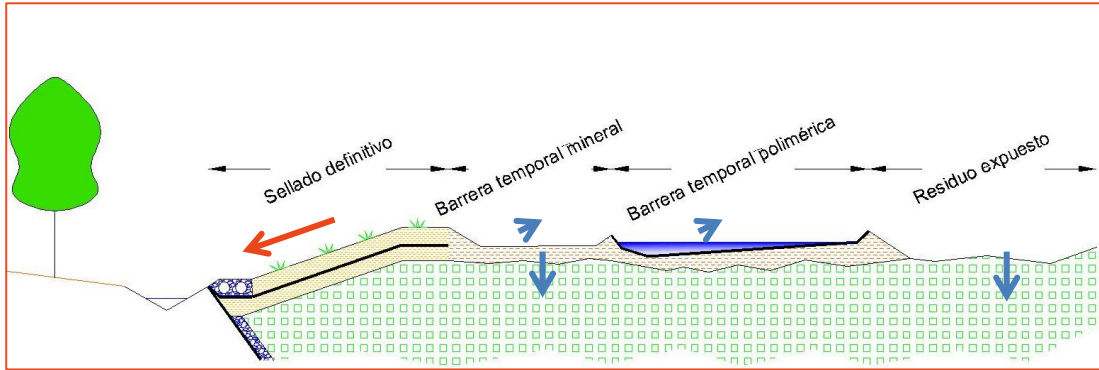
Sarrerak, irteerak eta barne-aldakuntza bereizirik batu behar dira, eta emaitza era ordenatuan adierazi behar da, termino bakoitzari dagokion emaitza indibidualak eta balantze hidrikoaren ekuazio orokorraren emaitza toki edo taula berean laburbilduz.

SARRERAK	IRTEERAK	BARNE-ALDAKUNTZA
Prezipitazioa (PR) +	Ebapotranspirazioa (EET) +	Biltegiratutako ur askea (AS) +/-
Lurrazaleko jariatzera (LAJ) +	Lurrazaleko fluxua (LF) +	Hondakinaren eta besteren hezetasuna (HH) +/-
Lurpeko jariatzera (LPJ) +	Kontrolatutako lixibiatuak (KLX) +	Erreakzioak (AKB)
Birkarga artifiziala (BA) +	Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX) +	
Hondakinaren eta besteren hezetasuna (HH)	Biogasarekin baterako ur- lurrina (BGL)	

Kontzeptu-ereduan oinarrituz egin behar da balantze hidrikoaren planteamendua eta emaitza orokorraren aurkezpena. Gertatzen diren egiazko fluxuak izan behar dituzte kontuan zenbakizko emaitzek. Kasu batzuetan, agian epigrafe ezberdinetan kalkulatu edo analizatu da fluxu hauen parte hartzea; beraz, arreta berezia jarri behar dugu ur bera birritan ez zenbatzeko edo, alderantziz, behin ere ez zenbatzea ekiditeko. Horregatik, garrantzitsua da kasu bakoitzean kontuan hartzea zein fluxuri dagokion kalkulaturako ur kopurua, eta, balantzearen zenbakizko adierazpenarekin batera, erabilitako kontzeptu-ereduaren azalpen edo eskema labur bat ematea, parte hartzen duten fluxu eta kopuruei buruzko ideia zehatzago bat eratzea posible izan dadin.

Sarrera, irteera eta barne-aldakuntza mota guztiak eta termino posible guztiak epigrafe gisa jaso behar ditu balantze hidrikoaren aurkezpen kuantitatiboak, kontzeptu-ereduaren arabera parte hartu ez izateagatik, beren balioa 0 bada ere. Hala, adierazitako balioen jatorria argiagoa izango da eta, aldi berean, datuak aztertzeke ondorengo lana errazagoa izango da. Berariaz jaso behar da barne-aldakuntzen zentzua (irteera batekin erlaziona daitekeen ur-erabilpen edo -kontsumoa den ala sarrera batekin erlaziona daitekeen ur-askapena den).

**Balantze orokorrak**, planteatu den terminoetan, ontziaren azalera osoa hartzen du kontuan, hondakinak agerian dituen gunea ez ezik, dauden estaldurak eta zigitlatzeak ere barne hartuz.



35. irudia - Ontziko gainazal guztiak barne hartzen dituzten balantze orokorrak, ez soilik hondakinen metaketarantzko infiltrazioak dituztenak.

24. taula - Parte hartu ez duten arren, termino eta mota guztiak adierazten dituen balantze hidriko orokorra

Terminoak	Mota	Bol. (m <sup>3</sup> )
<b>Sarrerak</b>		
Ontziko prezipitazioa (PR), hondakinen gainazalak, estaldurak eta zigilatzeak barne	Prezipitazioa	10.000.000
Lurrazaleko jariatzea (LAJ)	Lurrazaleko ur-lastera	Ez du esku hartzen
	Mendi-hegaleko jariatzea	500.000
	Urbanizazioko jariatzea	600.000
	Ubide edo arekak gainezkatzea	Ez du esku hartzen
	Estaldura edo zigilatzeetako sarrerak	Ez du esku hartzen
Lurpeko jariatzea (LPJ)	Iturbegi okluitua	Ez du esku hartzen
	Sarrera difusoa	Ez du esku hartzen

24. taula - Parte hartu ez duten arren, termino eta mota guztiak adierazten dituen balantze hidriko orokorra

Terminoak	Mota	Bol. (m <sup>3</sup> )
Birkarga artifiziala (BA)	Ur bidezko ureztapenak	10.000
	Lixibiatuen birziklatzea	Ez du esku hartzen
	Ur-isuriak (zerbitzuak, garbigailuak, etab.)	5.000
	Bertako edo besteren lixibiatuak isurtzea	Ez du esku hartzen
	Biogas-kondentsatuak isurtzea	Ez du esku hartzen
Hondakinaren eta besteren hezetasuna (HH)	Biltegi edo hodietako ihesak	Ez du esku hartzen
	Hondakinaren hezetasuna	1.000
	Beste material batzuen hezetasuna	500
<i>Sarrerren batura</i>		<i>11.116.500</i>
<b>Irteerak</b>		
Ontziko gainazal guztietako ebapotranspirazioa (EET), hondakin, estaldura eta zigilatzeetakoak barne	Ebapotranspirazioa	6.000.000
Estaldura eta zigilatzeetako fluxua (LF)	Alboetarantz bideratutako estaldura eta zigilatzeetako fluxua	1.500.000
Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)	Grabitatearen bidez kontrolatutako lixibiatuak	3.500.000
Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)	Lixibiatu-iturbegiak	Ez du esku hartzen
	Ingururanzko iragazpenak	Ez du esku hartzen
	Hodi eta biltegi-tako ihesak	Ez du esku hartzen
Biogasa duen ur-lurrina (GUL)	Biogasa duen ur-lurrin isuria	500
<i>Irteeren batura</i>		<i>11.000.500</i>

24. taula - Parte hartu ez duten arren, termino eta mota guztiak adierazten dituen balantze hidriko orokorra						
Terminoak		Mota			Bol. (m <sup>3</sup> )	
<b>Barne-aldakuntza</b>						
Biltegirotutako ur askean (AS)		Biltegirotutako ur askearen aldakuntza (AS)			- 5.000	
Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunean (HHA)		Hondakinaren hezetasunean Beste material batzuen hezetasunean			+ 1.000 + 500	
Erreakzioen ondorioz (AKB)		Biogasa sortzean izandako kontsumoa			+ 3.071	
<i>Barne-aldakuntzaren batura</i>					- 429	
<b>Laburpena</b>						
Sarrerak	=	Irteerak	-	Barne-aldakuntza	=	Emaita
11.116.500		11.000.500		429		11.000.071

Barne-aldakuntzan, ekuazioa adierazita dagoen moduan, terminoak uraren erabilpena edo kontsumoa dakarrenean, + zeinua erabili behar da. Lixibiatuak sor ditzakeen ur berria askatzea edo sortzea dakarrenean, – zeinua erabili behar da.

Ontzi bakoitzaren kasuan, bere osotasunari egiten dio erreferentzia honaino planteatutako eta definitutako balantze hidrikoak, barne hartuz estaldurak, zigilatzeak, etab. Hortaz, kasu guztietan modelizatu eta kalkulatu beharra dago. Batzuetan, zaborteziaren eta sarrera- eta irteera-fluxuen ezaugarrien arabera, gomendagarria izan daiteke balantze orokor honekin batera sinplifikatuago bat ere egitea (**balantze partziala**). Adibidez, lixibiatuen sorkuntzarekin erlazionatua izan daiteke, hau da, hondakin-metaketa ukitzen duten fluxuak bakarrik kontuan hartuz eginikoa. Kasu hauetan, eta irizpide berari jarraikiz, fluxuen zati honen kontzeptu-eredua laburbildurik aurkeztu behar da, eta, berarentzat bakarrik, balantzearen ekuazioa deduzitu.

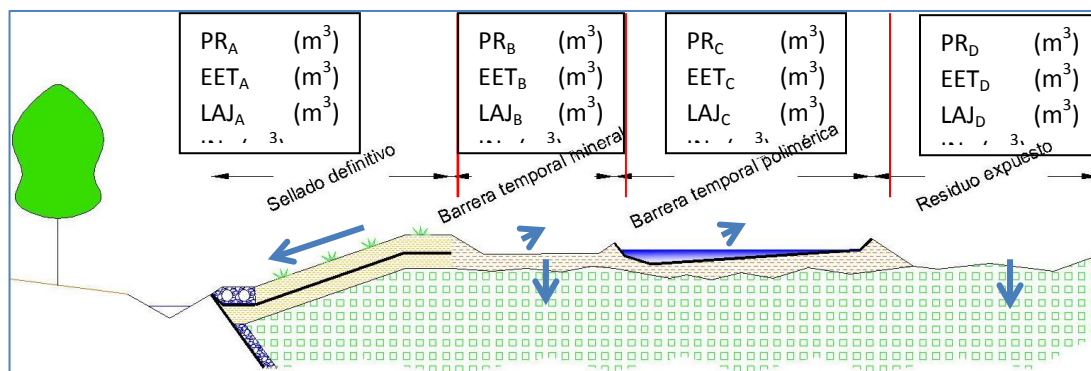




25. taula - Lixibiatuen sorkuntzari dagokion balantze hidriko partziala		
Terminoak	Mota	Bol. (m <sup>3</sup> )
Lurpeko jariatzea (LPJ)	Iturbegi okluitua Sarrera difusoa	Ez du esku hartzen Ez du esku hartzen
Birkarga artifiziala (BA)	Ur bidezko ureztapenak Lixibiatuen birziklatzea Ur-isuriak (zerbitzuak, garbigailuak, etab.) Bertako edo besteren lixibiatuak isurtzea Biogas-kondentsatuak isurtzea Biltegi edo hodietako ihesak	10.000 Ez du esku hartzen 5.000 Ez du esku hartzen Ez du esku hartzen Ez du esku hartzen
Hondakinaren eta besteren hezetasuna (HH)	Hondakinaren hezetasuna Beste material batzuen hezetasuna	1.000 500
<i>Sarrereren batura</i>		<i>5.516.500</i>
Irteerak		
Osorik edo partzialki drainatzean iragazi egiten den edo hondakinak ukitzen dituen eta lurrazaletik eratorria den ebapotranspirazioa (EET)	Ebapotranspirazioa	2.000.000
Estaldura eta zigilatzeetako fluxua (LF)	Estaldura eta zigilatzeetako fluxua	-----
Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)	Grabitatearen bidez kontrolatutako lixibiatuak	3.500.000
Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)	Lixibiatu-iturbegiak Ingururanzko iragazpenak Hodi eta biltegi-tako ihesak	Ez du esku hartzen Ez du esku hartzen Ez du esku hartzen

25. taula - Lixibiatuen sorkuntzari dagokion balantze hidriko partziala						
Terminoak		Mota			Bol. (m <sup>3</sup> )	
					hartzen	
Biogasa duen ur-lurruna (GUL)		Biogasa duen ur-lurrun isuria			500	
		<i>Irteeren batura</i>			6.000.000	
Barne-aldakuntza						
Biltegiratutako ur askean (AS)		Biltegiratutako ur askearen aldakuntza (AS)			- 5.000	
Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunean (HHA)		Hondakinaren hezetasunean			+ 1.000	
		Beste material batzuen hezetasunean			+ 500	
Erreakzioen ondorioz (AKB)		Biogasa sortzean izandako kontsumoa			+ 3.071	
		<i>Barne-aldakuntzaren batura</i>			- 429	
Lixibiatuen sorkuntzari buruzko laburpena						
Sarrerak	=	Irteerak	-	Barne-aldakuntza	=	Emaizta
5.516.500		6.000.000		429		5.999.571

Aurreko adibideetan (lixibiatuen sorkuntzarekin erlazionatutako balantze orokorra eta balantze partziala), balantze hidrikoaren ekuazio orokorrean jasota dauden moduan planteatu dira prezipitazioa eta ebapotranspirazioa; hau da, hurrenez hurren, sarrera eta irteera gisa. Noizean behin, gomendagarria izan daiteke aurkezpen hau aldatzea, errealitatean gertatzen diren fluxuak hobeto bereizteko eta prezipitazioaren, ebapotranspirazioaren, infiltrazioaren eta lurrazaleko jariatzaren balio zehatzak esleitzeko gainazal mota bakoitzari.



37. irudia - Lurzoru mota bakoitzean agertzen diren fluxuen identifikazio zehatzagoa, honako hauei

*dagozkien datuen bidez: prezipitazioa (PR), ebapotranspirazioa (EET), alboetarantz bideratutako lurrazaleko jariatzea (LAJ) eta infiltrazioa (IN)*

Bai kalkulu-prozesuan zehar eta bai balantze hidrikoaren ekuazioaren azken adierazpenean, kontu berezia izan behar da erabilitako unitateen homogeneotasuna mantentzeko. Kasu guztietan, ur eta lixibiatuen bolumenei egiten diete erreferentzia kalkuluek; hortaz, Nazioarteko Sistemaren unitatea erabili behar da: m<sup>3</sup>. Honen ondorioz, kontuan hartutako denbora-tarteko bolumen bihurtu behar dira dagozkion unitateak (azalera batean eroritako bolumen bihurtu behar da mm-tan dagoen prezipitazioa, denbora zehatz batean zirkulatzen aritu den bolumen bihurtu behar da emari-neurgailu batean erregistratutako emaria, etab.), kontuan hartu gabe kalkuluak egin bitartean bestelako unitate batzuk erabili diren.

## 6.- BALANTZE HIDRIKOAREN ANALISIA

Kontzeptu-eredua, balantze hidrikoko termino guztien kalkulua eta balantze hidrikoaren ekuazioa egin eta aurkeztu ondoren, lortutako emaitzak aztertu behar dira. Honako aspektu hauek jorratu behar ditu analisiak:

- Ziurgabetasuna.
- Interpretazioa.
- Ondorioak eta gomendioak.

### 6.1.- ZIURGABETASUNA

Datuei eta erabilitako kalkuluei buruzko ziurgabetasunaren definizioa da analisisian kontuan hartu beharreko lehen aspektua. Abiapuntuko datuen akatsik ezaren eta termino ezberdinen kalkulu-prozedura sinplifikatuen ondorioz, kopuruari dagokionean, zabortegeien balantze hidrikoak doiturik egotea zaila da. Balioespenak, alderaketak, eredu-koefizienteak, etab. dituzten kalkuluek ez dute errealitatea zehazki irudikatzen eta, horregatik, zentzu honetan, lortutako zenbakizko emaitzak ez dira kuantitatiboki zehatzak. Hortaz, ez da harritzekoa azkenean doikuntzarik ez izatea. Azkeneko desdoikuntza horrek zabortegeiari dagokion desdoikuntza batekin zerikusia duen ala ez aztertzea da garrantzitsuena, zabortegeia kontzeptu-ereduan suposatutako eran funtzionatzen ez duen egiaztatzeko.

Noizean behin, kalkuluen berezko akatsei edo behar bezala kontuan hartu ez den mekanismo edo fenomeno baten parte-hartzeari egozten zaizkie azkeneko desdoikuntzak, kontzeptu-eredua eta egindako kalkuluak berrikusten saiatu gabe. Hala, batzuetan, frogatu behar dena baldintzatzen duten aspektu paraleloak kontuan hartu gabe emaitza guztiak generikoki justifikatzen saiatzean, inkoherentziak agertzen dira. Muturreko adibide bat jartzearen, «ebaluatutako ura baino gehiago biltegitatu» badu zabortegeiak, egiaztatu egin beharko da hori egia dela. Horretarako, hasierako eta amaierako sasoi hidrológicoak, zabortegeiaren geometria eta ohiko porositatea nahiz generikoa hartu beharko dira kontuan. Hala, justifikatu beharreko uraren bolumena eta isurtze-ontziaren bolumen geometrikoa berdina badira, zabortegeia agian urtegi bat dela hausnartu ahal izango dugu. Emaitzak justifikatzean, «ebaluatutakoa baino jariatze handiagoa» egon dela badiogu, iradokitako bolumena adierazitako prezipitazio eta ebapotranspirazioarekin koherentea ote den egiaztatu beharko dugu. Hala, urte osoan zehar (egon ez diren) uholde-euriak egon direla baztertu egin ahal izango dugu.

Balantze globalarekin eta haren justifikazioarekin erlazionatutako inkoherentzia hauek kalkuluak egitean ere ager daitezke, parte hartzen duten termino batzuen banakako emaitzei dagokienez. Kalkulu-prozedurek dakarten ageriko ziurgabetasuna gorabehera, beren artean koherenteak izan behar dira. Terminoek ezin zaizkie irizpide ezberdinak norberari egokitzen zaion moduan aplikatu. Adibidez, tarteko estaldura mineral batean infiltrazio bat eragin dezakeen ur-sarrera bat kalkulatzeko, koefiziente jakin bat erabiltzen badugu, koefiziente

berbera aplikatu behar dugu (jariatze-koefizientera bihurturik) estaldura horren gainean lurrazaleko jariatze bat eragin dezakeen ur-irteera kalkulatzeko.

Hortaz, balantze hidrikoaren emaitzak aztertzean, eta bereziki desdoikuntzarik badago, komenigarria da, parte hartu duen termino bakoitzaren kasuan, kualitatiboki errepatatzea zein den espero daitekeen ziurgabetasun- edo errore-maila. Ez da matematikoki edo estatistikoki kalkulatu behar egin ahal izan dugun akatsaren edo ziurgabetasunaren baliorik. Aitzitik, ziurgabetasunik handiena berez duten terminoak argi eta ordenaturik aurkeztu behar dira, eta honek balantze hidrikoaren amaierako emaitzan izan dezakeen eragina adierazi.

### 6.1.1.- Jatorria

Adierazgarri modura, baina xehetasun handirik eman gabe, honako hau izan ohi da balantze hidrikoetako akats edo ziurgabetasunen jatorria.

- **Eredu kontzeptuala**

- Zabortejiaren eta denbora-tartean zehar bertan izandako aldakuntzen ezaugarriak era egokian kontuan ez hartzea, honako hauei dagokienez: gainazal irekiak edo biltegi aktiboak, tarteko estaldura edo behin betiko zigilatzeen antolamendua, ontzia prestatzeko lanak, perimetroko drainatzeetan egindako eraldaketak, etab.
- Termino posibleetako bat kontuan ez hartzea, bereziki hasieran informaziorik ematen ez digutenak edo «ezkutuan» daudenak:
  - Ubide eta areketako gainezkatzeak (zehatzak edo ez).
  - Lurpeko uren sarrerek.
  - Ureztatze, isurtze edo ihesen ondoriozko sarrerek (jarraituak, erdijarraituak edo zehatzak).
  - Lixibiatuak ingururantz iragaztea.
  - Gasa kudeatzeko sistema zehatzik gabeko zaborteji-tako biogas-sorkuntza (ur-kontsumoa eta -isurketa).
- Egiaz sortutako fluxuen eta denbora-tartean zehar sortutako fluxu horiek izandako aldakuntzen tamaina era egokian kontuan ez hartzea:
  - Prezipitazio biziak daudenean, lurrazaleko jariatzeen sarrera (mendi-hegalekoak, alboko urbanizazioetakoak).
  - Momenturen batean, amaierako ebakuazio-sistemak hedatu edo baztertzearen ondorioz, edo gaizki funtzionatu dutela-eta, tarteko estalduren gaineko jariatzeetan izandako eraldaketak.

- **Prezipitazioa (PR)**
  - Zabortegiko behatokiaren funtzionamendu edo mantentze okerra.
  - Erreferentziako kanpo-behatokiaren adierazgarritasun urria.
  - Datuen erregistro osagabea.
- **Lurrazaleko jariatzea (LAJ)**
  - Une bakoitzean jariatzeak sortzen dituzten gainazalen azalera ( $m^2$ ) gaizki hartzea kontuan.
  - Aplikatutako infiltrazio- eta jariatze-koefizienteak.
- **Lurpeko jariatzea (LPJ)**
  - Suposatutako funtzionamendu hidrogeologikoa.
  - Aplikatutako iragazkortasun-koefizienteak.
- **Birkarga artifiziala (BA)**
  - Neurketa eta egiazko daturik eza.
- **Hondakinaren eta jalkitako beste material batzuen hezetasuna (HH)**
  - Saiakuntzetan lortutako daturik eza eta, ondorioz, aplikatutako balio tipikorik eza.
  - Jalkitako beste material batzuen kopuruei buruzko neurketarik eta egiazko daturik eza (estaldura-lurrak, etab.).
  - Bereziki hezeak diren hondakinen sarrerak kontuan ez hartzea (hala nola lohiak).
- **Ebapotranspirazioa (EET)**
  - Abiapuntuko datu meteorologikoen adierazgarritasuna edo halako daturik eza.
  - Ebapotranspirazioa gertatzen den gainazal mota ezberdinak era okerrean kontuan hartzea.
  - Kalkuluan aplikatutako koefizienteak.
- **Prezipitaziotik eratorritako lurrazaleko fluxua (LF)**
  - Une bakoitzean jariatzeak sortzen dituzten gainazalen azalera ( $m^2$ ) gaizki hartzea kontuan.

- Aplikatutako infiltrazio- eta jariatze-koefizienteak.
- **Kontrolatutako lixibiatuak (KLX)**
  - Emari-neurgailuaren funtzionamendu edo mantentze okerra.
  - Datuen erregistro osagabea.
- **Kontrolatu gabeko lixibiatuak (KGLX)**
  - Lurrazaleranzko iragazpenei dagokienez, suposatutako funtzionamendu hidrogeologikoa eta, hala badagokio, aplikatutako iragazkortasun-koefizienteak.
  - Emari-neurgailuan gaizki erregistratutako drainatzearen ihesak, lixibiatuen ebakuazioa edo bestelako gertaerak.
- **Biogasarekin batera dagoen ur-lurruna (BGL)**
  - Isuritako gasaren bolumenak (antzemandakoa edo ez).
  - Aplikatutako koefizienteak.
- **Biltegitratutako ur askearen aldakuntza (AS)**
  - Euriteetako eta agorraldikoak ez diren baldintza hidrológicoetako balantzearen denbora-tartearen hasiera edo amaiera.
  - Biltegitratutako ur askearen balioespen okerra (adibidez, toki jakin bateko datuak zabortegei osokotzat jotz)
- **Hondakinaren eta beste material batzuen hezetasunaren aldakuntza (HHA)**
  - Jalkitako beste material batzuen kopuruei buruzko neurketarik eta egiazko daturik eza (estaldura-lurrak, etab.).
  - Aplikatutako hezetasun-balioak eta eremu-kapazitateak.
- **Erreakzio kimiko eta biologikoen ondoriozko aldakuntza (AKB)**
  - Egiazko prozesuei eta urarengan duten eraginari buruzko ezjakintasuna.
  - Isuritako gasaren bolumenak (antzemandakoa edo ez).
  - Aplikatutako koefizienteak.

Kasu bakoitzean, aurretiaz lortutako emaitzak eralda ditzakeen irizpide edo baldintzarik dagoen zehaztu behar da eta, hala bada, kasu guztietan koherentea den balantze berri «doiago» bat justifikatu eta aurkeztu. Balantze berri hau ez da halabeharrez matematikoki



doiturik egon behar, baina, nagusiki, agerian utzi beharra dago egiaz parte hartzen duten termino guztiak barne hartu direla eta termino bakar bati egoztea zaila den baina uraren banaketan garrantzirik ez duen errore edo ziurgabetasun bat dagoela.

### 6.1.2.- Koefiziente eta parametroen berrikuspena

Baldintzen edo erabilitako irizpideen haztapen hau egitean edo, orokorrean, hasierako kalkuluak egitean, lagungarria gerta daiteke zaborteziaren edo antzeko beste zabortezi batzuen aurretiazko informazioa kontsultatzea, eta bai gida hau egiteko balio izan diguten erreferentzia teknikoak eta zuzenean zaborteziarekin erlazionatuta ez dauden beste datu eta azterlan batzuk ere. Azterlan eta erreferentzia hauek honako hauek egiteko erabil daitezke:

- Termino ezberdinen kasuan kalkulaturako magnitudea «arrazoizkoa» den ebaluatzea (adibidez, alderaketak eginez sare ofizialeko behatokiaren datu plubiometrikoen serieekin, ebapotranspirazioari buruzko balio orokorrak dituzten lurraldekako klima-azterlanekin, etab.).
- Koefiziente edo parametro jakin baten aldakuntza-barrutiei buruzko datuak biltzea. Orduan, hasieran aplikaturako balioaren ezberdina den beste balio bat era justifikatuan erabil daiteke.
- Zabortezi barruko prozesuak xehetasun handiagoz aztertzea (aurretiaz sinplifikatuak, halaberrez) eta, horrekin, hasierako kalkulekiko aldakuntza posibleak deduzitzea (adibidez, trinkotzearen efektua).

Jarraian dauden taula eta irudietan, koefizienteen eta parametroen magnitudeak eta barrutiak irudikatzen laguntzen duten adibide batzuk daude.

26. taula - Erreferentziako laborearen batez besteko ebapotranspirazioa ( $ET_0$ ), mm/egun magnitudean eskualde ezberdinetarako (FAO, 2006).			
Eskualdeak	Eguneko batez besteko temperatura (°C)		
	10 (epela)	20 (moderatua)	30 (beroa)
Tropikoak eta subtropikoak			
Hezeak eta azpihezeak	2-3	3-5	5-7
Aridoak eta erdiaridoak	2-4	4-6	6-8
Eskualde epelak			
Hezeak eta azpihezeak	1-2	2-4	4-7
Aridoak eta erdiaridoak	1-3	4-7	6-9

27. taula - EAEko prezipitazioaren (PR), erreferentziako laborearen ebapotranspirazioaren ( $ET_0$ ) eta egiazko ebapotranspirazioaren (EET) urteko batez besteko balioak, egiazko datuetatik eta 1980-2010 denbora-tarterako eredu hidrologikoetatik eratorriak (URA, 2014).

Unitate hidrologikoa	PR (mm)	$ET_0$ (mm)	EET (mm)
Bidasoa	1895	756	668
Oiartzun	1775	799	693
Urumea	1967	631	521,5
Oria	1642	791	751,6
Urola	1486	857	728,2
Deba	1552	815	724,6
Artibai	1456	761	660,4
Lea	1726	849	870,3
Oka	1563	807	765
Butroe	1584	799	772,9
Ibaizabal	1379	811	693,3
Barbadun	1448	787	728,6
Agüera	1117	712	533,9
Karrantza	1243	964	636,1
Omecillo	798	794	526,6
Baia	1324	917	695,6
Zadorra	930	902	574,5
Jugalez	830	842	617,6
Ega	983	754	625,6
Arakil	1378	822	648,2

27. taula - EAEko prezipitazioaren (PR), erreferentziako laborearen ebapotranspirazioaren (ET<sub>0</sub>) eta egiazko ebapotranspirazioaren (EET) urteko batez besteko balioak, egiazko datuetatik eta 1980-2010 denbora-tarterako eredu hidrologikoetatik eratorriak (URA, 2014).

Unitate hidrologikoa	PR (mm)	ET <sub>0</sub> (mm)	EET (mm)
Ebro	716	872	525,3

28. taula - HHSen hasierako edo sarrerako hezetasunaren, eremu-kapazitatearen eta ura xurgatzeko kapazitatearen (aurreko bien ezberdintasunaren) balioak. Ur-bolumen/bolumen osoan emandako balioak (biribilduak), autore ezberdinek behatuak eta hemen jasoak: GÓMEZ, 1997.

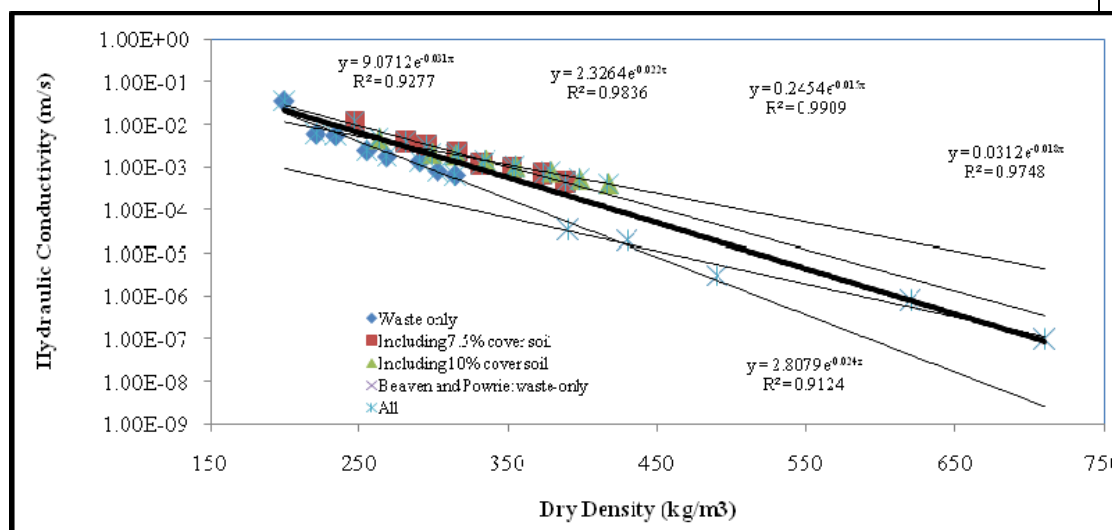
Hasierako hezetasuna	Eremu-kapazitatea	Xurgapen-kapazitatea
---	0,33	---
---	0,10 (ez trinkotua) 0,35 (trinkotua)	---
0,04	0,29	0,25
0,16	0,29	0,13
0,19	0,32	0,13
0,20	0,35	0,15
0,16	0,30	0,14
0,21	0,31	0,10
0,17	0,38	0,21
0,15	0,28	0,13
0,16 – 0,17	0,32 – 0,40	0,15 – 0,28
0,8	0,37	---
0,12	0,33	0,21
0,19	0,37	0,18
0,04	0,29	0,25
0,13 – 0,19	0,27 – 0,39	0,13 – 0,20

29. taula - Landa-saiakuntzen eta laborategi-saiakuntzen bidez lortutako hondakinen iragazkortasunaren balioak (K) (hemen jasotako balioak: GÓMEZ, 1997 eta BEAVEN, 1999).

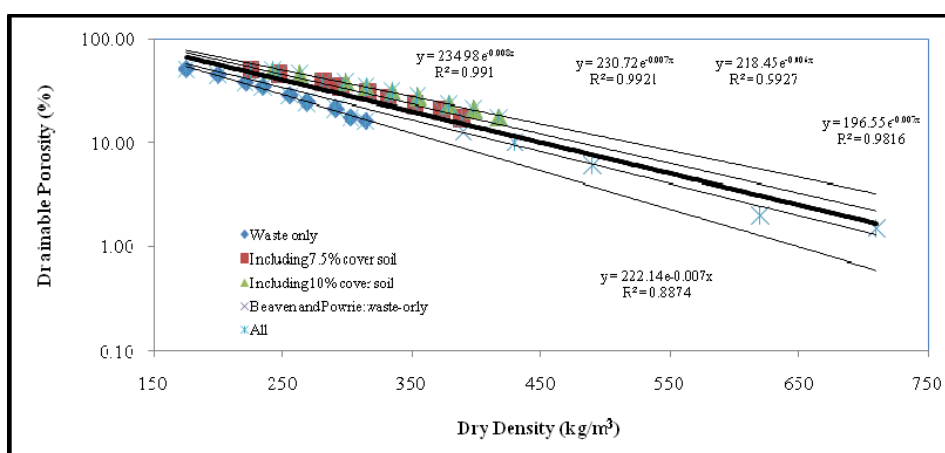
Hondakin eta saiakuntza mota	K (m/s)
HHS + errautsa	$1 \times 10^{-4}$
HHS helduak	4 baliotik $5,5 \times 10^{-5}$ baliora
HHS	$1,5 \times 10^{-4}$
HHS gordina ( $0,3 \text{ t/m}^3$ )	$1 \times 10^{-4}$
HHS birrindu eta trinkotua	$1 \times 10^{-6}$
HHS hamar urtetan (eremu-permeametroa)	$1,5 \times 10^{-4}$
$0,68 \text{ t/m}^3$ -ko HHS (ponpatze-saiakuntza)	$1 \times 10^{-5}$
$\text{HHS} < 0,8 \text{ t/m}^3$	$7 \times 10^{-4}$
HHS birrindua, ez hain trinkotua	$8 \times 10^{-5}$
HHS errautsarekin (30 urtekoa)	0,8 baliotik $1,5 \times 10^{-4}$ baliora
HHS errautsarekin, ahulki trinkotua	2,1 baliotik $2,5 \times 10^{-3}$ baliora
HHS errautsarekin, sendo trinkotua	$5,9 \times 10^{-5}$ baliotik $2,5 \times 10^{-4}$ baliora
HHS (landa-saiakuntza)	$1 \times 10^{-5}$ baliotik $4 \times 10^{-4}$ baliora
HHS (infiltrazioari buruzko landa-saiakuntza)	3 baliotik $4 \times 10^{-8}$ baliora
HHS (ponpatze-saiakuntzak)	$3,9 \times 10^{-7}$ baliotik $1 \times 10^{-4}$ baliora
HHS (laborategi-saiakuntzak)	$6 \times 10^{-9}$ baliotik $1,5 \times 10^{-4}$ baliora

30. taula - Zabortegei baten bereizgarriak diren parametro ezberdinen arteko erlazioa (OLAYIWOLA, 2010), laborategi-saiakuntzetan oinarrituta. Zenbakizko balioak lan honetan egindako saiakuntzei dagozkien zehazki, baina bilakaera edo joera orokorra adierazgarria da, eta, islatzen denaren arabera, baita erlazio-maila ere (zuzena nahiz esponentziala).

### Iragazkortasunaren eta dentsitate lehorraren arteko erlazioa

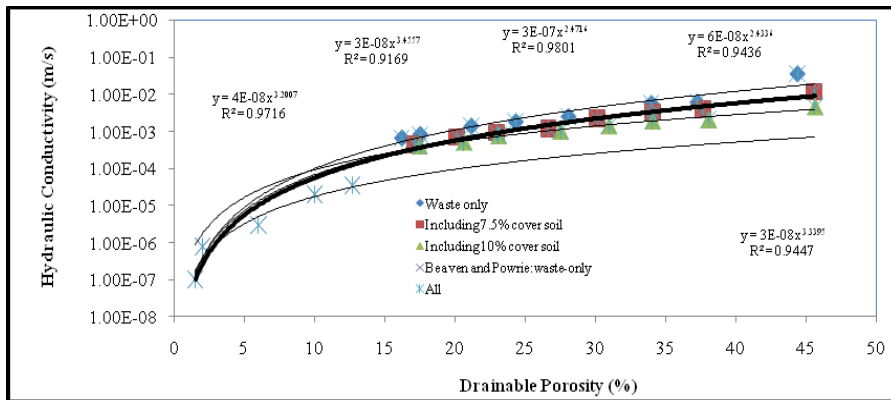


### Porositate eraginkorraren (biltegitratze-koefizientearen) eta dentsitate lehorraren arteko erlazioa

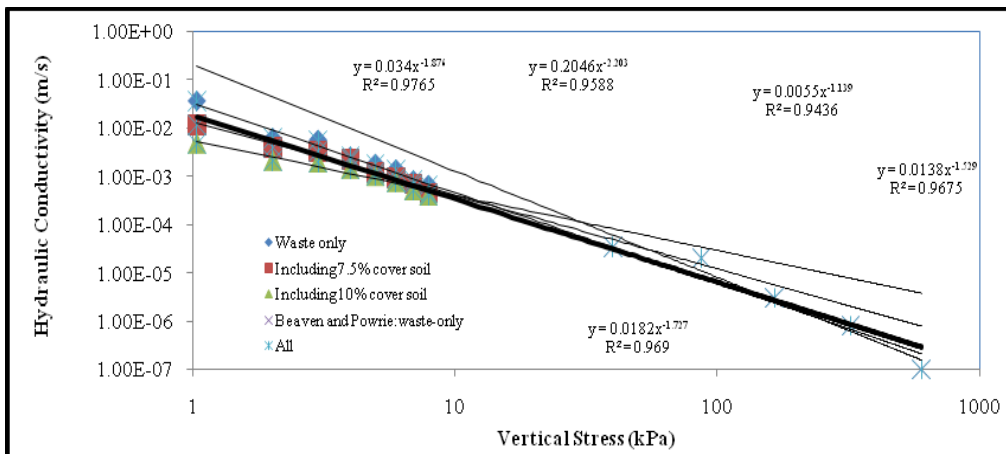


30. taula - Zabortegei baten bereizgarriak diren parametro ezberdinen arteko erlazioa (OLAYIWOLA, 2010), laborategi-saiakuntzetan oinarrituta. Zenbakizko balioak lan honetan egindako saiakuntzei dagozkie zehazki, baina bilakaera edo joera orokorra adierazgarria da, eta, islatzen denaren arabera, baita erlazio-maila ere (zuzena nahiz esponentziala).

**Iragazkortasunaren eta porositate eraginkorraren arteko erlazioa**

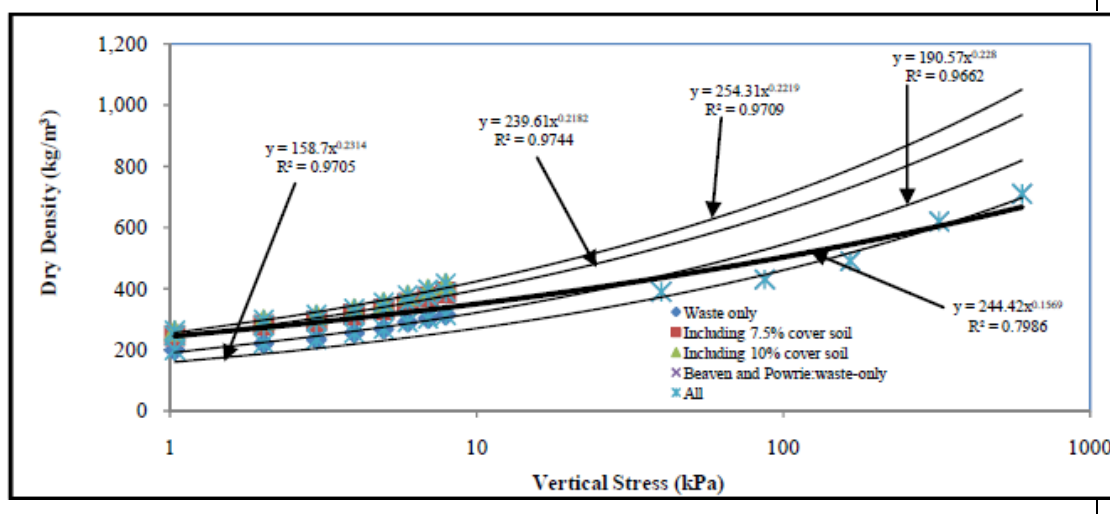


**Iragazkortasunaren eta konpresio bertikalaren arteko erlazioa**



30. taula - Zabortegei baten bereizgarriak diren parametro ezberdinen arteko erlazioa (OLAYIWOLA, 2010), laborategi-saiakuntzetan oinarrituta. Zenbakizko balioak lan honetan egindako saiakuntzei dagozkien zehazki, baina bilakaera edo joera orokorra adierazgarria da, eta, islatzen denaren arabera, baita erlazio-maila ere (zuzena nahiz esponentziala).

**Dentsitate lehorraren eta konpresio bertikalaren arteko erlazioa**



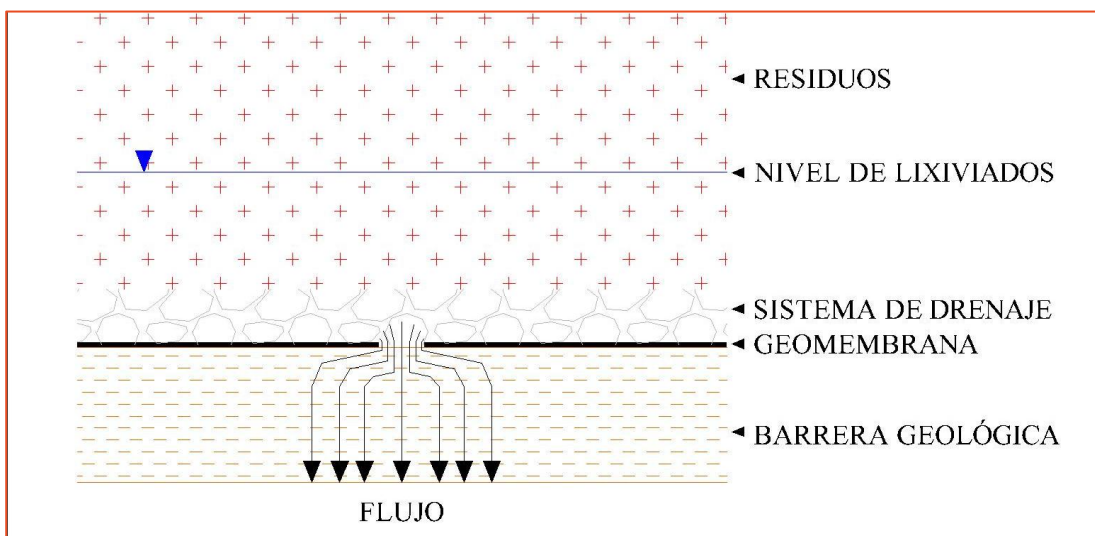
31. taula - Parametro ezberdinen aldakuntza, zabortegian jalkitako hondakinen adinaren arabera (zabortegei bateko saiakuntza zehatzak: OLAYIWOLA, 2000).

Hondakinaren adina	Dentsitate hezea (kg/m <sup>3</sup> )	Laginaren hezetasuna (ur bol./bol. osoa)	Eremu-kapazitatea (ur bol./bol. osoa)
Hondakin berria	600	0,169	0,379
5 urte	760	0,276	0,389
14 urte	1198	0,402	0,449

**6.1.3.- Iragazgaizpen batean zeharreko iragazpenak**

Kalkuluei dagozkien ataletan aurkeztutako hipotesiaren arabera, hondoan edo zigilatzean iragazgaizpenik badago (hau da, iragazgaizpen artifiziala edo geomintza), iragazgaizpen horretan zeharreko infiltraziorik ez dagoela onartu behar da. Halere, bere ezaugarrien, egoeraren eta beste geruza batzuekiko duen kokapenaren arabera (adibidez, buztin trinkotuak, geokonposatu bentonitikoak, etab.), iragazpen horiek egiaz gerta daitezke eta, egoerarik okerreanean, garrantzi handia har dezakete.

Lehenengo eta behin, erabilitako iragazgaizpen- eta zigilatze-sekuentzia motaren arabera da iragazpen potentzialen bolumena eta, bereziki, geomintza sekuentziako elementu bakar gisa erabiltzen denaren edo geomintz horrekin batera buztin trinkotuak edo geokonposatu bentonitikoak daudenaren arabera. Geruza hauek geomintzarekin kontaktuan jarriz zuzenean (tarte hutsik utzi gabe eta iragazkorragoa den beste materialik jarri gabe), gerta daitekeen iragazpena askoz txikiagoa izango da. Tarteko iragazkortasuna edo iragazkortasun handia duten materialen artean jarritako geomintza bakarrik izango bagenu, iragazpena handiagoa izango litzateke.



38. irudia - Hondoko iragazgaizpeneko geomintzako zulo batean zeharreko iragazpen baten eskema (kasu honetan, geomintzaren azpian, oztopo geologiko bat dago: buztin trinkotuak).

Geomintzaren egoeraren mende daude iragazpenak, baita ere; bereziki, instalatzean edo geroago jazotako gertaeraren baten ondorioz hondaturik, apurturik edo zulaturik badago tokiren batean. Zentzu honetan, instalazioan kalitatea kontrolatzeko sistema bat izatearen eta geomintzak, instalatu ondoren, dituen akats kopuruaren arteko erlazioari buruzko azterlan estatistiko ezberdinak egin dira, eta, kalitate-kontrol zorrotzak izan arren, instalatutako hektarea bakoitzeko akats 1 eta 3 bitartean ager daitezkeela ondorioztatu da. Hain zorrotzak ez diren kalitate-kontrolak dituzten instalazioetan edo kalitate-kontrolik ez duten instalazioetan, logikoki, akats kopuru hori askoz handiagoa izango da. Instalazioko akats hauei, geomintzaren gainean beste elementu batzuk jartzean agertutako akatsak gehitu behar zaizkie (lixibiatuen drainatzea, lurrak, etab.), eta bai ustiapen-fasean ager daitezkeenak ere (batez ere, hastapenetan).

Geomintz batean ager daitezkeen iragazpenak ebaluatzeko kalkulu-metodo ezberdinak daude. Geomintza erabilitako iragazgaizpen-elementu bakarra bada, bestelako geruzekin batera badago edo, zimurduren nahiz geruzen arteko kontakturik ezaren ondorioz, «hutsuneak» badaude, kalkulu-metodo ezberdinak erabiliko dira (GIROUD eta BONAPARTE, 1989;



SCHROEDER et al., 1994; etab.). Honako taula honetan, gai honi buruzko datu adierazgarriak daude jasota.

32. taula - Geomintzeko zulo biribiletan zeharreko iragazpenen balio adierazgarriak, bi zulo mota kontuan hartuz: txikia ( $3,1 \text{ mm}^2$ ) eta handia ( $1 \text{ cm}^2$ ). Balioak litrotan, hektarea eta egun bakoitzeko (KOERNER eta KOERNER, 2009).

Iragazgaizpen mota	Geomintzaren gaintetiko karga hidraulikoa (adibidez, hondoko iragazgaizpenaren gaineko lixibiatuen laminaren altuera)			
	0,03 m	0,3 m	3 m	30 m
Geomintz soila				
Zulo txikietan zehar	300	1.000	3.000	10.000
Zulo handietan zehar	10.000	30.000	100.000	300.000
Oztopo geologikodun geomintza, kontaktu jarraiturik gabea				
Zulo txikietan zehar	0,8	6	50	400
Zulo handietan zehar	1	7	60	500
Oztopo geologikodun geomintza, kontaktu jarraituarekin				
Zulo txikietan zehar	0,15	1	9	75
Zulo handietan zehar	0,2	1,5	11	85

#### 6.1.4.- Abiapuntuko datuen kalitatea

Bai kalkulu-prozesuaren hasieran eta bai, hala badagokio, hura berrikustean ere, funtsezkoa da abiapuntuko datuak ahalik eta fidagarrien eta osoen izatea. Honako hauek eskura izatea dakar derrigorrez honek:

- Ahalik eta termino edo parametro kopuru zentzuzkorik handiena neurtzeko sistemak eta prozedurak, gutxienez eguneroko datuak lortu ahal izateko. Zehazki, sistema edo prozedura hauek erabili behar dira:
  - Zabortegiko behatoki meteorologikoa.
  - Ebakuatutako lixibiatuen emari-neurgailua edo kontagailua.
  - Edozein birkarga artifizialen emari-neurgailuak, kontagailuak edo erregistroak (hala nola tangen kontabilitatea), dena dela beren mota eta aplikatzeko unea eta tokia

(ureztapenak, lixibiatuen birziklatzea, zerbitzuetatik eratorritako isurketak, gurpilgarbigailuak, bertako edo besteren lixibiatuen isurketak, biogas-kondentsatuaren isurketa, biltegi eta hodietako ihesak, etab.).

- Urak nahiz lixibiatuak zuzenean eta artifizialki ebakatu edo bideratzeko, ontziaren barnealdean erabilitako edonolako xurgapen edo ponpatze motaren emari-neurgailuak, kontagailuak edo bestelako erregistroak (hala nola tangen kontabilitatea).

Sistema eta prozedura hauek guztiak ongi kalibraturik egon behar dira eta era egokian funtzionatu behar dute, jasotako datuak errealitatearekin bat etor daitezten.

- Denbora-tartean zehar, zabortegian jazotakoari guztiari buruzko informazio zehatza, bereziki honako hauekin erlazionatua:
  - Geometria orokorrak eta gainazal ezberdinen antolamendu zehatzak izandako eraldaketak.
  - Jalkitako hondakinen eta gainerako materialen kopuruak eta motak.
  - Azpiegiturek izandako eraldaketak (ubideek, arekek, urbanizazioek, etab.).
  - Ur eta lixibiatuak drainatu eta bideratzearekin edo ebakutzearekin erlazionatutako sistemen portaera orokorra, eta detektatutako anomaliak.
  - Prezipitazio bizien edo beste baldintza batzuen mende izandako portaera (gainezkatzek, jariatzeen sarrerak, etab.).
  - Gertakariak (drainatze-elementuen buxadura, neurketa-sistemen matxurak, hoditeria-elementuen matxurak, ihesak, etab.).

**Parametro meteorologikoei** dagokienez, lehenago aipatutakoaren arabera:

- Instalazioetan zerbitzu-langileak dauden ala ez kontuan hartu gabe, erregistro automatikoak egiteko gauza izan behar dira zabortegietan kokatutako behatokiak. Datuak jasotzeko instalatutako ekipoen homologazioari eta estandarizazioari buruzko dokumentazioa aurkeztu beharko da. Gainera, beren bizitza baliagarri osoan sentso meteorologikoak kalibraturik eta mantendurik izateko plan bat izan eta bete behar da derrigorrez.
- Kanpo-behatokietara jo behar izatekotan:
  - Behatoki bakar bateko datuak erabiltzeko, hurbilen dagoena izan behar da, eta honako hauek justifikatu beharra dago: zabortegia bere irispidearen barruan dagoela, antzeko baldintza geografikoak dituela (altitudeari eta latitudeari dagokienez), jokamolde klimatiko ezberdinak sorraraz ditzakeen gorabehera geografiko esanguratsurik ez dagoela eta, Meteorologia Institutu Nazionalaren, Euskalmeten edo

jite bereko organismoen ohiko irizpideen arabera, behar bezain adierazgarria den iraupeneko datu-erregistroa duela (urtetan).

- Gainerako kasuetan, hurbilen dauden, zaborteziaren kokalekuaren portaera klimatiko bertsua duten eta haren inguruan triangelu bat osatzen duten hiru behatokitik jasotako datuetan oinarrituz haztatu behar dira datuak.

Emariak kontrolatzeko sistemei dagokienez eta, zehazki, lixibiatuen emariak kontrolatzeko sistemei dagokienez, kontuan hartu behar da haien adierazgarritasuna. Horretarako, gogoan hartu behar dira gailuen funtzionamendua, erregistroa eta egoera. Zentzu horretan, honako hauek aintzat hartu behar dira:

- Emariak neurtzeko sistemaren deskribapena (adibidez, Parshall emari-neurgailuak, ultrasoinuen bidezko maila-neurgailuak dituztenak, edota ordu-kontagailua ponpa batean), sentsorearen neurketa-barrutia eta *in situ* egindako neurketen bidezko kalibrazioa, eragingailuak (balbulak, ponpa piztu eta itzaltzen duten buien altuera), etab. Neurketen maiztasuna (datu bat 10 minutuan behin, orduan behin, egunean behin, astean behin, etab.).
- Erregistroaren denbora-tarte jarraitua, emarien datuekin. Erregistratutako datu guztiak sentsorearen neurketa-barrutian daudela egiaztatu behar da; neurtutako balioen aldean, irudikapen grafiko bat egin behar da; eta egokia den barrutia adierazi behar da. Lixibiatu-emaria ubide irekietan neurtzeko estazioetan, egiaztatu beharreko parametroa maila da, ez emaria.
- Batez besteko emarien eta prezipitazioaren irudikapen grafikoa, denbora-eskala bera erabiliz. Datu okerrak izan litezkeen ohiz kanpoko jokaeren bilaketa (eta datu fidagarrien bidezko denbora-tarteen definizioa), honako hauek gertatzen diren behatuz:
  - Estazio meteorologikoei eragiten ez dieten ekaitz isolatu eta noizbehinkakorik izan ez dela egiaztatu ondoren, prezipitazioekin erlazonaturik ez dauden lixibiatuen emariaren igoerak. Eguneroko neurketetan jasotako prezipitazioaren aurreko egunean handiagotu badira emariak, agian integrazioaren denbora-tartea ezberdina da kasu bakoitzean (adibidez, emaria 00:00etatik 24:00etara integratzen da, baina prezipitazioa 08:00etatik 08:00etara integratzen da, edo alderantziz).
  - Emaria ez areagotzea baina, beste batzuetan eta antzeko prezipitazioekin (eta bai antzeko abiapuntuko emariekin ere), emaria areagotu izana.
  - Ponpatzeen, instalazioen garbiketaren, *by-pass* bati eragitearen eta abarren ondoriozko emarien bat-bateko jaitsierak.
  - Hainbat egunetan zehar beren horretan mantentzen diren emarien tokiko maximoak, hala nola gainezkabideren bat edo *by-pass* bidezko sistemaren bat funtzionatzen hasi delako emari jakin batetik aurrera edo egoera jakin batean.
- Kontserbazio-egoera (akatsak eta egindako konponketak, konpondu gabeko arazoak, eta mantentzearen, kalibrazioaren eta kontserbazioaren atalak), eta bai neurketetan eragina

duten edo egiaz ekarritako lixibiatu-emarien erregistro okerra eragiten duten eta neurketa-sekzioetan gerta daitekeen apar edo solidoen metaketa.

Abiapuntuko datuak osoak izan behar dira. Momentu zehatz batean, datu zehatzik lortu ezin badugu, ezin dira balantzearen ziurgabetasuna justifikatzeko argudio gisa erabili; hobe esanda, ez dira horretarako erabili behar. Kasu guztietan, posible den punturaino osatu behar dira. Datu meteorologikoen serieen kasuan, aldi baterako izan genezakeen datu gabeziari irtenbidea emateko, adierazgarriak diren beste erreferentzia-behatoki batzuekiko korrelazioaren bitartez osatu behar dira serie horiek. Ustekabeko matxura baten ondorioz, lixibiatuen emari-neurgailuaren daturik ez dugunean aldi batez, gutxienez, denbora-tarte horretako emaria ebaluatu behar da, kontuan hartuz haren bilakaera orokorra eta jazo diren baldintza hidrológicoak edo beste edozein motatakoak. Gainerako parametroekin ere, irizpide honi heldu behar zaio: izan litekeen aldi baterako daturik eza osatzen saiatzea. Zabortegian jazotakoari buruzko informazioari dagokionez, era berean, fideltasunez erregistratu behar dira aldaketa, behatutako portaera eta gertakari guztiak. Balantzearen hasierako eta amaierako uneetako egoera zehatzari buruzko informazioa izatea ez da nahikotzat jo behar.

## 6.2.- INTERPRETAZIOA

Balantze hidrikoaren emaitzen interpretazioa bi eskalatan egin behar da: eskala orokorrean, ekuazio orokorra hartuz erreferentziatuz, eta eskala zehatzean, termino ezberdinen emaitzarik garrantzitsuenak eta banakako daturik adierazgarrienak interpretatuz.

### 6.2.1.- Orokorra

Balantze hidrikoaren ekuazioa planteatzeko eraren ondorioz, teorikoki, sarreraren, irteeraren eta barne-aldakuntzen zenbakizko emaitzak koherenteak izan behar dira eta adierazpen matematikoarekin bat egin behar dute (sarrerak = irteerak +/- barne-aldakuntza). Hala ere, balantzea denbora-tarte zehatz bati adskribaturik dagoenez eta kalkuluek edo termino batzuen kontsiderazioek akatsak eta ziurgabetasuna dakartzatenez, nekez doi daitezke matematikoki emaitzak. Nolanahi ere, doitasun-gabezia hau aztertu egin behar da, honako hauek kontuan hartuz:

- Aukeratutako denbora-tartearekin erlazioa duen. Egoerarik egokienean, akatsak minimizatzeke, ohiko ziklo hidrológicoen denbora-tarteetan egin beharko lirateke balantze hidrológicoak, hau da, agorraldien artean. Horrela, biltegitratutako ura gutxiengo da eta, hasierako eta amaierako uneetan, berdina edo oso antzekoa da. Era honetan, biltegitratutako uraren barne-aldakuntza nulutzat edo oso txikitat jo daiteke.

Halere, ohikoa da balantzearen denbora-tartea agorraldiko egoera hidrológicoekin bat ez etortzea. Aukeratutako denbora-tartearen azkeneko zatia euriteekin bat datorrenean, egoera tipiko bat izaten da. Antza, ur gehiago sartzen da zabortegean (euri naroa) irteten dena baino (zabortegei barruko fluxu geldoaren ondorioz, irteten «denbora asko behar» duten lixibiatu kontrolatuak). Egoera honetan, logikoa da desdoikuntza gutxi gorabehera garrantzitsuak egotea balantze hidrikoan edo, gutxienez, termino batzuk kalkulatu eta kontuan hartzean, ziurgabetasun handiagoa.

- Errealitatean parte hartzen duen terminoren bat kontuan ez hartzearekin edo besteren bat gaizki kontuan hartzearekin erlaziorik duen. Balantze hidrikoa egiteko oinarritzat hartutako kontzeptu-eredua ondo definiturik badago, egindako balantzearen terminoak bat etorri behar dira sarreren eta irteeren errealitatearekin. Hala ere, hasieran, agian ez da posibilitateren bat kontuan hartu (adibidez, lurpeko uraren sarrera), eta, orain, balantzean ikusitako desdoikuntzaren argitan, baloratu egin behar da.
- Abiapuntuko datuen akats edo ziurgabetasunekin erlaziorik duen. Hauxe da kasurik ohikoena, termino guztiak ez direlako kontrolatzen eta erregistratzen, eta ziurgabetasunak egoten dira bai abiapuntuko datuei eta bai haietan oinarrituz eginiko kalkuluei dagokienez.

Balantze hidrikoaren aurreko kontzeptu-eredua jorratzean adierazitakoaren arabera, balantzearen interpretazio orokorra egiterako orduan, oso lagungarria izan daiteke prezipitazioen eta lixibiatu-emarien balioak analizatzea, bai eta kontuan hartutako denbora-tartearekin duten erlazioa ere. Horretarako, balio kuantitatiboak nahiz beren irudikapen grafikoa erabili behar dira (lixibiatuen hidrograma, prezipitazioen aldean). Horri esker, honako hauek egin ahal izango ditugu:

- Denbora-tartean zehar, prezipitazioen bolumenaren eta lixibiatuen bolumenaren artean, «hasiera batean arrazoizkoa» den erlaziorik dagoen ebaluatzea, kopuru biak argi eta garbi bateraezinak direla detektatu gabe.
- Denbora-tartean zehar, erlazio orokor hori bere horretan mantendu egiten den edo, aitzitik, une zehatz batetik aurrera (edo hainbat denbora-tartetan), erlazio horrek ageriko aldakuntza esanguratsuak dituen. Motaren bateko aldaketen ondorioz, balantzeko terminoetako bat aldatu egin dela iradokitzen dute aldakuntza horiek (adibidez, ustiapengune berriak ireki direla, tarteko estaldurak edo behin betiko zigilatzeak jarri direla, etab.)
- Lixibiatuen hidrograma berriaz ebaluatzea, badaezpada une horretako edo aurreko egunetako prezipitazioekin erlazionatu ezin diren xehetasunak edo aldaketak detektatzen badira.

Oro har, zabortegiaren egoerak bere horretan jarraitzen badu eta ez badago gorabeherarik, lixibiatuen prezipitazio eta emarien grafikoak bien arteko erlazio estua islatuko duela aurreikus daiteke, etenaldi eta aldaketa anomalorik gabe. Aitzitik, anomaliak detektatzen badira lixibiatuen hidrograman, egoera aldatu dela adierazten duen zantzua izan daiteke, edota gorabehera batena. Honen bidez, kasu batzuetan, momentu zehatz batetik aurrera aldaketaren bat egon dela frogatu daiteke. Beste kasu batzuetan, ordea, fenomeno edo egoera zehatza izan daiteke.

Balantze hidrikoaren interpretazio orokorrak aztertutako egoeraren irudi fidela eman behar du, eta, kalkulaturako ur-bolumenen doikuntza edo desdoikuntza orokorrei dagokienez, lortutako emaitzak justifikatu behar ditu. Azterketa eta justifikazio orokor hauek kontuan hartu behar dute parametro ezberdinen arteko erlazioa, aurkeztutako emaitzak beren artean koherenteak izan daitezen.

### 6.2.2.- Berariazkoa

Zaborteziaren funtzionamendu hidrikoaren aspektu zehatz batzuei buruzko interpretazioak egiteko oinarritzat ere balio dezake balantze hidrikoak. Abiapuntuko datuak eta horrela lortutako emaitzak analizatuz, honako hauen moduko aspektuak behatu eta defini daitezke:

- Isurtze-ontzi osoan izandako prezipitazioaren (edo euri erabilgarriaren) bolumenaren eta kontrolatutako eta kudeatutako lixibiatuen bolumenaren arteko erlazioa.
- Isurtze-ontzi osoan izandako prezipitazioaren (edo euri erabilgarriaren) eta, tarteko estalduren edo zigilatzeen alde, alboetarantz ebakutatutako bolumenaren arteko erlazioa.
- Kontrolatutako eta kudeatutako lixibiatuen bolumenaren eta hondakinak agerian dituzten guneen azaleraren (m<sup>2</sup>) arteko erlazioa.
- Kontrolatutako eta kudeatutako lixibiatuen bolumenaren eta prezipitazioa ez diren ur-sarreren (adibidez, ureztapenen) bolumenaren arteko erlazioa.
- Prezipitazioei dagokienez, lixibiatuak beranduago irtetea.
- Lixibiatuen hidrogramaren zabaltasunei eta morfologiari dagokienez, prezipitazioen intentsitatearen eta antolamenduaren arteko ezberdintasunak.
- Eta abar.

Etorkizunean, lixibiatuei buruzko informazioa aurreikusteko balio dezakete behaketa hauek, eta bai balantze berrien oinarri izateko edota lixibiatuen agerpena minimizatzeke lan-estrategiak prestatzeko ere.

### 6.2.3.- Aldi baterako gertakari esanguratsuak

Aurreko atalean adierazitako analisi-irizpide zehatzari jarraikiz, kontuan hartutako zabortezi sistema hidrogeologiko gisa hobeto ulertzeko eta haren ustiapen eta kontrola hobetzeko, oso lagungarria gerta daiteke denborazko gertakari esanguratsuen analisia (ohiz kanpoko prezipitazioak, agorraldi luzeak, etab.). Agorraldi luzeen kasu zehatzean, biltegiatutako uraren barne-aldakuntzen atalean garatutakoaren arabera, hondakin-masaren barnealdeko fluxu motari eta bere biltegiatze potentzialari buruzko informazio baliotsua eman dezake lixibiatu-emarien atzeraldi-kurbaren, ahitze-koefizientearen eta abarren analisiak.

Batez ere, aldi baterako gertakari esanguratsuen analisia honako hauetan oinarritu behar da:

- Datu meteorologikoak (prezipitazioa, ebapotranspirazioa, euri erabilgarria).
- Zaborteziaren ebakutatutako lixibiatuen emarien erregistro jarraitua. Ebakuazioa ponpen bidez egiten bada, adierazitako zuzeneko analisia egin ahal izateko (kontuan hartu gabe alde aurretik pentsatutako lixibiatuen biltegiatze baten efektuak), zabortezi barruan ura aldi baterako biltegiatzea eragozten duen ponpa automatikoak izan behar dira. Hala,

grabitatearen ondoriozko deskarga gutxi gorabehera naturala izango balitz, gertatuko litzatekeenarekin erlaziona daiteke ponpaketa.

### 6.2.3.1.- Ohiz kanpoko prezipitazioak

Ohiz kanpoko prezipitazioen kasuan, analisiaren helburua honako hau da:

- Zaborteziaren funtzionamendu orokorra agerian jartzea. Horretarako, prezipitazioaren eta lixibiatuen emarien datuez gain, eskura izan behar ditugu gertakari horietan izandako funtzionamenduari dagozkion datuak ere (perimetroko ubideen gainezkatzeak, ontziaren gainean sortutako jariatzeen ondorioz ontzitik irtendako ur kopurua, etab.).
- Lehenago, balantze hidrikoaren interpretazio espezifikoaren inguruan adierazitako eran, ohiz kanpoko prezipitazioek lixibiatuen emarian duten eragina agerian uztea, hau da, prezipitazioaren eta lixibiatu-emarien arteko erlazioa ebaluatzea. Kasu honetan, baldintza horietan sistemak duen erantzuna ebaluatzea ahalbidetuko luke gertakariaren berezitasunak.
- Horrekin, zabortegia hobeto kudeatzeko informazio prediktiboa ematea, prezipitazio horietatik eratorritako arriskuen prebentzioa barne.

#### 6.2.3.1.1.- Zaborteziaren funtzionamendu orokorra

Oro har, prezipitazio biziarekin agertzen dira zabortegi bateko sistema eta elementuen funtzionamendurekin erlazionatutako arriskurik handienak, momentu hauetan egiten baitute gainezka sistema eta elementu horien kapazitateak. Horregatik, momentu horretan sortutako egoerari buruzko datuak bildu ere egin behar ditu zabortegian izandako gertakari horien eraginari buruzko analisiak, honako hauek kontuan hartuz:

- Ubide, areka eta drainatze-elementuen gainezkatzeak, eta bai kanpoko urbanizaziotik edo beste toki batzuetatik iritsitako ur-isuriak ontzian sartzea.
- Ontziaren inguruan eta zaborteziaren azpiegituran izandako herrestatzeak, irristatzeak eta pitzadurak, ontzian bertan eragin zuzena izan ala ez.
- Konexuen sistemen hutsegiteak (ur-sareak, elektrizitatea, saneamendua, etab.).
- Isurtze-ontzian eta momentu horretako bere helmugan sortutako putzu eta lurrazaleko jariatzeak (punturen bateko edo denbora bat iragan ondorengo infiltrazio finala, kanpoalderanzko irteera, etab.).
- Ontziaren barruko konpartimentazio-sistemak (*rain flap*-ak, kabailoiak, etab.) eta tarteko estalduretako ura ebakutzeko sistema finko edo mugikorrek nahikoak diren ala ez.
- Lixibiatuak ebakatu eta kudeatzeko sistemak nahikoak diren ala ez.
- Hondakinen masako edo estalduretako herrestatze eta irristatzeak.

- Urak eta lixibiatuak drainatu eta ebakutzeko sistemen geldialdiak, pitzadurak edo ihesak.
- Neurgailu eta kontrolagailuen geldialdiak, pitzadurak edo funtzionamendu okerrak (behatoki meteorologikoa, emari-neurgailuak, etab.).
- Eta abar.

Ohiz kanpoko prezipitazio batek zabortegiaren funtzionamendu orokorrean izan dezakeen eraginaren analisia erregistratu egin behar da, bai adierazitakoen moduko egoera anomaloak gertatzen direnean eta bai, alderantziz, detektatzen ez direnean. Azken kasu honetan, halako gertakarietarako dagokienez, zabortegia ongi diseinaturik dagoela eta ongi ustiatzen ari dela utziko dugu agerian.

#### 6.2.3.1.2.- Prezipitazioaren eta emariaren arteko erlazioa

Ohiz kanpoko prezipitazioaren eta lixibiatuen emariaren arteko erlazioa ebaluatzeko, gertakariaren aurreko eta ondorengo denbora-tarteak hartu behar dira kontuan, honako hauek nabarmenaraziz:

- Prezipitazio absolutuak eta lixibiatuen gehieneko emariak.
- Zabortegiaren sarrera-gainazal irekiaren gainean prezipitatutako ur-bolumena eta gertakariaren zehar ebakutatutako lixibiatuen bolumena.
- Prezipitazioekin alderatuz, lixibiatuen irteeraren aldiberekotasuna edo atzerapena (egoerarik egokienean, bi parametroen denbora-datuekin).
- Lixibiatuen emarien bilakaeraren morfologia orokorra (erantzun bizkorra, erantzun indargea, etab.).
- Beste gertakari edo une batzuekin alderatuz, eta lixibiatuen emariei dagokienez, prezipitazioen zabaltasunaren eta intentsitatearen ezberdintasunak.
- Eta abar.

Analisisa egiteko, beharrezkoa da berariaz lixibiatu-emarien erregistro jarraitu bat izatea. Hala, gertakariaren aurretik, gertakariaren zehar eta gertakariaren ondoren izandako bilakaera grafikoki irudika daiteke.

Zabortegiaren gainazalak uneak dituen ezaugarrien arabera (ageriko gainazalak, zigitatutako gainazalak), eta bai gerta daitezkeen sarrera gehigarrien eta bere barneko funtzionamendu hidrogeologikoaren arabera ere, zabortegi batek era ezberdinetan erantzun dakieke prezipitazioei. Barne-funtzionamendu honi dagokionez, hondakinen masan infiltratutako uraren behar-kada bideratzen duten poro eta bideen antolamendua da, oro har, erantzun mota baldintzatzen duena:

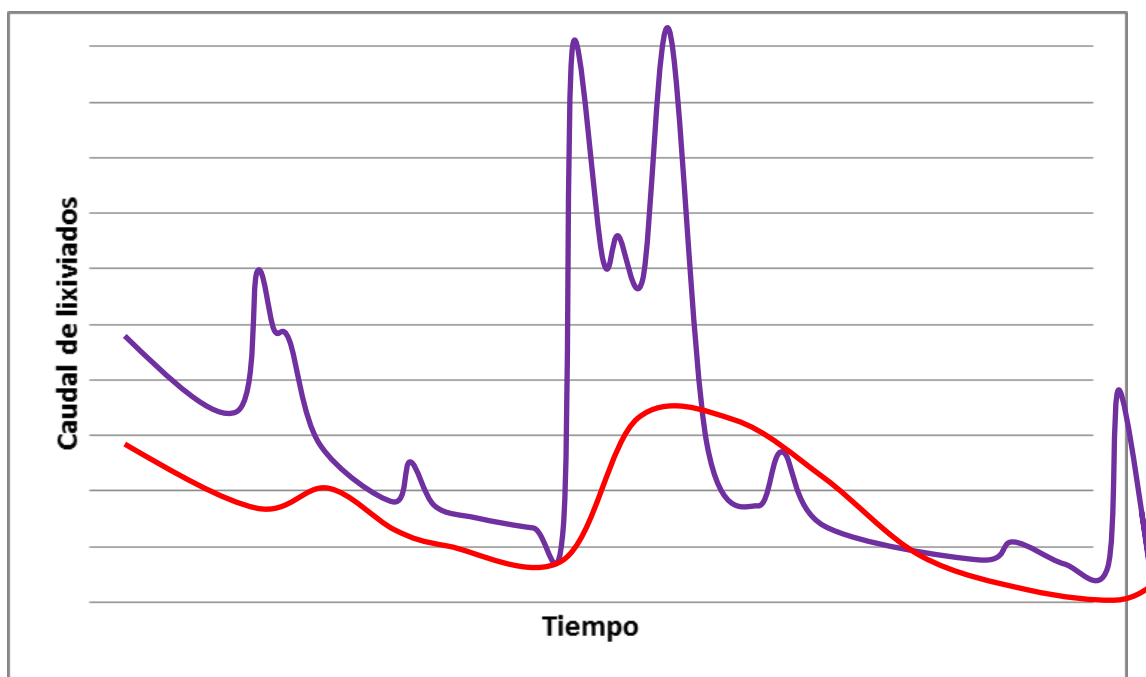
- Uraren mugimendu bizkorra faboratzen duen behar adina bide badago zabortegiaren barruan, prezipitazioaren bidezko birkarga bizkor transmitituko da metaketaren



oinarriraino eta, handik, lixibiatuak ebakutzeko sistemara. Lixibiatuen emariak berehala islatuko du prezipitazioen intentsitatea.

- Halako biderik ez badago eta finagoa den pikor arteko porositate baten bidez mugitzen bada ura, astiroago mugituko da zaborteziaren barnealdean eta, orduan, atzerapen handiagoa gerta daiteke prezipitazioaren maximoaren eta lixibiatuen emariaren maximoaren artean. Gainera, hondakin-masaren efektu indargetzailea islatuko dute lixibiatuen emariak, hain nabariak ez diren gorakada eta beherakadak dituzten erregistroak irudikatuz.

Lixibiatuak drainatzeko sistemaren ezaugarriak eta egoerak ere eragin egiten diete prezipitazioei erantzuteko erari. Sistemak ondo funtzionatzen badu, deskribatutako tipologiari jarraituko dio. Buxaturik badago, lixibiatuen irteera mugatua izan daiteke eta, agian, soilik metaketaren iragazkortasunaren arabera izango da.



39. irudia - Lixibiatuen hidrogramen ezberdintasunak. Gorriz, prezipitazioei erantzuteko era indargea, zabortezi helduetan ohikoa dena. Morez, berehalako erantzuna, prezipitazioaren ondoriozko birkargaren zirkulazioa errazten duten eta ongi konektaturik dauden lehentasunezko bideak dituzten zabortezi berrietan ohikoa dena.

Orokorrean, lehenago esan bezala, hiri-hondakinak hartzen dituzten instalazioen kasuan, zaborteziaren adinarekin erlazionatzen da maiz desberdintzapen hau. Zabortezi gazteen kasuan, masaren degradazio eta trinkotze jarraituaren ondoriozko erreakzioak oraindik izan ez dituztenez gero, erantzunak bizkorragoak izan ohi dira eta prezipitazioekin erlazionatutako gorakada eta beherakada nabarmen eta ia-ia berehalakoak izan ohi dituzte lixibiatuen

emariak. Helduagoak diren zabortegien kasuan, erantzun hori indargeagoa da eta, prezipitazioen aurrean, lixibiatuen emarien erantzun hori atzeratu egin daiteke. Egiaz, funtzionamendu honetan, beste faktore askok dute eragina (hondakinen lodiera eta mota, tarteko estalduren edo beste material batzuen mota eta antolamendua, etab.).

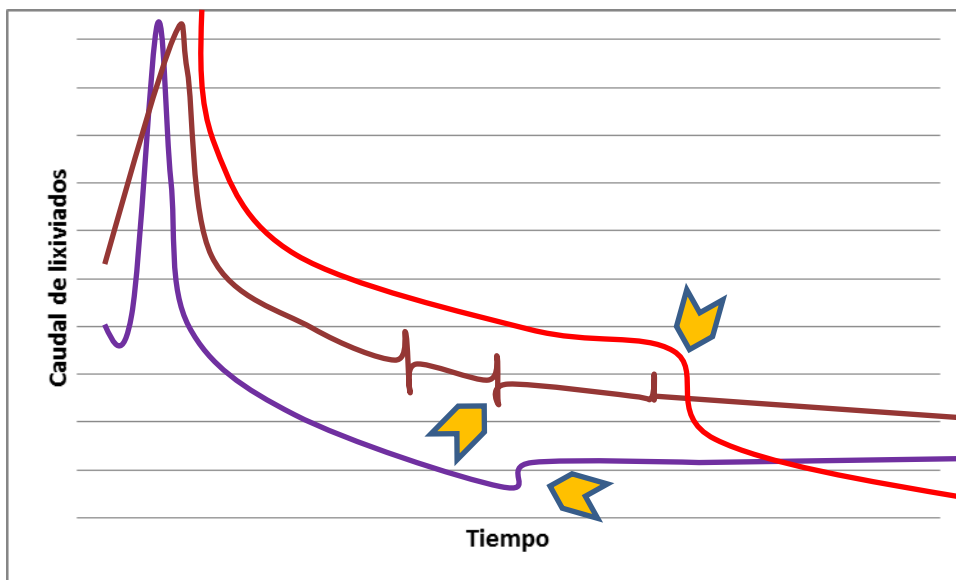
#### 6.2.3.1.3.- Zaborteziaren kudeaketa

Ohiz kanpoko prezipitazioen analisiak eta, orokorrean, balantze hidrikoaren denbora-tartean zeharreko prezipitazio guztien analisiak zabortegia kudeatzeko informazio interesgarria eman dezakete:

- Mota honetako gertakariekin espero daitezkeen lixibiatuen gutxi gorabeherako emarien eta bolumenen maximoak, eta lixibiatuak kudeatzeko ezarritako amaierako sistemetan duten eragina (arazketa, biltegiatzea eta kanpo-kudeaketa, etab.). Gertakari horietan, sistema hauek egiaz nahikoak diren ala ez edo, aitzitik, egoera horietarako sistema iraunkor edo etenak (larrialdietarakoak) ezarri behar diren.
- Ageriko gainazalei, tarteko estaldurei, gune zigitatuei, barne-jariatzeak desbideratu edo ponpatzeko beharrezkoak eta abarrei dagokienez, ustiapenaren kudeaketari buruzko informazioa, lixibiatuen emarien sorkuntza minimizatzeko asmoz.
- Erlazionatutako azpiegituren kudeaketari buruzko informazioa (ubideak, arekak, urbanizazioa, etab.), ur-sarrerak ekidin edo minimizatzeko asmoz, ohiz kanpokoak diren gertakarietan ere.
- Neurgailu eta kontrolagailuen edota nahi gabeko egoerez ohartarazteko gailuen kudeaketa (adibidez, lixibiatuen biltegiak betetzea).
- Larrialdietarako ekipo eta sistemen prestaketa.
- Eta abar.

#### 6.2.3.2.- Agorraldiak edo prezipitaziorik eza

Agorraldietan edo, orokorrean, prezipitaziorik ez dagoenean, zaborteziaren kudeaketari buruzko aspektu batzuk era argiagoan nabarmenarazten ditu lixibiatuen emariaren erregistroak (hala nola ureztapenen edo lixibiatuak birziklatzearen eragina). Euriteetan, birkargaren narotasunaren ondorioz, kamufaturik gera daitezke aspektu hauek.



40. irudia - Zehaztu beharreko aldaketa edo arazoren bat agerian uzten duten anomalia posible batzuk lixibiatuen emariaren erregistro edo hidrograman; agerikoagoak dira agorraldian.

Aldi berean, kasu batzuetan, drainatze- eta ebakuazio-sistemen funtzionamenduaren egoera ezezagun edo nahi gabekoren bat detektatzen lagun diezagukete. Birkargarik gabeko egoera normal edo ohikoetan aurreikus daitekeen bilakaerarekin alderatuz, egiazko bilakaeran izandako anomalien bidez adieraz ditzake lixibiatuen emariaren erregistroak baldintza horiek. Hortaz, erregistroan halako anomaliarik detektatzen bada, haren kausak aztertu eta zehaztu egin beharko dira; haien artean, neurketa-sistemen funtzionamendu okerra bera (emari-neurgailuak).

Biltegitratutako ur askearen aldakuntzari buruzko atalean dago garatuta agorraldiko lixibiatu-emariaren hidrogramaren analisia. Hor jasotakoaren arabera, analisi honen bidez, agorraldiaren une zehatz bateko ahitze-koefizientea eta biltegitratutako bolumena zehatz daitezke.

### 6.3.- ONDORIOAK ETA GOMENDIOAK

Balantze hidrikoan eta bere interpretazio eta analisisian oinarrituz, dagozkion ondorioak nabarmendu behar dira, eta bai honako hauekin erlazioa duten gomendio egokiak eman ere:

- Balantze hidrikoa bera: datu kuantitatibo garrantzitsuak, aldagai ezberdinen arteko erlazioa (prezipitazioak, lixibiatuak, etab.), sortzen diren fluxuak, etab. Azken kasu honetan, ez dira soilik fluxu garrantzitsuak hartu behar kontuan; aitzitik, eta bereziki, kontrolik ez dutenak edo historikoki kontuan hartu ez direnak ere hartu behar dira barne.
- Azpiegituraren beraren diseinua eta egoera. Baliteke balantze hidrikoari edo haren inguruan egindako lanei esker instalazioan hobeto daitekeen egoeraren bat detektatzea (hala nola ubideak).

- Abiapuntuko datuak lortzeko balio izan duten neurgailuak edo saiakuntzak (gailuen instalazioa, aurretik bazeudenen hobekuntza, mantentze-lanak, etab.).
- Zabortegia kudeatzeko sistemak eta lan-estrategiak.

Hauetako batzuk jardunbide egokiei buruzko atalean daude deskribaturik.

## 7.- BALANTZE HIDRIKOAREN TXOSTENA

Zabortegeien balantze hidrikoen txostenei beharrezko uniformetasuna emateko irizpidearekin, kapitulu honetan, txostenen edukia eta beroiek aurkezteko era daude azalduta. Ezertan galarazi gabe ondorengo txostenek informazio beraren puskak izatea, gomendagarria da txosten bakoitza bere kabuz ulergarria izatea. Horretarako, adibidez, zabortegeiaren ezaugarriak labur azal daitezke hasieran, ondoren balantzearen beraren garapena ulertzen lagun diezaguten.

### 7.1.- EDUKIAK

Gutxienez, honako hauek jaso behar ditu balantze hidrikoaren txostenak:

- Informazioaren jatorria:
  - Kudeatzailearena: irismen orokorra.
  - Beste erakunde batzuen: irismen orokorra.
  - Erreferentzia bibliografikoetakoak.
  - Ikuskapenak (haietako bat, uhaldi-garaian): garapena eta emaitzak.
- Zabortegeiaren ezaugarriak:
  - Zabortegeia:
    - Ontziaren edo zabortegei osoaren geometria eta ontzi edo gelaxken bereizketa.
    - Hondoko iragazgaizpena: mota, sekuentzia, lurrazaleko irismena (ontzi osoa, prestatzen ari diren guneak, etab.).
    - Gainazal motak eta beren ezaugarriak: hondakinak, tarteko estaldurak, bideak, zigilatzeak, etab.
    - Perimetroaren eta aldirien tipologia: isurialde-hegala, urbanizazioa, etab.
    - Urarekin erlazionatutako azpiegitura: ubideen kokapena eta funtzionaltasuna, arekak, drainatze-sistemak, ur-harguneak, gurpil-garbigailuak, etab.
    - Lixibiatuekin erlazionatutako azpiegitura: kokapena, ezaugarriak, funtzionaltasuna.
    - Biogasarekin erlazionatutako azpiegitura: ezaugarriak, funtzionaltasuna, lurrazaleko antolamendua, gasa antzemateko guneak eta gasa zuzenean atmosferara isurtzen duten guneak.

- Jalkitako hondakinak eta gainerako materialak:
  - Tipologia.
  - Jalkitzeko erak (trinkotzea).
  - Lurraren edo beste material batzuen bidezko ekarpenak eta tarteko estaldurak.
  - Guneen bereizketa, hondakin motaren edo biltegi motaren arabera.
- Lurra:
  - Zabortegeiaren perimetrorantz ura isurtzen duten arroak eta mendi-hegalak.
  - Lurzoru mota (geologia sintetikoa).
  - Inguruko ur-puntu historikoak eta oraingoak.
  - Lurzoruaren iragazkortasuna.
  - Funtzionamendu hidrogeologikoaren eskema.
- Kudeaketa:
  - Lixibiatuena: grabitatea, ponpatze jarraitua, aldi baterako metaketa eta ponpatze etena, etab. Birziklatzea. Bertako edo besteren lixibiatuen ontzirako isuri zehatzak.
  - Urena: tarteko estalduren edo zigilatzeen alboetarako hustubideak, bereizketa hidraulikoa egiteko kabailoiak, ponpatze mugikor eta aldi baterakoak, etab. Ur-hargune finko nahiz tangen bidez egindako ureztapenak. Zerbitzu, gurpilgarbigailu eta abarren isuriak.
  - Biogasarena: bat ere ez, pasiboa, edo aktiboa putzu, kondentsatu eta abarren bidez.
  - Lixibiatuekin, urarekin eta biogasarekin erlazionatutako arazoak.
- Kontrol-elementuak eta -sistemak:
  - Behatoki meteorologikoa: kokapena, mota eta neurtzen dituen parametroak.
  - Lixibiatuen emari-neurgailuak edo kontagailuak: kokapena eta mota, kalibrazio-egoera, ziurgabetasunak, etab.
  - Uraren emari-neurgailuak edo kontagailuak (jariatze naturaleko ura, sarekoa, zerbitzuetakoa, gurpilgarbigailuena, etab.): kokapena eta mota.

- Biogasaren emaria edo bolumena kontrolatzeko elementuak: kokapena eta mota.
  - Kanpoaldeko kontrol-putzuak.
  - Kontrol-putzuak eta gasa erauzteko barnealdeko putzuak.
  - Lixibiatuekin, urarekin edo biogasarekin erlazionatutako edozein elementu edo sistema.
- Aurrekariak eta lehenagoko balantze hidrikoak:
    - Aurreko balantzeetan ateratako ondorioak:
      - Orduan kontuan hartutako terminoak eta emaitzak.
      - Adierazitako irizpideak, ziurgabetasunak eta zalantzak.
      - Instalazioari, kontrol-elementuei, kudeaketari eta abarrei buruz adierazitako iradokizunak.
    - Aurreko balantzetik hona izandako aldakuntzen laburpena, honako hauei dagokienez: zaborteziaren eta bere azpiegituren ezaugarriak, hondakinen tipologia, lixibiatuekin erlazionatutako kudeaketa edo kontrol-elementu eta -sistemako ura edo biogasa.
  - Kontzeptu-eredua eta balantze hidrikoan parte hartzen duten terminoak. Hala badagokio, unitate guztiak bereizi behar dira (ontziak edo gelaxkak):
    - Termino posible guztien errepeaso sistematikoa eta parte hartzen dutenen eta parte hartzen ez dutenen definizioa eta justifikazioa:
      - Sarrerak: prezipitazioa, lurrazaleko jariatzea (erreka edo erreka baten sarrera, alboko mendi-hegaletako jariatzea, perimetroko urbanizaziotik datorren jariatzea, ubide eta areken gainezkatzearen ondoriozko sarrera, tarteko estalduretan eta zigitatutako gunetan sortutako jariatzea alboetarantz gaizki ebakutzearen ondoriozko sarrera), lurpeko jariatzea (iturbegi okluiduak, sarrera difusoa), birkarga artifiziala (ureztapenak, lixibiatuen birziklapena edo haiekin egindako ureztapenak, zerbitzu eta gurgil-garbigailuetatik eratorritako isurketak, bertako edo besteren lixibiatuen isurketa zehatzak, biogas-kondentsatuaren isurketak, hodi edo biltegietako ihesak).
      - Irteerak: ebapotranspirazioa, tarteko estalduretan nahiz zigitatutako gunetan izandako eta kanpoaldera ongi ebakutatutako prezipitaziotik eratorritako lurrazaleko fluxua, kontrolatutako lixibiatuak (grabitatea edo ponpak), kontrolatu gabeko lixibiatuak (lurrazaleko iturbegiak, lurpeko lurrazaleranzko iragazpenak, hodi edo biltegietako ihesak).
      - Barne-aldakuntza: biltegitratutako ur askean, hondakinaren eta gainerako materialen hezetasunean, erreakzio kimiko eta biologikoen ondorioz.

- Termino bakoitzak zein toki edo esparru zehatzetan parte hartzen duen identifikatzea.
- Termino bakoitza kalkulatzeko abiapuntuko datuen jatorria:
  - Jatorri orokorra: behatokia, emari-neurgailua, balioespenak, etab.
  - Kontuan hartutako neurketa-sistemen ezaugarriak eta egoera (funtzionamendua, mantentzea, matxurak, etab.).
  - Abiapuntuko datuen defizita, akatsak edo gabezia.
  - Datuak osatzeko egindako korrelazioak edo kontsiderazioak.
- Termino bakoitzari dagozkion kalkuluak:
  - Abiapuntuko datuak.
  - Kalkuluak.
  - Emaitzak
- Balantze hidriko orokorra.
- Azterketa eta interpretazioa.
  - Ziurgabetasunak, aldakuntza posibleak, berrikuspenak, etab.
  - Interpretazio orokorra: balantzearen doikuntza orokorra.
  - Berariazko interpretazioa: aspektu edo fluxu zehatzen errebasoa, hala nola:
    - Isurtze-ontzi osoan izandako prezipitazioaren (edo euri erabilgarriaren) bolumenaren eta kontrolatutako eta kudeatutako lixibiatuen bolumenaren arteko erlazioa.
    - Kontrolatutako eta kudeatutako lixibiatuen bolumenaren eta hondakinak agerian dituzten guneen azaleraren (m<sup>2</sup>) arteko erlazioa.
    - Kontrolatutako eta kudeatutako lixibiatuen bolumenaren eta prezipitazioa ez diren ur-sarreraren (adibidez, ureztapenen) bolumenaren arteko erlazioa.
    - Prezipitazioei dagokienez, lixibiatuak beranduago irtetea.
    - Lixibiatuen hidrogramaren zabaltasunei eta morfologiari dagokienez, prezipitazioen intentsitatearen eta antolamenduaren arteko ezberdintasunak.
    - Eta abar.



- Aldi baterako gertakari esanguratsuak:
  - Prezipitazio biziak edo ohiz kanpokoak (emari handiak): zabortegiaren funtzionamendu orokorra (gainezkatzeak, herrestatzeak, ebakuazio-sistemen gutxiegitasuna, etab.), prezipitazioaren eta lixibiatuen emariaren arteko erlazioa, etab.
  - Agorraldiak (emari txikiak): lixibiatuen emariaren ahitze mota, biltegiatutako urarentzat dakartzan ondorioak, etab.
- Ondorioak eta gomendioak:
  - Balantze hidrikoari berari buruz: sortutako fluxuak, datu kuantitatibo garrantzitsuak, aldagai ezberdinen arteko erlazioa (hala nola prezipitazioaren eta lixibiatuen artekoa), etab.
  - Instalazioaren eta azpiegituren diseinuari eta egoerari buruz (nahikotasuna edo gutxiegitasuna, mantentzea, etab.).
  - Abiapuntuko datuak lortzeko balio izan duten neurketa-tresnak eta -sistemak (gailu berrien instalazioa, aurretik bazeudenen hobekuntza, mantentze-lanak, etab.).
  - Zabortegia kudeatzeko sistemei buruzkoa.

## 7.2.- AURKEZPENA

Kasu bakoitzean, zehaztutako edo eskatutako epe eta moduetan aurkeztu behar da balantze hidrikoaren txostena. EAEn, Ingurumena Zaintzeko Programaren barnean hartzen dira kutsaduraren prebentzio eta kontrol bateratuari buruzko legearen mende dauden zabortegiaren balantzeak, eta martxoaren 31 baino lehen aurkeztu behar dira urtero.

Honako hauek ulertzeko beharrezkoak eta egokiak diren behar bezainbat irudi, ilustrazio, argazki, mapa, profil, eskema eta abarrekin batera aurkeztu behar da balantze hidrikoaren txostena.

- Zabortegiaren ezaugarriak.
- Zabortegiaren funtzionamendu hidriko orokorra.
- Barne hartutako termino guztien parte-hartze zehatza.
- Emaitzak.
- Emaizen interpretazioa.

Txostenaren formatuari dagokionez, honako atal hauetan zatitzea gomendatzen da:

- Memoria: bertan, lehen adierazitako aspektu guztiak deskribatu eta garatu behar dira eta, termino bakoitzaren kalkuluei dagokienez, abiapuntuko datuen erreferentzia, kalkulu-prozeduraren deskribapen orokorra, erabilitako irizpideak edo koefizienteak eta emaitzak baino ez dira barne hartu behar. Dokumentu hau hobeto irakurri eta ulertu ahal izateko, gomendagarria da kalkulu bakoitzaren garapen osoa ez xehatzea eta, ostera, garapen horiek eranskinetan jasotzea.
- Eranskinak: bertan, termino guztien kalkuluen garapena berariaz jaso behar da, eta bai beste edozein datu osagarri ere.
- Planoak: bertan, erlazionatutako aspektu guztiak adierazi behar dira grafikoki mapetan, profiletan eta eskemetan (egoera, kontzeptu-eredua, fluxuak, etab.), berariaz barne hartuz zaborteziaren eta bere aldirien mapak. Horietan, adierazirik egon behar dira kontuan hartutako gune eta elementu ezberdinak: hondakinak agerian dituzten guneak, behin behineko estaldurak dituzten guneak, zigitatutako guneak, isurialde-hegalak, perimetroko urbanizazioa, ubideak, lixibiatuen hodiak, kontrol-putzuak, etab. Adierazgarri modura, baina xehetasun handirik eman gabe, honako plano hauek hartu beharko dira kontuan:
  - Mapa topografiko batean, zaborteziak dituen gelaxka edo ontzi ezberdinen azalera mugatu behar dira, bakoitzean honako hauek adieraziz: geruzen sekuentzia, azalera ( $m^2$ -tan), lixibiatuak drainatzeko sarearen trazadura eta lixibiatu-emariak neurtzeko puntuaren kokalekua. Argazki panoramiko argigarriak edo airetiko argazki nahiz ortoargazkiak jasoko dira, data adieraziz (urtea eta hila). Plano honetan, uneko kontserbazio-egoeraren deskribapena egingo da (behatutako gabeziak eta egindako konponketak, datak adieraziz).
  - Mapa topografikoan, behin behineko nahiz behin betiko zigitatzeek edo agerian dauden hondakinak dituzten gainazalek zaborteziaren hartzen duten azalera mugatu behar da, haietako bakoitzaren geruza-sekuentzia eta azalera ( $m^2$ -tan) adieraziz. Argazki panoramiko argigarriak edo airetiko argazki nahiz ortoargazkiak jasoko dira, data adieraziz (urtea eta hila). Plano honetan, bere gainazalean burututako jardueren deskribapena jaso behar da, enfasia jarriz ura ekar dezaketen jardueretan (adibidez, ureztapenak) edota zigitatze-sekuentzia nahiz uneko kontserbazio-egoera kalte ditzaketen jardueretan (behatutako gabeziak eta egindako konponketak, datak adieraziz).
  - Mapa topografikoan, perimetroko ubideen trazadura mugatu behar da, gainezkatu gabe bidera dezaketen emaria adieraziz, eta bai, ahal dela, gehieneko emari horiek sortzen dituen prezipitazioa ere. Plano honetan, uneko kontserbazio-egoeraren deskribapena jaso behar da, datak adieraziz (behatutako gabeziak eta egindako konponketak, hala nola: urak presatzen dituen harririk, adarrik edo historik dagoen, ubideek arrakalarik duten, etab.).
  - Aurreko planoetan, aipatutako azpiegituretako bakoitza zein urtetan instalatu den adierazi behar da. Ahal dela, obra bakoitzaren hasiera- eta amaiera-datak adierazi behar dira (datak balantze hidrikoan kontuan hartutako denbora-tartearen barruan badaude izango da aipagarria aspektu hau).

- Gainazalen eta azpiegituren bereizketa barne hartzen duten mapa topografiko eta profiletan, balantze hidrikoan kontuan hartutako fluxu ezberdinak irudikatu behar dira.

## 8.- LIXIBIATUEN BILAKAERA HIDROKIMIKOA

Aurreko kapituluetan, kontzeptu-eredua eta zabortegei baten balantze hidrikoan parte hartzen duten termino ezberdinak zehaztu eta kuantifikatzeko garatu beharreko kalkulu-prozedurak daude deskribaturik, eta bai beroiek aurkezteko aspektu formalak ere. Horien bidez, zabortegeian sartu, irten eta zirkulatzen duten uren eta lixibiatuen kopuruak (bolumenak) lor daitezke. Zirkulazio honetan zehar, zabortegei batean sartzen diren ur «garbiak» (normalean, prezipitazioaren ondoriozkoak) lixibiatu bilakatzen dira. Prozesu fisiko, kimiko eta biologikoen bitartez urari gehitutako substantziak edukitzea dute ezaugarri lixibiatu horiek. Lixibiatuek ezaugarri fisiko eta kimiko zehatzak dituzte, eta horiek aztertzea oso interesgarria da. Aplikatu beharreko tratamendu-metodoak edo isurtze-mugak ezagutzeko ez ezik, kudeaketan eta garatu beharreko kontrolean beran lagunduko duen informazio baliotsu eta prediktiboa lortzeko ere balio dute.

Lixibiatuen osaera faktore askok eraginda dago:

- Jalkitako hondakinen eta gainerako materialen motak eta kopuruak.
- Material guztien adina edo jalkitze-unea.
- Masaren iragazkortasuna.
- Sartzen den ur mota eta kopurua (prezipitazioa, jariatzeak, etab.).
- Eta abar.

Kontuan hartuz parte hartzen duten faktoreen kopuru handia, barruti oso zabalen barruan dago lixibiatuen osaera. Ondorioz, ezin zaio zabortegei bat «normala» den ala «akatsen» bat duen zehaztea ahalbidetzen duen baliorik esleitu osaera horri. Zentzu honetan, zabortegei bakoitza bakarra eta ezberdina da (edo izan daiteke). Gida hau egiteko kontsultatutako erreferentzia tekniko batzuetan, HHSen zabortegeietan sortutako lixibiatuen osaeraren aldakuntza-barrutiei buruzko taula adierazgarriak daude (adibidez, GÓMEZ, 1997).

Zabortegei bateko lixibiatuen karakterizazio hidrokimikoa ez da iraunkorra denboran zehar; aitzitik, ontziaren barneko prozesu eta erreakzioak garatuz doazen heinean, bilakatu egiten da. Zabortegei berean, lehenago adierazitako faktoreen araberakoa da bilakaera hori. Honako eboluzio motak bereiz daitezke:

- Zabortegeiaren ezaugarriak aldatzearen ondoriozko bilakaera: ur-sarrera handiago edo txikiagoa, momentu edo denbora-tarte bakoitzean jalkitako hondakinen mota eta kopurua, ustiapenean izandako aldaketak, etab.
- Zabortegei batean gertatzen diren erreakzio eta transformazioen ondoriozko bilakaera, zabortegeiaren ezaugarriak aldatzen ez badira ere («zahartzea»). Zabortegeia zigitatu eta itxi ondoren gertatzen dena da eboluzio mota honen kasu zehatz bat.

Ondorioz, lixibiatuen bilakaera hidrokimikoaren azterketak honako hauek erraz ditzake:

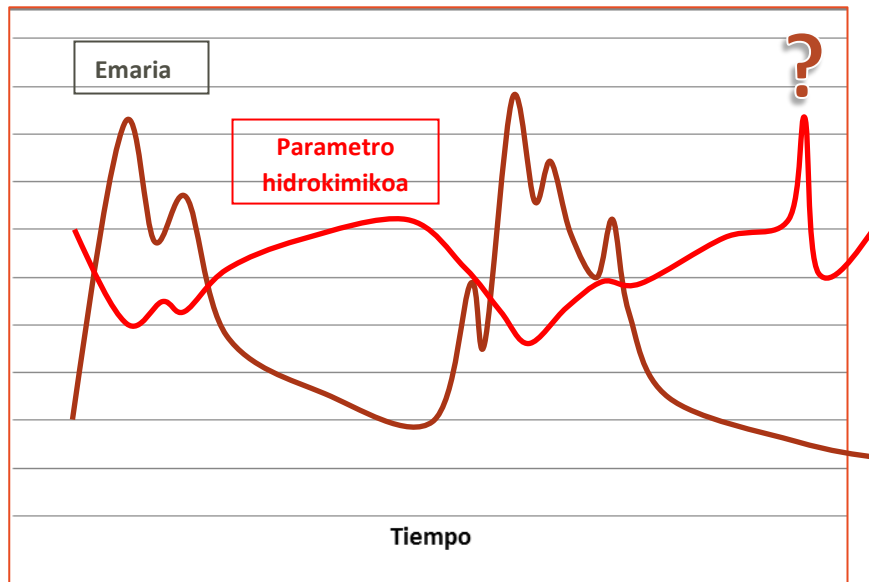
- Zabortegean sartutako uraren eragina ebaluatzea, bai prezipitazioaren ondorioz gertatzen bada eta bai beste edozein prozesuren ondorioz gertatzen bada ere (lurrazaleko jariatzeak, lurpeko uren sarrera, ureztapenak, lixibiatuak birziklatzea, etab.).
- Momenturen batean, kontrolatu gabeko eta lixibiatuen osaeran aldakuntza anomaloak eragiten dituen ura sartzen den ebaluatzea.
- Gainazal motaren eta hondakinak agerian dituzten guneen, estalduren, zigilatzeen eta abarren proportzioaren aldaketen eragina ebaluatzea.
- Jalkitako hondakinen eta gainerako materialen aldaketen eragina ebaluatzea.
- Burututako kontrol hidrokimikoa bera optimizatzea.

Lixibiatuen bilakaera hidrokimikoa aztertzeko abiapuntuko datuak honako hauetatik eratorriak dira:

- Analisi kimikoak.
- Parametro batzuen zunda bidezko neurketa eta erregistro jarraitua (eroankortasuna, tenperatura, pH-a, etab.).
- Lixibiatuen, prezipitazioen eta abarren emariei buruzko datuak (balantze hidrikoaren termino ezberdinen datuak).

Aldizka, ezarritako zaintza- eta kontrol-planari jarraikiz, lixibiatuak analizatu behar dituzte zabortegeiek. Analisi hauen maiztasunaren ondorioz, ezin dira gertakari jakin batzuen xehetasunak ebaluatzeko erabili (hala nola prezipitazio bizen eragina), baina bilakaera orokorrari buruzko informazioa ematen dute. Hortaz, gomendagarria da parametro garrantzitsuenetako batzuk era jarraituan neurtzea ahalbidetzen duten tresnak izatea. Normalean, bere adierazgarritasun eta kostu txikiagatik, eroankortasun elektrikoa izan ohi da parametro hori. Era honetan, emarien erregistro jarraituaren datuak izanik aldi berean, korrelazio finagoak ezarri eta ziurtasun eta interes handiagoko ondorioak atera daitezke.

Aspektu zehatzei buruzko kalkulu gutxi gorabehera konplexuak egitea ezertan galarazi gabe, parametro ezberdinen alderaketan (sarrerak, lixibiatuen emariak, hidrokimika) eta kausen eta ondorioen zehaztapen eta interpretazioan oinarritu behar da bilakaera hidrokimikoaren azterketa. Izandako bilakaera ikusarazten duten grafikoetan oinarrituz egin behar da azterketa hori, eta ez zenbakizko balioak dituzten tauletan oinarrituz soilik.



41. irudia - Bilakaera hidrokimikoaren azterketaren adibidea. Lixibiatuen emariaren (urdinez) eta parametro hidrokimiko baten bilakaeraren (eroankortasuna, parametro jakin baten kontzentrazioa, etab.) arteko konparaziozko azterketa grafikoa. Azterketa honi esker, interpretatu beharreko anomaliak (?) beha daitezke.

Grafikoen bidezko azterketa honetan oinarrituz, zabortegian gertatutakoa interpretatu eta kontrolatutako kausekin (prezipitazio narroagoa, hondakin motaren aldaketa, zigilatze partziala, etab.) nahiz hasieran kontrolatu gabeko kausekin erlazionatu ahal izango dugu. Azken kasu honetan, behatutako efektuaren jatorri posiblea argitu egin beharko da.

Itxi ondorengo kontrolen optimizazioan ardatzen da azterketa mota honen aplikazio zehatzetako bat. Itxi ondorengo zaintza-planaren arabera, beharrezkoa da lixibiatuak aldizka analizatzea denbora-tarte luze batean zehar (gutxienez, 30 urtekoa, kasu gehienetan). Normalean, zehaztu beharreko parametro talde handi bat hartzen du barne azterketa mota honek, eta bilakaera-grafikorik gabeko eta datu analitikoak jasotzen dituzten tauletan aurkeztu ohi dira emaitzak.

Itxi ondorengo denbora-tarteko lixibiatuen azterketak honako hauek ezagutzeko egiten dira:

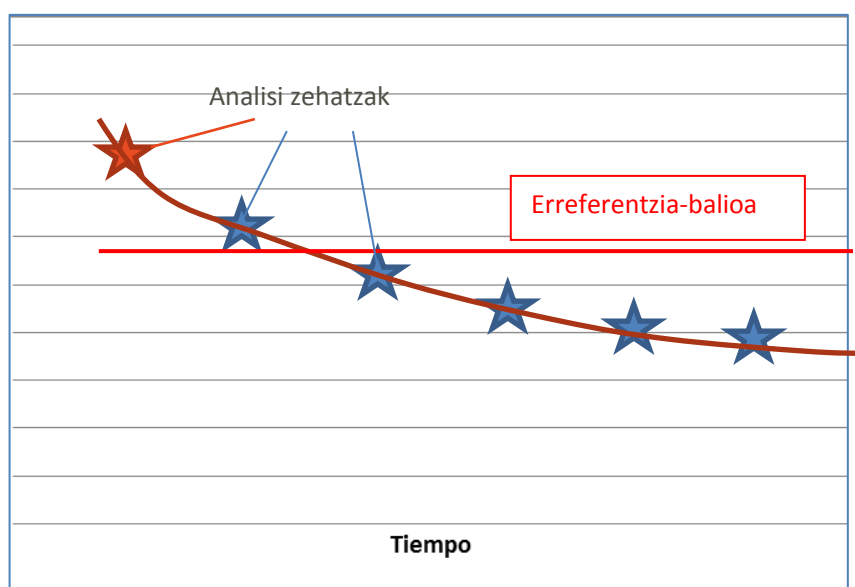
- Zabortegi barruko prozesuak aurreikusitako eran eta kontrolaturik gertatzen diren.
- Ondorengo tratamendu edo isurketari dagokienez, lixibiatuek ezarritako baldintzak betetzen dituzten.

Ondo kudeatutako eta, ondoren, ondo zigilatu eta itxitako zabortegi batean, zera aurreikus daitezke: itxi ondorengo denbora-tartean, parametro bakoitzari dagokionez, lixibiatuen osaera soilik norabide batean bilakatzea edo, asko jota, prozesu batzuen geldotasunaren ondorioz,aldi batez norabide batean bilakatzea eta, ondoren, ibilbide ezberdin baina jarraitu bat irudikatzea. Ohiz kanpoko kasuak salbu, itxi ondorengo denbora-tarte osoan analizatutako

parametroen kontzentrazioan «kontrolik gabeko» eta bat-bateko gorakada eta beherakadarik gertatuko denik aurreikustea ezinezkoa da.

Aurrekoaren arabera, bilakaera «uniforme eta kontrolatu» bat agerian utz badaiteke, posible izango da parametro ezberdinen kontzentrazioaren joera aurreikustea eta, horrekin batera, itxi ondorengo zaintza-planaren aldaketak justifikatu egin ahal izango dira (analisi gutxiago edo parametro gutxiago).

Itxi ondorengo denbora-tarterako baino ez dute balio azterketa eta justifikazio posible hauek, ustiapen-fasean zaborteziaren ezaugarriak aldatu egiten direlako eta, kasu batzuetako parametro batzuk salbu, ezin da aldaketa guztien mendeko bilakaera aurreikusi.



42. irudia - Itxi ondorengo denbora-tarteko parametro kimikoen bilakaera. Azterketa grafikoaren bidez, etorkizuneko bilakaera aurreikus daiteke eta, horrekin batera, zaintza-planaren aldaketak justifikatu (analisi gutxiago edo parametro gutxiago) Kasu batzuetan, bereziki itxi ondorengo denbora-tartearen hasieran, joera bat argiro zehaztea eragozten duten hainbat aldakuntza ager daitezke.

## 9.- PROGRAMA INFORMATIKOAK

Ingurune porotsu oso konplexuak dira zabortegiak, eta bereizgarri garrantzitsuak ere badituzte, hala nola heterogeneotasun handia, izaera aldakorra eta degradazio jarraitua. Hauek guztiek zail egiten dute lurzoruei edo lurzoruko fluxuak modelizatzeari buruzko eredu matematikoak erabiltzea. Gida honetan adierazitako balantze hidrikoak egiteko metodologiak planteamendu sinplifikatua du, baina, esparru honetan, egokia da zabortegiak kontrolatzeko eta era egokian kudeatzeko. Halere, baldintza jakin batzuetan, interesgarria izan daiteke aurreratuagoak diren eta programa informatiko zehatzetan oinarritutako kalkuluekin osatzea kalkulu horiek. Ateratako ondorioak alderatzeko edo kontuan hartutako fenomenoetako batzuk (hala nola lixibiatuen kalitatearen bilakaera, biogasaren sorkuntza, jalkitzeak, etab.) xehetasun handiagoz aztertzeo erabil liteke modelizazio hau.

Azken hogeitaz urteetan zehar, zentzu honetan lagun dezaketen programa informatiko ezberdinak garatu dira. Tresna informatiko hauetako batzuek biogasaren sorkuntza eta isurketa potentziala ebaluatzen dute, eta beste batzuk balantze hidrikoan ardatzen dira, lixibiatuek transmititutako kutsadura kontuan hartuz edo ez.

Programarik hedatuena HELP da (SCHROEDER et al., 1994) (*Hydrologic Evaluation of the Landfill Performance*). Estatu Batuetako Ingurumen Agentziak garatua da (US-EPA). Doako programa bat da, eta zabortegi itxien simulazio hidraulikoa egiteko sortu zen. Hortaz, zabortegiaren irudikapen finko bat erabiltzen du, ia dimentsio biko. Zabortegia dimentsio bakarrean diskretizatzen du, bere altuera mota ezberdinetako hainbat geruzatan bananduz. Horien bidez, drainatze-sistemataranzko hezetanaren fluxua kalkulatu du, geruza batzuetan fluxu horizontalaren eredu bat barne hartuz.

HELP-en, gainazaleko balantzearen modelizazio oso xehatua erabiltzen da, bereziki estalduraren geruzako landaretzaren mendeko fenomenoetarako dagokienez. Ebapotranspirazioaren ereduak Ritchiek Penmanen lanei egindako eraldaketetan daude oinarriturik. Euri erabilgarriaren oinarrituta, SCSren (Estatu Batuetako *Soil Conservation Service*) kurba-zenbakiaren metodoa erabilia, lurrazaleko jariatzea kalkulatu du, balantzeko infiltrazioa balioetsiz.

1994an argitaratu zenetik, programa hau asko erabili izan da hainbat instalaziotan, eta administrazio batzuen kalkuluak justifikatzeko erabili ere egin izan da, bereziki Estatu Batuetan. Halere, zabortegiaren irudikapen finko bat darabilenez, balantzearen denboratartean zehar aldaketak jasan dituzten zabortegiaren segimendu egokia egitea zaila da HELP-en bidez. Gainera, inplementatutako ereduak mugak dituztela ikusi da (BERGER, 2002).

Beranduago, fenomeno hidrikoen irudikapena hobetzeko eta, gainera, hondakinen degradazioaren edo jalkitzearen moduko prozesuak eransteko ahaleginak egiten dituzten beste simulazio-eredu batzuk agertuz joan dira. Eredu hauen artean, LDAT, HBM edo MODUELO daude, Southamptongo Unibertsitateak (Ingalaterra), Napier Unibertsitateak (Eskozia) eta Kantabriako Unibertsitateak garatuak, hurrenez hurren.

LDAT (*Landfill Degradation and Transport Model*), batez ere, zabortegietako kutsatzaileen degradazioa eta garraioa simulatzean dago ardatzurik. Bolumen konstanteko elementuen bitartez, ezberdintasun finituen dimentsio biko sare batean irudikatzen du zabortegia. Hondakinaren poroetako likidoaren eta gasaren garraio-fenomenoak simulatzea ahalbidetzen



duen oinarritzko algoritmoa abiapuntutzat hartuz (WHITE et al., 2003), hainbat simulazio-eredu erantsiz joan da, hala nola hondakinen degradazioarena, biogasaren sorkuntzarena, jalkitzeena edota oreka kimikoarena. Diskretizazioaren elementu guztien propietateen bilakaera historikoa lor daiteke programaren bitartez eduki solidoak, likidoak, azido eta gasak, isuritako gasa, bakterio-populazioa eta jalkitzea.

Dimetsio biko eskema batean oinarritutako ereduak da HBM ere (Hydro-Bio-Mechanical) (MCDUGALL, 2007), eta egiazko zabortegetako efektu garrantzitsuak kontuan hartzea ahalbidetzen du, hala nola geometria ezberdinak, hondakinaren heterogeneotasuna, anisotropiak eta betetze-prozesua. Hiru sistema nagusi ditu: hidraulikoa, mekanikoa eta biodegradaziozkoa. Fenomeno nagusi bakoitzak beste bietan duen eragina kontuan hartzea ahalbidetzen duten errutinekin loturik daude sistema hauek. Eragin horrek aldagai edo parametro batzuen balioa alda dezake.

Zabortegearen ebaluazio hidrikoa egiteko, LDAT eta HBM programen aplikazioa mugatua da, ez baitute aukerarik ematen lurrazaleko balantzearen kalkulurik egiteko. HMB programaren kasuan, esate baterako, era berezian kalkulatu beharko litzatekeen infiltrazio-tasa bat hartzen da oinarritzat.

MODUELO (CUARTAS, 2013) betegarri sanitarioak diseinatzeko, eraikitze eta haien segimendua egiteko erabilitako programa da. Fenomeno hidrologikoak eta biodegradazioarekin nahiz jalkitzearekin erlazionatutakoak batera kontuan hartuz (LOBO Y TEJERO, 2007), eta bai horien arteko elkarrekintza kontuan hartuz ere, simulazio dinamikoak egiten ditu. Datu-base erlazional batekin eta integraturik duen GISean oinarritutako betegarriaren hiru dimentsioko irudikapen batekin bateratzen du prozesu hauen guztien simulazioa. GIS integratuak ereduak editatu eta emaitzak erakutsi ditzake. Beste eredu batzuek ez bezala, zabortegearen balio-bizitzako une bakoitzean eta isurtze- eta ustiapen-historian oinarrituz, hiru dimentsiotan irudikatzen du betegarria. Honi esker, instalazio bakoitzaren berezitasunei doitasunez egokitzen da, eta dagozkion aldaketak barne hartzen joan daiteke. Balantze hidrologikoan, MODUELO programak bai hartzen ditu barne Penman eta Hortonen ereduak bitartez balioetsitako lurrunketa eta infiltrazioa kontuan hartuz egindako lurrazaleko balantzearen kalkulua. Hondakinen osaerari buruzko datuen, datu klimatologikoen eta lan-estrategien bitartez, lixibiatuen eta biogasaren kopuruaren eta kalitatearen bilakaera balioetsi dezake.

Betegarri sanitario ezberdinen ebaluazioa eta segimendua egiteko erabili izan da MODUELO. Ixtearen alternatibak ebaluatzeko aplikatu izan da, eta zabortegea egonkortu arteko zaintza-denboraldiak ebaluatzeko, lurpeko uren sarrerak detektatzeko, hondakinak iritsitako eta arro drainatzaileko aldirietan sortutako jariatzea detektatzeko, edo hondakinak eta sortutako lixibiatuetan duten eragina kudeatzeko alternatibak ebaluatzeko. Egun, tresnen laguntzaz, instalazioen diagnostikoa eta zabortegearen segimendua eta kontrola egiteko erabiltzen da ereduak.

Adierazitako ereduak arrakastaz aplikatu izan dira kasu ezberdinetan, baina, oraindik, oro har, ez dira erabiltzen zabortegearen kudeaketan laguntzeko tresna gisa. Bi dira arrazoi nagusiak: batetik, datuak biltzeari, informazioa tratatzeari eta ereduak kalibratzeari dagokionez, modelizazioa egiteko beharrezkoak diren ahaleginak, eta, bestetik, beren funtzionamendu egokia berresteko balio duten behar besteko erreferentzia-kasurik ez dagoenez, lortutako emaitzek sortzen duten ziurgabetasuna.

## 10.-JARDUNBIDE EGOKIAK

Aurreko kapituluetan, zabortegietako urarekin erlazionatutako aspektu ezberdinak garatu dira: fluxu motak, sarrera eta irteera mota posibleak, parametroak, kopuruen kalkulua, etab. Horretan oinarrituz, uraren kudeaketarekin erlazionatutako jardunbide egoki batzuk identifikatu daitezke, eta kapitulu honetan xehatuko dira. Zabortegiaren proiektu eta bizitzako esparru askorekin hertsiki erlazionaturik dagoenez uraren kudeaketa (kokalekua hautatzea, iragazgaizpen mota, azpiegiturak, lan-sistemak, kontrol-sistemak, etab.), honen asmoa ez da diseinua nahiz eguneroko lanek dakartzaten jarduerak barne hartuko dituen tratatu edo laburpen orokor bat egitea. Gida eta eskuliburu ezberdinen bidez eskura daitezke horrelako tratatu orokorrak, eta haietako asko nazioarteko erakunde edo agentzia ezberdinek editaturik daude. Horren ordez, zabortegi bat kudeatzerako orduan kontuan hartu beharreko eta urarekin erlazionatutako aspekturik garrantzitsuenetako batzuk nabarmentzea da kapitulu honen xedea.

Jardunbide egokiak, beren adierarik zabalenean, helburu jakin bat erdiesten laguntzen duten ekintzak dira. Uraren eta zabortegiaren esparruan, uraren kudeaketa egokia faboratzen duten ekintzei egiten diete erreferentzia. Jardunbide hauetako batzuk indarreko legedian daude jasota, baina beste batzuk ez dira esplizituki eskatzen. Azken hauek araudian adierazitako kontzeptuei egiten diete erreferentzia, edo, proposatutako helburua erdiesterako orduan, beren eraginkortasuna agerian utzi duten teknika eta prozedurekin daude erlazionaturik.

Indarreko araudiari so eginez (Estatuan, 1481/2001 Errege Dekretua eta, EAEn, 49/2009 Dekretua), kontuan hartu beharreko jardunbide egoki batzuk edo gauzatutako jarduerak izan beharreko helburua zein den defini daiteke. Derrigorrez bete beharreko araudia denez, hemen adierazitako guztia eztaba daezina da; izan ere, kontua ez da ekintza bat «ahalik eta hoberen» garatzen «saiatzea», nahitaezkoa dena betetzea baizik.

Jarraian, 1481/2001 Errege Dekretuan jasotako hainbat puntu daude transkribaturik. Bat datoz, ia osorik eta literalki, 49/2009 Dekretuan xedatutakoarekin. Puntu hauek irakurritz, zabortegia kudeatzean betetako «jardunbide egokien» baldintzak eta beroiei dagozkien helburuak nabarmen daitezke eta, hortaz, ez da honi buruzko iruzkin gehigarririk egin behar.

*9. artikulua. Baimena emateko baldintzak.*

*1. Zabortegi berri bati baimena eman aurretik, edo aurretik bazegoen bat handitzeko edo eraldatzeko baimena eman aurretik, agintari eskudunek honako hauek egiaztatu behar dituzte, gutxienez:*

*a) Prestakuntza tekniko egokia duen pertsona baten esku egongo dela zabortegiaren kudeaketa, eta zabortegiko langileen garapena nahiz prestakuntza profesional eta teknikoa aurreikusita daudela, bai lanak hasi aurretik eta bai zabortegiaren balio-bizitzan zehar.*

*I. ERANSKINA*

*Zabortegi mota guztiek bete beharreko baldintzak.*

## 2. Uren kontrola eta lixibiatuen kudeaketa.

Zaborteziaren ezaugarriei eta baldintza meteorologikoei dagokienez, egokiak diren neurriak hartu behar dira, honako helburu hauekin:

*zabortezi giko ontzian sartzen den prezipitazio-ura kontrolatzea;*

*lurrazaleko nahiz lurpeko urak jalkitako hondakinetan sartzea ekiditea;*

*kutsatutako urak eta lixibiatuak bildu eta kontrolatzea;*

*zabortezi gikoan bildutako ur kutsatuak eta lixibiatuak tratatzea, beroiek isurtzeko bete beharreko arauak betez, edo beren isurketa ekiditeko, hartarako egokiak diren teknikak aplikatuz.*

## 3. Lurzoruaren eta uren babesa

1. Lurzoruaren, lurpeko uren edo lurrazaleko uren kutsadura ekiditeko eta, aurreko atalean xedatutako baldintzetan, lixibiatuak modu eraginkorrean biltzen direla bermatzeko beharrezkoak diren baldintzak bete behar dituzte zabortezi guztien kokapenak eta diseinuak.

## 4. Gasen kontrola

1. Zabortezi-gasen metaketa eta isurketa kontrolatzeko egokiak diren neurriak hartu behar dira.

2. Hondakin biodegradagarriak jasotzen dituzten zabortezi guztietan, zabortezi-gasak jaso, tratatu eta aprobetxatu egin behar dira. Bildutako gasa energia sortzeko erabili ezin bada, erre egin beharko da.

## III. ERANSKINA

*Ustiapen-faseetan eta ondorengo mantentzean jarraitu beharreko kontrol- eta zaintza-prozedurak*

### 1. Sarrera

*Burutu beharreko prozedura minimoak erraztean datza eranskin honen xedea eta, horren ondorioz, honako hauek egiaztatzea:*

*dagokion zabortezi motari esleitutako irizpideei jarraikiz, hondakinak deuseztatzeke onartu egin direla;*

*zabortezi barruko prozesuak behar bezala gauzatzen direla;*

*ingurumena babesteko sistemak bete-betean ari direla funtzionatzen, nahi bezala;*

*zaborteziari baimena emateko baldintzak bete egiten direla.*

### 3. Isurtze-datuak: ur, lixibiatu eta gasen kontrola.

Adierazgarriak diren puntuetan, lurrazaleko ur- eta lixibiatu-laginak bildu behar dira, egonez gero. Instalazioaren lixibiatuak jasotzen dituen puntu bakoitzean, bereizirik, egin behar dira lixibiatuaren lagin-hartzea eta neurketa (bolumena eta osaera).

Egonez gero, lurrazaleko uren kontrola gutxienez bi puntutan gauzatu behar da: bata, zabortegiko urari goiti, eta bestea, urari beheiti.

Zabortegiko sekzio bakoitzaren adierazgarria izan behar da gasen kontrola. Gasak energia sortzeko aprobetxatzen ez dituzten zabortegietan, gas horien isurtze- edo erretze-puntuetan egin behar da kontrola.

### 4. Lurpeko uren babesa

A) Lagin-hartzea. Hondakin-isurketak lurpeko uretan izan dezakeen eragina kontrolatzeko neurketak, gutxienez, zabortegian sartzen den lurpeko uraren norabidean gora kokatutako puntu batean egin behar da, eta, gutxienez, irteten den fluxuaren norabidean behera kokatutako bi puntutan. Azterketa hidrogeologiko zehatzen bat egiteko, eta kontuan hartuz, hala badagokio, lurpeko uretara nahi gabe isuritako lixibiatuak bizkor detektatzeko beharrezana, kontrol-puntuaren kopurua handiagotu egin daiteke.

Isurtze-lanei ekin aurretik, gutxienez, hiru puntutako laginak hartu behar dira, ondorengo lagin-hartzeetarako erreferentziako balioak ezartzeko.

### 5. Inguruko topografia: isurtze-ontziari buruzko datuak

Zabortegia deskribatzeko datuak: hondakinek hartutako azalera, beren bolumen eta osaera, biltegitratze-metodoak, biltegitratzearen iraupena, zabortegian oraindik erabilgarri dagoen biltegitratze-edukieraren kalkulua.

Manu hauek kontuan hartuz, jarraian, adierazgarri modura, baina xehetasun handirik eman gabe, jardunbide egoki batzuk daude aurkezturik, honako epigrafe hauetan taldekatuta:

- Diseinua eta ustiapena.
- Kontrol-elementuak.
- Segimendua eta erregistroa.

## 10.1.- DISEINUA ETA USTIAPENA

Zabortegiaren diseinuari eta ustiapenari dagokienez, honako jardunbide egoki hauek iradokitzen dira:

- Zabortegian lan egiten duten langileei (langile guztiei) uraren kudeaketa egokiari eta jardunbide egoki hauei buruzko prestakuntza ematea.
- Zabortegiko azpiegitura guztien aldizkako mantentze-lanak eta berehalako konponketak kudeatzeko zerbitzu, prozedura edo mekanismo bat izatea, barne hartuz, kontuan

hartutako esparruari dagokionez, urarekin eta lixibiatuekin erlazionatutako azpiegiturak (ubideak, arekak, drainatzeak, hodiak, ponpak, biltegiak, emari-neurgailuak, kontagailuak, etab.).



*Prestakuntza*



*Mantentze- eta konponketa-zerbitzua*

*43. irudia - Jardunbide egoki batzuk (I) (ikusi testua)*

- Zabortegei baten instalazioak osatzen dituzten gune ezberdinak argiro bereizi eta mugatzea, bai fisikoki eta bai hidraulikoki: isurtze-ontzia, lixibiatuen putzua (egonez gero), hondakinak jasotzeko gunea, baskula, bulegoak eta aldagelak, biltegiak, lixibiatuak tratatzeko instalazioa, bideak, gurpil-garbigailuak, mantentze-guneak, etab. Sistema horietan guztietan, drainatze-sistemak instalatzea eta, uretan izandako efektu potentzialaren arabera, hustubide egokiak instalatzea, jariatze bakar eta difusoa edo kontrolik gabekoa duen gune zabal bat sor ez dadin. Isurtze-ontziaren perimetroari dagokionez, arreta berezia jartzea sarrera edo irteerako gune edo bideari, jariatze-uren sarrera izan ohi da-eta (arekak eta saretak jartzea).
- Antza txikiak badira ere, jariatze-uren sarrera potentzialak alboetarantz desbideratzea (erreka eta erreka defintituak, ontzirantz makurtutako isurialde-hegalak, perimetroko urbanizazioa, etab.).
- Isurtze-ontzi barruan urik ez isurtzea (zerbitzuak, gurpil-garbigailuak, etab.), ez eta lixibiatuak edo bestelako substantziarik ere. Ustiapenerako ureztapenak minimizatzea.



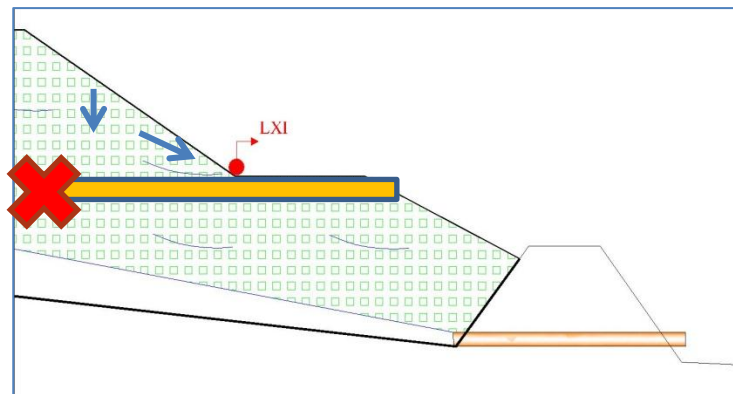
*Uraren alboetaranzko desbideratzeak eta guneen bereizketa*



*Ontzian urik edo lixibiatuak ez isurtzea*

44. irudia - Jardunbide egoki batzuk (II) (ikusi testua)

- Lixibiatuen sorkuntza minimizatzea, kontuan hartu gabe eskualdeko saneamendu-sistema batera ebakutzen diren edo behar besteko kapazitatea duen instalazio batean tratatzen diren.
- Hondakin-masaren barnealdeko uren, lixibiatuen eta gasen mugikortasuna faboratzea, ebakutzeko eta kudeatzeko puntuetarantz mugi daitezen eta, horrela, «poltsa» isolaturik ager ez dadin.



*Barnealdean, lixibiatuen zirkulazio bertikalak izan ditzakeen oztopoak deuseztatzea eta berririk ez sortzea*

45. irudia - Jardunbide egoki batzuk (III) (ikusi testua)

- Ahal dela, ontziaren gainazala gelaxka edo tamaina txikiagoko fasetan zatitzea, eta, une bakoitzean gelaxka edo fase horietako bat bakarrik egon dadin aktibo edo irekirik, hurrenez hurren beroiek prestatu, bete eta zigilatze plan bat prestatzea.



*Gelaxka edo fasetan zatitzea*

*Rainflap-ak eta tarteko estaldurak*

*46. irudia - Jardunbide egoki batzuk (IV) (ikusitua)*

- Era jarraituan, osatutako gelaxka edo faseak aldi baterako zigilatzea, eta, posible denean, behin betiko zigilatzea, kontuan hartuz jalkitzeek izan ditzaketan efektuak.
- Hondoko iragazgaizpenean eta ura alboetarantz husten duten iragazkortasun txikiko tarteko estalduretan *rainflap*-ak barne hartzen dituen ustiapen-plan bati helduz, hondakinak jalkitzeko eta lixibiatuak sortzen dituen gune aktiboa minimizatzea gelaxka edo fase bakoitzean.
- Uren, lixibiatuen eta gasen aipatu mugikortasuna faboratzeko asmoz, iragazkortasun txikiko tarteko estaldurek beren funtzioa bete dutenean, beroiek kentzea edo apurtzea, fluidoaren zirkulazio bertikala oztopatu ez dezaten.
- Ahalik eta mailarik baxuenean mantentzea zabortegearen barnealdeko lixibiatuen maila. Ebakuazioa ponpen bidez egiten bada, ia guztiz jarraitua den ponpatze-sistema bat ezartzea, lixibiatuak gordetzeko edo erregulatzeko biltegi gisa erabili gabe isurtze-ontzia.
- Hedapen- eta trinkotze-metodoen bidez biltegitratzea hondakinak, beroien birrinketa eta nahasketa faboratuz.

## 10.2.- KONTROL-ELEMENTUAK

Kontrol-elementuei dagokienez, honako hauek erabili behar direla adierazten da, bakoitzari dagozkion kalibrazio- eta mantentze-programak ere burutuz:

- Behatoki meteorologikoa: gutxienez, prezipitazioa, temperatura, haizea eta hezetasuna kontrolatu eta erregistratzeko.
- Emari-neurgailua edo kontagailua: lixibiatuen emariak era jarraituan kontrolatu eta erregistratzeko.
- Eroankortasun-neurgailua: lixibiatuen eroankortasun elektrikoa era jarraituan kontrolatu eta erregistratzeko (zunda).



- Emari-neurgailua, kontagailua edo dagokion sistema: dena dela arrazoia, baztertu edo isuri beharreko lixibiatu edo urak kontrolatu eta erregistratzeko (zerbitzu eta gurpilgarbigailuetako ura, isuritako ur zikina edo edozein jatorriko lixibiatuak, hargune finko edo tangen bidez egindako ureztapenak, ontziaren barrutik egindako ur- edo lixibiatu-ponpatzeak, etab.).



*Behatoki meteorologikoa*



*Lixibiatuen emari-neurgailua, erregistro jarraituarekin*



*Isurketa eta ponpatzeetarako kontagailuak*



*Lixibiatuen eroankortasun-neurgailua, erregistro jarraituarekin*

47. irudia - Jardunbide egoki batzuk (V) (ikusi testua)

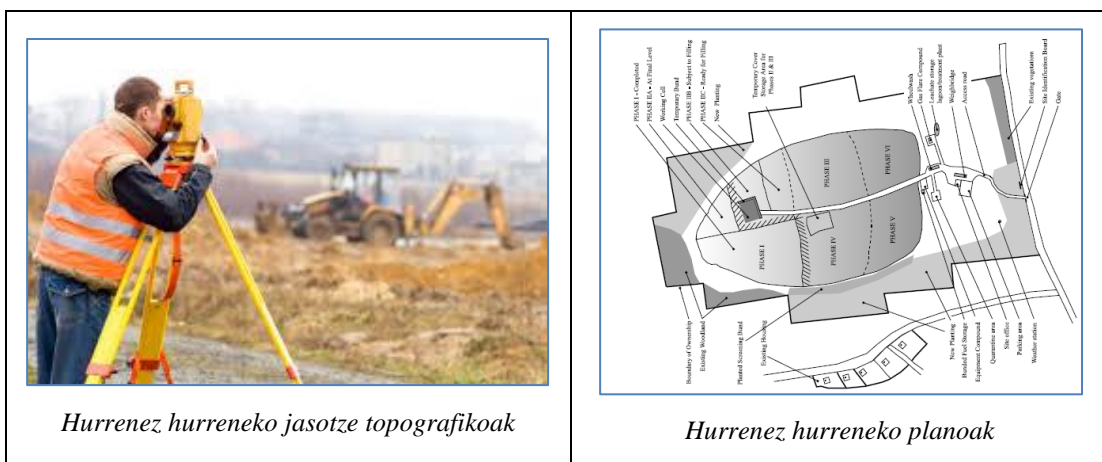
### 10.3.- SEGIMENDUA ETA ERREGISTROA

Segimendu- eta erregistro-prozedurei dagokienez, honako jardunbide egoki hauek adierazten dira:

- Urarekin, lixibiatuekin eta gasarekin erlazionatutako datuak eta informazioa erregistratzeko sistema bat izatea, eta erlazionatutako edozein aspektu era eraginkorren erregistratzea ahalbidetu eta errazten duten prozedurak izatea ere (aurrezarritako kontrolak, ikuskapen zehatzak, arazoak, anomaliak, etab.).



- Zaborteigiaren eta bere azpiegituren xehetasunaren jasotze topografikoak egitea, hurrenez hurren eta aldizka, azpiegituren kokapena eta isurtze-ontziaren geometria agerian utziz eta gainazal ezberdinak bereiziz (hondakinak, estaldurak, zigilatzeak, hondoko iragazgaizpena, prestatzen ari den gunea, etab.).
- Eskura dauden planoetan, burututako mota guztietako obrak edo eraldaketak erregistratzea, beroiek egiterako orduan bertan (estaldurak, zigilatzeak, arekak, etab.), zaborteigiaren historia xehatua berreraikitzea ahalbidetzen duen plano-segida bat sortuz.



48. irudia - Jardunbide egoki batzuk (VI) (ikusitua)

- Zaborteigiaren egoerari, bertako azpiegiturei eta kontrol-sistemei buruzko azterketa eta ikuskapen erregular eta periodikoak egitea. Azterketa eta ikuskapen hauen artean, berariaz barne hartu behar dira uhaldi-garaian edo prezipitazio biziak daudenean egindako ikuskapenak.
- Azterketa eta ikuskapen guztiak erregistratzea.
- Burututako mantentze- eta konpontze-lan guztiak erregistratzea.
- Anomalia edo arazoak, beren kausak eta ondoren burututako ekintza guztiak erregistratzea.



*Azterketak eta ikuskapenak*



*Informazio-erregistroa*

*49. irudia - Jardunbide egoki batzuk (VII) (ikusi testua)*

- Aldizkako balantze hidriko xehatuak egitea.
- Lixibiatuen bilakaera hidrokimikoa eta ustiapen-jardunbideekin duen erlazioa aztertzea.
- Balantzeak egitean eta lixibiatuen hidrokimika aztertzean egindako aurkikuntzetatik eratorritako ekintzak garatzea.

## 11.-ERREFERENTZIAK ETA BIBLIOGRAFIA OSAGARRIA

ADEBOYE, O.B., OSUNBITAN, J.A., ADEKALU, K.O. eta OKUNADE, D.A. (2009): *Evaluation of FAO-56 Penman-Monteith and temperature based models in estimating reference evapotranspiration using complete and limited data. Application to Nigeria*. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Eskuizkribu zenbakia: 1291. XI. liburukia.

ALBRIGHT, W.H., BENSON, C.H., GEE, G.W., ROESLER, A.C., ABICHOU, T., APIWANTRAGOON, P., LYLES, B.F. eta ROCK, S.A. (2004): *Field water balance of landfill final covers*. Journal of Environmental Quality, 33. 2317-2332.

ALFRED, J. N. (2013): *Evaluation of field capacity of municipal refuse dumpsite (a case study of university of Maiduguri dumpsite)* The Experiment, 2013. 14(3) liburukia. 1008-1015.

ARAUZO, M., DÍEZ, J.A., MARTÍNEZ-BASTIDA, J.J., VALLADOLID, M. eta HERNÁIZ, P. (2007): *Comparación de un método directo y un método indirecto para la estimación del drenaje y el balance hídrico en la zona no saturada*. Estudios de la Zona No Saturada del Suelo. VIII. liburukia. 77-82.

ASPAPPEL (2007): *Diagnóstico de la generación y gestión de residuos sólidos en la industria papelera española*. Edizioa: Asociación Nacional de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón.

BEAVEN, P. (2000): *The hydrogeological and geotechnical properties of household waste in relation to sustainable landfilling*. Dissertation submitted for the degree of Doctor of Philosophy. University of London (Erresuma Batua).

BENGTSSON L., BENDZ, D., HOGLAND, W., ROSQVIST, H. eta AKESSON, M. (1994): *Water balance for landfills of different age*. Journal of Hydrology 158. 203-217.

BERGER, K. (2002): *Potential and limitations of Applying HELP Model for surface covers*. In Practice periodical of hazardous, toxic, and radioactive waste management, 2002ko uztaila. 192-203.

BLIGHT, G.E. (2002): *Measuring evaporation from soil surfaces for environmental and geotechnical purposes*. Water SA. 28. liburukia, 4. zenbakia. 381-394.

CEPIS (2002): *Manual de diseño de galerías filtrantes*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Medio Ambiente. OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR. Lima (Peru).

CHANDRAPPA, R eta DAS, D. B. (2012): *Solid Waste Management: Principles and Practice*. Springer-Verlag. Berlin.

CHRISTENSEN, T.H. (2011): *Solid waste technology and management*. John Wiley & Sons, Chichester, Erresuma Batua.

COSTELLO, L.R. et al. (1991): *Estimating water requirements of landscape plantings. The landscape coefficient method*. Cooperative Extension University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 21493 liburuxka.

CUARTAS, M. (2013): *Optimización del diseño de vertederos de residuos sólidos basada en modelización*. Doktorego-tesia. Bide, ubide eta portuetako goi-ingeniaritza eskola teknikoa. Kantabriako Unibertsitatea. Santander.

CUI, Y. eta ZORNBERG, J.G. (2008): *Water Balance and Evapotranspiration Monitoring in Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. Geotech Geol Eng (Springer).

DI BELLA, G., DI TRAPANI, D., MANNINA, G. eta VIVIANI, G. (2012): *Modeling of perched leachate zone formation in municipal solid waste landfills*. Waste Management 32. 456-462.

DWYER, S.F. (2003): *Water balance measurements and computer simulations of landfill covers*. Doktorego-tesia. Mexiko Berriko Unibertsitatea (EEBB).

ECK, C.P. (2000): *Effects of moisture content in solid waste landfills*. Tesis Master of Science. Air Force Institute of Technology (EEBB).

ENVIRONMENT AGENCY (UK) (2004): *Contaminant fluxes from hydraulic containment landfills*. SC0310/SR.

ENVIRONMENT AGENCY (UK) (2009): *A technical assessment of leachate recirculation*. SC030144/R6.

EPA (EEBB) (1975): *Use of the water balance method for predicting leachate generation from solid waste disposal sites*. EPA-SW-168.

EPA (EEBB) (1980): *Hydrologic simulation on solid waste disposal sites*. EPA-SW- 868.

EPA (EEBB) (2003): *Example moisture mass balance calculations for bioreactor landfills*. EPA-456/R-03-007.

EPA (EEBB) (2014): *Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model (WARM)*. Webguneko informazio ezberdina.

EVE – Energiaren Euskal Erakundea (1998): *Euskal Autonomia Erkidegoko mapa hidrogeologikoa*.

FAO (2006): *Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. FAO Estudio Riego y Drenaje, 56. alea.

FELLNER, J., DOBERL, G., ALLGAIER, G eta BRUNNER, P.H. (2009): *Comparing field investigations with laboratory models to predict landfill leachate emissions*. Waste Management 29. 1844-1851.

GIROUD, J.P. eta BONAPARTE, R. (1989): *Leakage through liners constructed with geomembranes-Part I. Geomembrane liners*. Geotextiles and Geomembranes, 8. alea. 27-67.

EUSKO JAURLARITZA (2003): *Estudio de evaluación de los recursos hídricos totales en el ámbito de la CAPV*.

GOBIERNO VASCO (2015): *EAEko hondakinak prebenitu eta kudeatzeko plana / 2020*.

GÓMEZ, M.A. (1997): *Estudio hidrológico de vertederos controlados de residuos sólidos urbanos: vertederos de Gipuzkoa y Navarra el vertedero como sistema acuífero*. Doktorego-tesia. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea.

HJELMAR, O., ANDERSEN, L. eta HANSEN, J.B. (2000): *Leachate emissions from landfills*. AFR-REPORT 265. EPA Suedia.

HUNG, C.S. (2004): *Hydrological balance of landfill in Hong Kong*. Tesis Master of Science. Hong Kong-eko Unibertsitatea.

IHOBE (2005): *Airera egindako emisioak neurtzeko, zenbateteko eta kalkulatzeko Gidaliburu Teknikoa. Hondakinen Kudeaketaren Sektorea*.

IHOBE (2008): *Airera egindako emisioak neurtzeko, zenbateteko eta kalkulatzeko Gidaliburu Teknikoa. Hondakinen Kudeaketaren Sektorea (2008ko bertsioa)*.

JAIN, P., POWELL, J., TOWNSEND, T.G. eta REINHART D.R. (2006): *Estimating the Hydraulic Conductivity of Landfilled Municipal Solid Waste Using the Borehole Permeameter Test*. Journal of Environmental Engineering, B132 liburukia, 6. alea.

JIA, G.-W., ZHAN, L.T. eta CHEN, Y-M. (2009): *Influence of rainfall pattern on the infiltration into landfill earthen final cover*. Proc. of Int. Symp. on Geoenvironmental Eng., ISGE2009 (Txina).

KAZIMOGLU, Y.K. (2007): *Moisture retention and conductivity properties of waste refuse: a laboratory study*. Doktorego-tesia. Napier Unibertsitatea. Edinburgo (Erresuma Batua).

KHIRE, M.V., BENSON, C.H. eta BOSSCHER, P.J. (1997): *Water balance modelling of earthen final covers*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. August. 744-754.

KOERNER, R.M. eta KOERNER, J.R. (2009): *Survey of U.S. State Regulations on allowable leakage rates in liquid impoundments and wastewater ponds*. GRI White Paper, 15. alea. Geosynthetic Institute. EEBB.

LOBO, A. (2003): *Desarrollo de Modulo 2: herramienta para la evaluación de la contaminación producida en vertederos de residuos sólidos urbanos*. Doktorego-tesia. Kantabriako Unibertsitatea.

LOBO, A., MUÑOZ, J., SÁNCHEZ, M. eta TEJERO, I. (2003): *Comparative analysis of three hydrological landfill models (modulo 1, help and modulo 2) through a practical application*. Proceedings Sardinia 2003, Ninth International Waste Management and Landfill Symposium.

LOBO, A. eta TEJERO, I. (2007): *MODUELO 2: A new version of an integrated simulation model for municipal solid waste landfills*. Environ. Modell. Softw. 22, 59-72.

MCBEAN E.A., ROVERS F.A. eta FARQUHAR, G.J. (1994): *Solid waste landfill engineering and design*. Prentice Hall, New Jersey.

MACDOUGALL, J. (2007): *A hydro-bio-mechanical model for settlement and other behavior in landfilled waste*. 1st Middle European Conference on Landfill Technology. 297-320.

MONGIL MANSO, J. (2004): *Desarrollo y aplicación de una metodología destinada al dimensionado de sistemas de recolección de agua para la restauración forestal en zonas áridas*. Doktorego-tesia. Nekazaritza-ingeniaritzako Palentziako goi-eskola teknikoa. Valladolideko Unibertsitatea.

MUGUERZA, I. eta ANTIGÜEDAD, I. (2010): *Problemática en el cálculo del Balance Hídrico en vertederos. Revisión bibliográfica*. Versos'10 kongresuko aurkezpena (Bilbo).

NAS, S.S. eta NAS, E. (2014): *Assessing the impacts of seasonal variations on predicting leachate generation in Gumushane open dump using water balance method*. Pol. J. Environ. Stud., 23 liburukia. 5. alea. 1659-1668.

OLAYIWOLA, A. O. (2000): *An investigation into the impact of sequential filling on properties of emplaced refuse lifts and moisture stored in a municipal solid waste landfill*. PhD tesia. University of Southampton (Erresuma Batua).

OLAYIWOLA, A. G. (2010): *Formulating essential models for predicting the hydro-physical properties of municipal solid refuse fills*. American Science Report and Opinion 2010;2(6). 43-52.

ORTA, M.T., CRUZ, R., ROJAS, N. eta MONJE, I. (2003): *Serial water balance method for predicting leachate generation in landfills*. Waste Management and Research 21. 127-136.

PRAYOGO, T.B., DOTE, Y. eta SEKITO, T. (2013): *Water Content Distribution in a Landfill Site in a Tropical Climate Condition*. IWWG-ARB taldearen lehen sinposioa, 2013ko martxoaren 18tik 21era, Hokkaidoko Unibertsitatea, Japonia.

REDDY, K.R., HETTIARACHCHI, H., PARAKALLA, N., GANGATHULASI, J., BOGNER, J. eta LAGIER, T. (2009): *Hydraulic conductivity of MSW in landfills*. Journal of Environmental Engineering, 2009ko abuztua. 677-683.

SEMENT, J. (2012): *Predicción de lixiviados en vertederos de residuos sólidos urbanos en ambientes semiáridos. Aplicación del modelo HELP en el vertedero de Fuente Álamo (Murcia)*. Doktorego-tesia. Murtziako Unibertsitatea.

SCHROEDER, P.R., DOZIER, T.S., ZAPPI, P.A., McENROE, B.M., SJOSTROM, J.W. eta PEYTON, R.L. (Estatu Batuetako Armada – EPA USA) (1994): *The Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) Model: Engineering Documentation for Version 3*. EPA/600/R-94/168b.

STATOM, R.A., McRAY, J.E. eta THYNE, G.D. (2006): *Conceptual Model for Landfill Hydrologic Transport Developed Using Chloride Tracer Data and Dual-Domain Modeling*. Environmental & Engineering Geoscience, XII. liburukia, 1. alea. 67-78.

STOLTZ, G., TINET, A.J., STAUB, M.J., OXARANGO, L. eta GOURC, J-P (2012): *Moisture Retention Properties of Municipal Solid Waste in Relation to Compression*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 2012ko apirila. 535-543.

TCHOBANOGLIOUS, G. eta KREITH, F. (2002): *Handbook of Solid Waste Management*. McGraw-Hill. NewYork.

TEXAS Comission on Environmental Quality (2012): *Guidance for Requesting a Water Balance Alternative Final Cover for a Municipal Solid Waste Landfill*. Texas Com. E.Q. RG-494.

URA – Uraren Euskal Agentzia (2014): *Actualización de la evaluación de recursos hídricos de la CAPV 2010*.

VADILLO, I. eta CARRASCO, F. (2005): *Estimación del volumen de lixiviado generado en el vertedero de residuos sólidos urbanos de La Mina mediante balance hídrico*. Geogaceta, 37. 139-142.

VAIDYA, R.D. (2002): *Solid Waste Degradation, Compaction and Water Holding Capacity*. Thesis Master of Science. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University (USA).

VALÍN, M.I., CASTRO, R., PEDRAS, C. eta PEREIRA, L.S. (2011): *Uso del agua en espacios verdes: cálculo y evaluación de estrategias de riego*. VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua.

VARGAS, M. (2009): *Modelo de balance hídrico para la estimación de los caudales de lixiviados generados en la operación del relleno sanitario del centro industrial del Sur - el Guacal, Heliconia – Antioquia*. Trabajo de Investigación Magister en Ingeniería – Recursos Hidráulicos. Kolonbiako Unibertsitate Nazionala. Medellín egoitza.

VILLAMAYOR, J. eta GRAU, J. F. (2005): *Determinación de la cantidad de lixiviado generado en rellenos sanitarios*. AIDIS, osasun-ingeniariartzako eta ingurmen-zientzietako elkarte interamerikanoa. Asunción, Paraguai.

WHITE, J.K., ROBINSON, J.P. eta REN, Q. (2003): *A framework to contain a spatially distributed model of the degradation of solid waste in landfills*. Waste Manage. Res. 21(4), 330-345.

YUE, W.W. (2009): *Investigation of the geotechnical properties of municipal solid waste as a function of placement conditions*. Thesis Master of Science. California Polytechnic State University (EABB).

ZORNBERG, J.G., JERNIGAN, B.L., SANGLERAT, T.R. eta COOLEY, B.H. (1999): *Retention of free liquids in landfills undergoing vertical expansion*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 1999ko uztaila. 583-594.