

INGENIARITZA ZIBILEKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***KLIMA ALDAKETAREN AURREAN EURI-UR
SAREAREN ERANTZUNA HOBETZEKO HIRI-
DRAINATZE SISTEMA JASANGARRIEN
AZTERLANA LEIOAKO CAMPUSEAN
(UPV/EHU).***

IV. ERANSKINA- STORM WATER MANAGEMENT MODEL

Ikaslea: Landeta Mugica, Leire

Zuzendaria: Madrazo Uribeetxebarria, Eneko

Ikasturtea: 2020-2021

Data: Bilbon, 2021eko ekainaren 25ean

Gradu Amaierako Lan hau Euskal Herriko Unibertsitatearen Campus Bizia Lab programaren barruan txertatuta dago. Jasangarritasuna bultzatzeko programak garatzen dituen proiektu ezberdinen artean EHU-suds aurkitzen da, eta zehazki proiektu horretan dago txertatuta ikerketa lan hau. Guztira bost Gradu Amaierako Lan landu dira; hiru Ibaetako Campusaren azterketa egiteko eta bi Leioako Campusaren egoera aztertzeke.

Leioako Campusa aztertzen duten lanek oinarri teoriko komunak erabili dituztenez, lanen atal batzuk elkarlanean egin dira analisi ezberdinetan abiapuntu berbera izateko asmoarekin. Hasierako oinarri hori berdina izan arren, bakoitzak sakonago landutako gaiak Gradu Amaierako Lanaren helburuaren arabekoak izan dira. Hala, informazio elkartrukea eranskinak erabiliz egin da.

IV. eranskina, zehazki, Ander Gonzalez Perezek landu du, "Drainatze-sareko uraren kalitatea hobetzeko hiri-drainatze sistema jasangarrien azterlana Leioako Campusean (EHU/UPV)" Gradu Amaierako Lanaren egileak.

AURKIBIDEA

1. Definizioa	3
2. Ur-zikloaren interpretazioa SWMM modeloan	3
3. Meteorologiaren karakterizazioa	4
4. Ingurunearen karakterizazioa hidrologikoa	5
5. Ingurunearen karakterizazio hidraulikoa	6
6. Elementu kutsakorren karakterizazioa	7
7. SUDS-en karakterizazioa	10
7.1 LID Control Editor	10
7.2 LID Usage Editor	12
8. Bibliografia	13

1. DEFINIZIOA

U.S. Environmental Protection Agency (EPA) igurumen babesarekin erlazionaturiko gaiei buruz enkargatzen den agentzia da, Amerikako Estatu Batuen gobernu federalaren independentea delarik. Storm Water Management Model edo SWMM EPA-k diseinaturiko prezipitazio-isurketa modelo dinamikoa da; izan ere, beste instituzio akademiko eta enpresa pribatuk bere garapenean ere parte hartu dute. Bai ingurune natural baita hiri-inguruneetarako diseinatua dago (azken honetarako batez ere) eta bai uraren kantitatea baita kalitatea ere simulatzeko erabilia da. Simulazio jarraituak egiteko gai da modeloa.

SWMM-k isurketa sortzen duten hainbat prozesu hidrológico karakterizatzeko da, hauen artean hauek daudelarik:

- Denboran aldakorrak diren euriak.
- Gainazaleko uren lurruntzea.
- Elur pilaketa eta urtzea.
- Topografiaren puntu baxuetan pilatua geratzen den euria.
- Eurien infiltrazioa lurzoru ez saturatuetan.
- Eurien perkolazioa lurrazpiko uretara.
- Lurrazpiko uren eta drainatze-sistemaren arteko elkarrekintza.
- Urtegi edo ur erreserben gainezka ez linearra.
- Euri eta isurketen atzitze eta atxikipena hainbat SUDS-ekin, LID (Low Impact Development) deituak modeloan.

Prozesu hidrológicoak ez ezik, hainbat prozesu hidrauliko modelizatzeko gai ere bada:

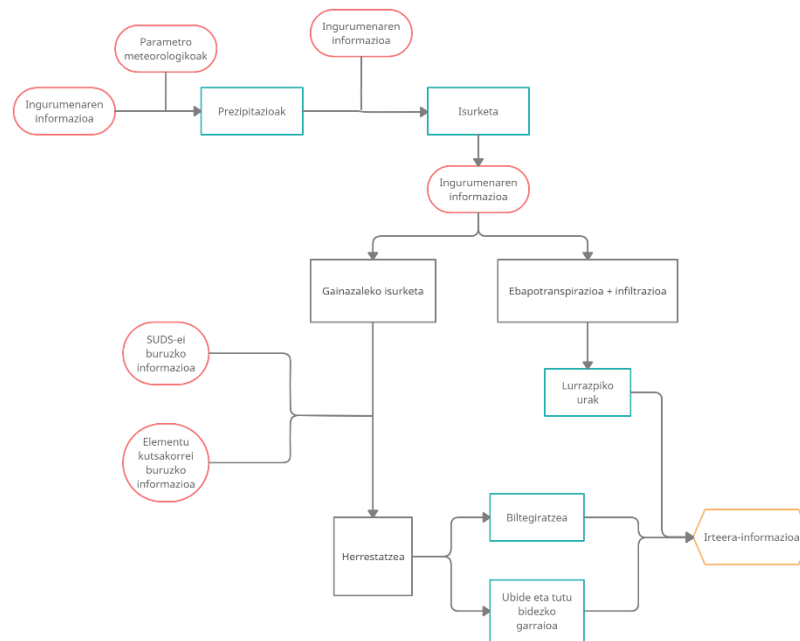
- Drainatze-sareak guztiz karakterizatu.
- Sekzio eta itxura anitzeko tutueria eta ubideen erabilpena.
- Elementu berezien modelaketa: biltegiak, tratamendu-unitateak, elementu banatzaileak, ponpak, ehunak, zuloak...
- Fluxu eta uraren kalitateari buruzko kanpoko hainbat informazio sartzeko ahalmena: gainazalaren isurpena, lurrazpiko uren elkarrekintza...
- Uhin zinatiko eta dinamikoan oinarritutako metodoaren hautaketa.
- Hainbat fluxu-erregimenak modelatzeko ahalmena.
- Ponpen, zuloen eta presen gainezkabideen simulazioa gauzatzeko kontrol-arau dinamikoak.

Azterlan honen kasuan SWMM modelooren 5.015 bertsioa erabili da. Bertsio hau ingelesez dagoenez modeloan erabili diren elementuen izenak ere ingelesez emango dira.

2. UR-ZIKLOAREN INTERPRETAZIOA SWMM MODELOAN

Aurreko ataletan garatu den uraren zikloa modelizatzea oso zaila da: naturako fenomenoen interpretazio matematikoa zaila da, batez ere euren izaera estokastikoa dela eta. Izan ere, SWMM bezalako programei esker lortutako emaitzak errealitatean ematen diren fenomeno naturalak nahiko ondo aurreikusi eta simulatzeko gai gara; hori bai, baldin eta erabilitako informazioa nahiko kalitatea badu.

Hurrengo diagramak azaltzen du nola lan egiten duen SWMM modelo orokor batek:



Irudia 1: SWMM-en uraren zikloaren interpretazioa. Iturria: egileak osatua.

Sartu beharreko informazioa:

- Parametro meteorologikoak.
- Inguruneari buruzko informazio hidrológicoa.
 - Topografia.
 - Informazio geomorfologikoa.
- Inguruneari buruzko informazio hidraulikoa.
 - Horniketa azpiegiturei buruzko informazioa.
 - Saneamendu azpiegiturei buruzko informazioa.
- Elementu kutsatzaileei buruzko informazioa.
- SUDS-ei buruzko informazioa.

3. METEOROLOGIAREN KARAKTERIZAZIOA

SWMM-ek meteorologia karakterizatzeko metodo bat baino gehiago ahalbidetzen du; izan ere, azterlan honetan erabili dena denborazko segidak (Time Series) izan dira. Esaterako, prezipitazioak definitzeko.

Denborazko segida horretan prezipitazioari buruzko informazioa zehazteko aukera dago: data, denbora eta euriaren formatua (intensitatea, bolumena edo metaketa bezala). Programaren barruan plubiometro bat kokatu eta denborazko segida hori esleitzen zaio, euriaren formatua zehaztu eta denbora tartea zehaztu behar zaio.

4. INGURUNEAREN KARAKTERIZAZIO HIDROLOGIKOA

Honako elementuen bidez karakterizatu daiteke arro bat:

- Azpiarroak. Azpiarroak lur-unitate hidrologiko txikiak dira, eta haien topografiak eta drainatze-sistema konposatzen duten elementuek zuzenean bideratzen dute isuritako ura deskarga puntuetara. Arro bakoitzari plubiometro ezberdinak esleitu dakizkioke, horrek arro bakoitzean euri-patroi ezberdinak jauzi direla adieraziz.

Azpiarroak beste bi azpimotetan bana daitezke:

- Azpiero iragazgaitzak. Isurketa gertatzen denean eremu hauetatik isuriko da, infiltrazioa gertatu gabe; urak topografia altuenetik baxuenera jarioko da, depresioko biltegiak sor daitezkeelarik.
- Azpiero iragazkorak. Isurketa gertatzen denean eremu hauetan infiltrazioa gertatuko da, baldin eta lurzorua asetua ez badago. SWMM-ek infiltrazioaren karakterizazioa hiru eredu matematiko jarraituz egin dezake:
 - Hortonen infiltrazio eredu.
 - Green-Ampt infiltrazio eredu.
 - SCS-ren Kurba Zenbakiaren infiltrazio eredu.

Irteera-puntuak bai lotuneak baita isurtze-puntuak izan daitezke.

Beraz, azpiarro bat guztiz definitzeko honako parametro hauen informazioa sartu behar da:

- Esleituriko plubiometroa.
- Azpiarroaren isurtze-puntua.
- Azalera.
- Jarioaren zabalera karakteristikoa.
- Malda.
- Gainazal iragazgaitzaren ehunekoa.
- Manning-en n koefizientea bai gainazal iragazgaitz baita iragazkorarentzat.
- Arroaren biltegiatze-ahalmenaren altuera bai gainazal iragazgaitz baita iragazkorarentzat. SWMM-ek biltegi linealaren modeloa erabiltzen du, parametro honen bidez isurtzea hasteko biltegiari muga bat ezartzen zaio.
- Depresioko biltegiarik ez duen gainazal iragazgaitzaren ehunekoa.
- Lurzoruen infiltrazio-parametroak. Azterlan honen kasuan SCS-ren Kurba Zenbakiaren infiltrazio metodoa erabiliko da, eta parametro hauek definitu behar dira:
 - Kurba zenbakia.
 - Eroankortasuna.
 - Lehortze-denbora.
- SUDS-en erabilera.
- Lurzoruen erabilera. Elementu kutsakorren metatze eta herrestatzea definitzeko erabilia.

5. INGURUNEAREN KARAKTERIZAZIO HIDRAULIKOA

Honako elementuen bidez karakterizatu daiteke arro baten saneamendu eta horniketa sistema:

- Lotuneak edo korapiloak. Sisteman egon daitezkeen lotuneak dira, bide bi edo gehiagoren konfluentzia adierazten duelarik; errealitatean arakatze putzuak, ubideen konfluentzia edota tutuerien konexio elementuak dira.

Lotune bat guztiz definitzeko honako parametro hauen informazioa sartu behar da:

- Hondoaren kota.
 - Putzuaren sakonera maximoa.
 - Puntuaren saturazioa ematekotan, bere gainazala. Ez da derrigorrezko parametro bat.
 - Kanpoko ekarpenak. Ez da derrigorrezko parametro bat.
- Isurtze-puntuak. Hauek drainatze-sistemaren azken korapiloak dira, eta Uhin Dinamikoaren sistema erabiliz gero sistemaren azken ingurumen-baldintza definitzeko erabilia da.

Isurtze-puntua guztiz definitzeko honako parametro hauen informazioa sartu behar da:

- Hondoaren kota.
- Ingurumen-baldintzak. Azterlan honen kasuan librea da ingurumen baldintza.
- Konporta balbularen izaera. Ez da derrigorrezko parametro bat.

- Jario-banatzailleak. Garraio-sistemaren korapiloak dira eta fluxuak bi irteera-hodietan zatitzeko erabiliak dira. Zatitzaile hauek lau motatakoak izan daitezke:

- Ebaketa-banatzaillea.
- Gehiegizko-banatzaillea.
- Banatzaile tabularra.
- Gainezka bidea.

- Biltegitratze-sistemak. Ur-bolumen jakina biltegitratzeko gaitasuna duten lotuneak dira. Isurtze-puntua guztiz definitzeko honako parametro hauen informazioa sartu behar da:

- Hondoaren kota.
- Uraren sakonera maximoa.
- Elementuaren kurba karakteristikoa. Honen bidez uraren altuera eta elementuaren azalera erlazionatu daitezke.
- Lurruntze-proporzioa.
- Kanpoko ekarpenak. Ez da derrigorrezko parametro bat.

- Konexioak. Konexioen bidez tutueriak eta ubideak karakterizatu daitezke, lotune batetik bestera ura mugi dadin. SWMM-ek hainbat geometria ireki eta itxiak definitzen uzten du, baita sekzio irregularrak ere, ibilgu naturalak definitzeko aukera utziz.

SWMM-ek Manning-en ekuazioaz baliatzen da emariaren, konexioaren azalera eta erradio hidraulikoaren, materialaren zimurtasunaren eta maldaren arteko erlazioa ezartzeko:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{S}$$

Non:

- n Manning-en koefizientea da. Materialaren araberako koefizientea.
- A konexioaren azalera.

- R_H konexioaren erradio hidraulikoa.
- S Uhin Dinamikoaren kasuan konexioaren malda.

Konexioak guztiz definitzeko honako parametro hauen informazioa sartu behar da:

- Sarrera eta irteera lotuneak.
 - Konexioaren altuera hasierako eta amaierako hondoaren kotarekiko.
 - Lotunearen luzera.
 - Manning-en koefizientea.
 - Lotunearen zeharkako sekzioaren geometria.
 - Galeren koefizienteak.
- Ponpak. Drainatze-sisteman kokatu eta urari energia emateko erabiltzen den tresneria da. azterlan honetan erabiliko ez denez ez da sakontasunean aztertuko.

6. ELEMENTU KUTSAKORREN KARAKTERIZAZIOA

Kutsadurak hainbat iturri izan ditzake; izan ere, SWMM-k bi iturri nagusi ezberdintzen ditu:

- Prezipitazioak lurrera jauzi aurretik izan dezaketen kutsadura. Atmosferara isurtzen diren elementu kutsatzaile batzuk, euria egiten duenean, euri honekin nahasi eta lurrazalera erortzen dira.
- Lurrazalean pilatzen diren elementu kutsatzaileak. Hainbat jatorri izan dezakete: gizakiok lurrera botatzen dugun zaborra, trafikoak sorturiko hondarrak, industria-aktibitateen ondoriozko hondakinak.

Honela definitzen dira SWMM-eko proiektu baten barruan:

- Prezipitazioa (Precipitation). Euria egitean urak airean dagoen kutsadura hartu eta garraiatu dezake, fenomeno honi lagapen hezea (wet deposition) deritzo.

Hauen definizioa SWMM modeloaren barruan honela egiten da:

$$Quality \rightarrow Pollutants$$

Behin menu honen barruan egonda elementu kutsakorra definitu behar da (unitateak mg/l edo $\mu\text{g/l}$):

- Rain Concentration. Hemen adierazi ohi da euren kontzentrazioa prezipitazioan.
 - GW Concentration. Aurreko berdina baina lurrazpiko uretan.
 - I&I Concentration. Geroago aztertuko da.
 - Decay Coefficient. Koefiziente honen bitartez elementu bat desagertzeko behar duen denbora definitzen da.
 - Co-pollutant. Elementu kutsakor bat beste baten menpe egotekotan euren arteko dependentsia hemen adierazten da.
 - Co-fraction. Bi elementu kutsakorren menpekotasuna matematikoki adierazteko erabiltzen da. 0-tik 1-era doan parametroa.
- Isurketa (Runoff). Hau ohi da uren kutsaduraren iturri primarioa. Bere definizioa hainbat parametroen menpe egon daiteke:
 - Denbora.
 - Trafikoa.

- Dry fallout edo Dry deposition. Fenomeno hau aerosol partikulak solido baten gainean lagatzen direnean eman ohi da.
- Kaleen garbiketa.
- Prezipitazioen energia. Oso prezipitazio latzak badira hauek lurren erosioa sor dezakete, herrestatze fenomenoaren ematen delarik. Fenomeno hau hain formula empirikoen bidez modelatzen da.

Hauen definizioa SWMM modeloaren barruan honela egiten da:

$$Quality \rightarrow Land\ uses$$

Hemen barruan, berriz, bi fenomeno banatu behar ditugu:

- Buildup edo Metaketa. Hainbat egun euririk egin ez duenean agente kutsatzaileak metatuz joango dira. Parametro hauek definitu daitezke:
 - Max buildup $\rightarrow C_1 \rightarrow$ Kutsadura maximoa (kg/ha).
 - Rate constant $\rightarrow C_2 \rightarrow$ Kutsadura hazkunde koefizientea.
 - Power constant edo Sat. Constant $\rightarrow C_3 \rightarrow$ Denbora berretzailea edo Kutsadura maximoa lortzeko egunen erdia.
 - Normalizer.

Metaketa hau matematikoki hiru eratan modelizatu daiteke:

- POW. Kutsadura metatuz joango da, t denbora jakinean maximo batera ailegatu arte.

$$B = \min(C_1; C_2 \cdot t^{C_3})$$

B \rightarrow Kutsadura metatua (kg/azalera).

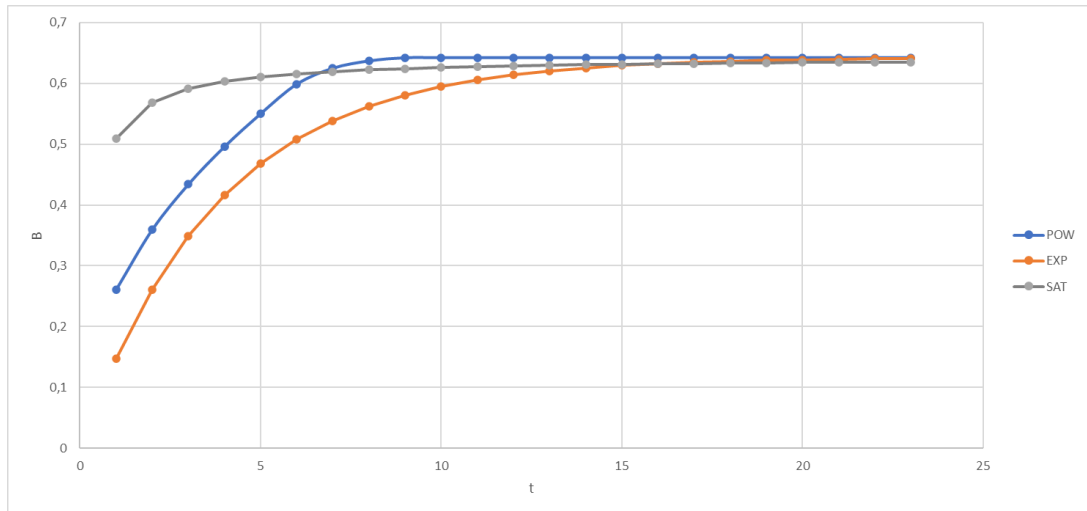
t \rightarrow euririk egin ez duen denbora egunetan.

- EXP. Kutsadura esponentzialki metatuz joango da, eta maximo batera hurbilduko da asintotikoki.

$$B = C_1 \cdot (1 - e^{-C_2 \cdot t})$$

- SAT. Metaketa linealki emango da, baina saturaziora ailegatzen den heinean hazkunde hori poliki-poliki emango da.

$$B = \frac{C_1 \cdot t}{C_2 + t}$$



Irudia 2: hiru metaketa funtzioen alderaketa. Iturria: egileak osatua

➤ Washoff edo Herrestatzea. Euria egitean honek kutsadura herrestatzeko duen ahalmena definitzen du. Parametro hauek definitu daitezke:

- Washoff coefficient → C_1
- Exponent → C_2

Herrestatze hau hiru eratan modelizatu daitezke:

- EXP.

$$W = C_1 \cdot q^{C_2} \cdot B$$

q → isurpena azalera unitateko (mm/h).

B → Kutsadura metaketa azalera unitateko (kg/m^2).

- RC. Rating curve.

$$W = C_1 \cdot Q^{C_2}$$

Q → Isurpena

- EMC. Concentracion Media del Episodio.

$$W = C_1 \cdot Q$$

C_1 → Herrestatzen den materialaren kontzentrazioa kg/l -tan adierazita

Aurreko elementu-kutsatzaile iturrietaz gainera honako hauek ere badaude:

- Eguraldi Lehorreko Jarioa (Dry Weather Flow). Industrialde edota beste eraikinetatik ateratzen diren kutsatutako urak definitzeko erabili. Konexioetan definitu. Patroi errepikakor bat jarraitu ohi dute.
- Lurrazpiko uren jarioa (Groundwater Flow).
- Ur sarrera/Infiltrazioa (Inflow/Infiltration I&I).
- Kanpoko jarioak (External inflows). Kanpotik inposaturiko jarioen kalitatea definitzeko erabiltzen den parametroa

7. SUDS-EN KARAKTERIZAZIOA

SWMM-ek mundu zientifikoan SUDS bezala ezagutzen dena Inpaktu Baxuko Garapena LID (Low Impact Development LID) interpretatzen du; EPA-k honela definitzen ditu LID-ak: “ekaitz-urek sorturiko isurpenen eragina arintzeko erabilitako praktika multzoa”.

Azken urteetan garatu diren SUDS tipologia ezberdinak karakterizatzeko zortzi LID mota definitzeko gai da SWMM-ek:

- Bio-retention cell. Bioerretentzio zelulak definitzeko erabilia.
- Rain garden.
- Green roof.
- Infiltration trench. Infiltrazio zangak definitzeko erabilia.
- Permeable pavement. Zoladura iragazkorrek definitzeko erabilia.
- Rain barrel.
- Rooftop disconnection.
- Vegetative swale.

Tipologia bakoitzean hainbat parametro definitu behar dira; izan ere, azterlan honetarako bakarrik bioerretentzio zelula, infiltrazio-zanga eta zoladura iragazkorraren parametroak analizatuko dira. Karakterizazio hau bi fitxetan gauzatu behar da:

- LID Control Editor
- LID Usage Editor

7.1. LID CONTROL EDITOR

Honako fitxa honetan SUDS-aren zenbait parametro geometriko orokorrak ez ezik, bere parametro fisikoak ere definituko dira. Honako fitxa hauek definitu behar dira:

- Gainazala. (Surface). Bai bioerretentzio zelula, bai infiltrazio zanga baita zoladura iragazkorrek erabiltzen definitu behar da.
 - Bermaren altuera. (Berm height). Parametro honen bidez zenbat ur, altuera unitateko, biltegitatu daiteke lurrazalean infiltratu hasi aurretik.
 - Landaredia bolumenaren frakzioa. (Vegetation volume fraction). Parametro honen bidez honako definitu daiteke: lurrazalean biltegitatu daitekeen bolumenetik zenbat dagoen landarediaz beteta.
 - Gainazalaren zimurtasuna. (Surface roughness). Manning-en n parametroa, honen bidez gainazalaren izaera definitu daiteke.
 - Gainazalaren malda. (Surface slope). Honen bidez gainazalaren izaera geometrikoa definitu daiteke.
- Lurzorua. (Soil). Bai bioerretentzio zelula baita zoladura iragazkorrek erabiltzen definitu behar da.
 - Lodiera. (Thickness). Parametro honen bidez lurzoruaren izaera geometrikoa definitu daiteke.
 - Porositatea. (Porosity). Lurra ura xurgatzeko duen ahalmena

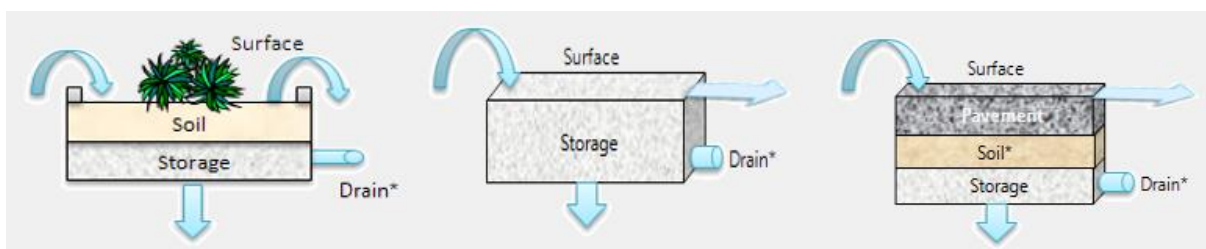
- Eremu kapazitatea. (Field capacity). Lurzoruaren hezetasuna da, lurzoru lehorraren masaren ehunekotan adierazia, aurrez aurre asetutako lurzoruan drainadura bukatzen denean kalkulatu.
- Zimeltasun puntua. (Wilting point). Landare batek lurretik ura ateratzen jarraitu ezin duen gutxieneko hezetasun-puntua.
- Eroankortasuna. (Conductivity). Eroankortasun hidraulikoa guztiz asetua dagoen lurzoruan.
- Eroankortasunaren malda. (Conductivity slope). Eroankortasunaren logaritmoa eta lurzoruaren hezetasuna era grafikoan adierazterakoan lortzen den funtzioaren malda
- Xurgatze-altuera. Lur kapilareen batez besteko balioa fronte bustian zehar.
- Biltegitratzea. (Storage). Bai bioerretentzio zelula, bai infiltrazio zanga baita zoladura iragazkorrak erabiltzen definitu behar da.
 - Lodiera. (Thickness). Parametro honen bidez lurzoruaren izaera geometrikoa definitu daiteke.
 - Hutsuneen ratioa. (Void ratio). Geruzako solidoen bolumenari dagokion espazio hutsaren bolumena.
 - Infiltrazio-gaitasuna. (Seepage ratio). Eroankortasun hidrauliko asetua, biltegitratze azpiko lurrean gertatzen den infiltrazioa definitzen duen parametroa.
 - Oztopatze-faktorea. (Clogging factor). Zikinkerien metatzeagatik eman daitekeen oztopatzea definitzen duen parametroa.
- Zoladura. (Pavement). Zoladura iragazkorrak erabiltzen definitu behar da.
 - Lodiera. (Thickness). Parametro honen bidez zoladuraren izaera geometrikoa definitu daiteke.
 - Hutsuneen ratioa. (Void ratio). Geruzako solidoen bolumenari dagokion espazio hutsaren bolumena.
 - Gainazal iragazgaitzaren frakzioa. (Impervious surface fraction). Sistema modularra izatekotan gainazal osoaren eta zoladura iragazgaitzeko materialaren arteko proportzioa; sistema jarraia izatekotan ez dago hau definitzeko beharrik.
 - Iragazkortasuna. (Permeability). Sistema modularra izatekotan material betegarriaren eroankortasun hidraulikoa eta sistema jarraian hormigoia edo asfaltoaren iragazkortasuna.
 - Oztopatze-faktorea. (Clogging factor). Zikinkerien metatzeagatik eman daitekeen oztopatzea definitzen duen parametroa.
 - Leheneratze-tartea. (Regeneration interval). Zoladura geruzaren zahartzea definitzeko parametroa.
 - Leheneratze-faktorea. (Regeneration factor). Zoladura geruzaren zahartzea definitzeko parametroa.
- Drainatze-sistema. (Drain). Ez da SUDS guztietan ipintzen, beharrezkoa izatekotan bai bioerretentzio zelula, bai infiltrazio zanga baita zoladura iragazkorretan definitu behar da.
 - Jarioaren koefizientea. (Flow coefficient). Drainatzetik ateko den ur-jarioa definitzen duen parametroa.
 - Jarioaren elementu berretzailea. (Flow exponent). Drainatzetik ateko den ur-jarioa definitzen duen parametroa.

- Drainatze-lerroaren altuera. (Offset). Drainatze-lerroaren altuera biltegiaren beheko aldetik neurtua.
- Nibel irekia. (Open level). Urak izan behar duen altuera drainatze-tutua ireki dadin.
- Nibel itxia. (Closed level). Urak izan behar duen altuera drainatze-tutua itxi dadin.
- Elementu kutsakorren tratamendua. (Pollutant removal). Drainatze-sistema definitzean aplikatzen diren errendimenduak dira. Elementu kutsakor bakoitzarentzat errendimendu ezberdinak definitzeko aukera dago.

7.2. LID USAGE EDITOR

Honako fitxa honetan SUDS-aren parametro geometrikoak kokatuko den azpiarro barruan definituko da. Honako parametroak definitu behar dira:

- Unitate bakoitzaren azalera. (Area of each unit).
- Zenbat SUDs unitate kokatuko diren. (Number of units).
- Gainazalaren zabalera unitate bakoitzeko. (Surface width per unit). Jarioari elkartuta den norabidean SUDS-ak duen zabalera.
- Hasieratik asetua dagoen ehunekoa. (% initially saturated). Bioerretentzio zelula, teilatu begetatuak eta landaredia inplikatzeko duen bestelako tipologietan unitateen lurren asetze-maila definitzen du. Beste SUDS-etan biltegiatze-gainazalaren ur-betetze maila adierazten du.
- Tratatu den gainazal iragazgaitzaren ehunekoa. (% of impervious area treated). SUDS-arik gabeko eremuaren zati iragazgaitzaren zenbatekoa tratatzen duen SUDS honek.
- Tratatu den gainazal iragazkorraren ehunekoa. (% of pervious area treated). SUDS-arik gabeko eremuaren zati iragazkorraren zenbatekoa tratatzen duen SUDS honek.
- Bestelako irteera eman urari. (Send drain flow to). Baldin eta SUDS-ak ura eutsi eta tratatu ondoren azpiarroaren leku berdinerara isurtzen ez badu, hemen definitu daiteke beste irteera-puntu bat.



Irudia 3: Bioerretentzio zelula, infiltrazio-zanga eta zoladura iragazkorra. Iturria SWMM programa.

8. BIBLIOGRAFIA

Storm Water Management Model Reference Manual Volume I – Hydrology (Revised). By Lewis A. Rossman, National Risk Management Laboratory Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency.

Storm Water Management Model Reference Manual Volume III – Water Quality. By Lewis A. Rossman, National Risk Management Laboratory Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency.

Manual de Usuario SWMM. By Lewis Rossman, Trent Schade, Daniel Sullivan (retired).