

INGENIARITZA ZIBILEKO GRADUA  
**GRADU AMAIERAKO LANA**

***DRAINATZE SAREKO URAREN KALITATEA  
HOBETZEKO HIRI-DRAINATZE JASANGARRIEN  
AZTERLANA LEIOAKO CAMPUSEAN (UPV/EHU).***

***IV. DOKUMENTUA – EGUNGO MODELOAREN DISEINUA***

**Ikaslea:** González Pérez, Ander

**Zuzendaria:** Madrazo Uribeetxebarria, Eneko

**Ikasturtea:** 2020-2021

**Data:** Bilbon, 2021eko uztailaren 23an



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## Aurkibidea

4. Egungo modeloaren diseinua .....	1
4.1. Sarrera.....	1
4.2. Inguruaren egoera .....	1
4.3. Drainatze-sarearen egoera .....	6

## Irudien aurkibidea

1. Irudia. Leioako Campuseko arroen maldak ehunekotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	1
2. Irudia. Leioako Campuseko arroen iragazgaitasuna ehunekotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	2
3. Irudia. Leioako Campuseko inguruaren argazkia, sarbide nagusiko biribilgune ingurua. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	2
4. Irudia. Leioako Campuseko inguruaren argazkia, aurrean Hezkuntza fakultatea. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	3
5. Irudia. Leioako Campuseko inguruaren argazkia, Arte Ederren fakultatetik behera. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	3
6. Irudia. Leioako Campuseko arroen azalera banaketa hektareatan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	4
7. Irudia. 1. Azpiarroko informazioa SWMMen. Iturria: SWMM .....	5
8. Irudia. Drainatze-sistemaren eskema. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	6
9. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian maldak ehunekotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua..	7
10. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	8
11. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	8
12. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	9
13. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	9
14. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	10
15. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian diametroak metrotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	10
16. Irudia. Drainatze-sistemaren arketen kotak metrotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.....	11

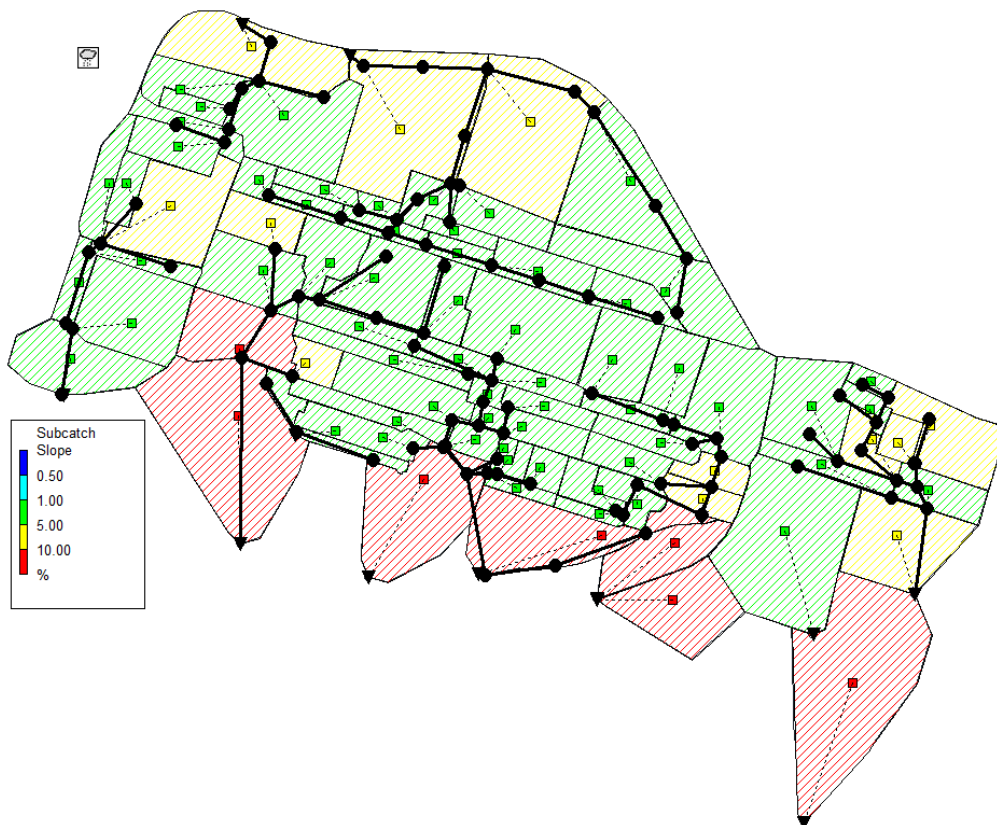
## 4. Egungo modeloaren diseinua

### 4.1. Sarrera

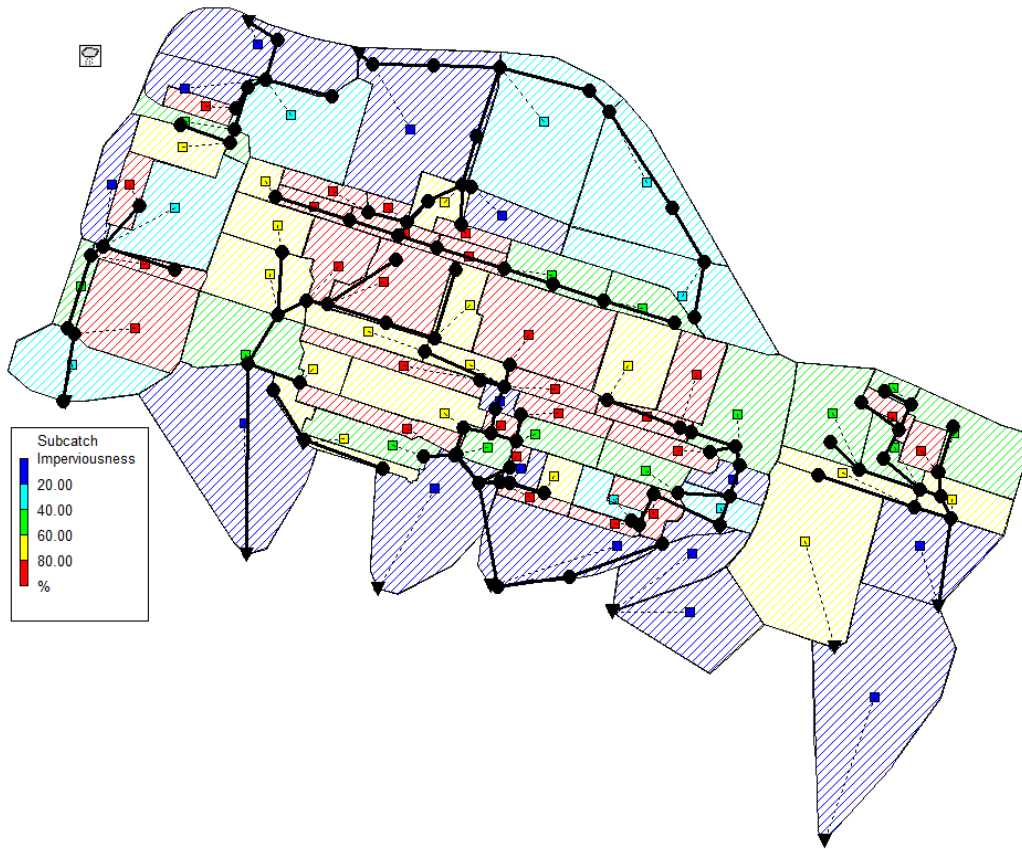
Leioako Campuseko hiri-drainatze sistema jasangarrien erabilgarritasun azterketa egiteko, aurretik esan bezala, SWMM programaren bidez modeloa sortu da. Behin sortuta hainbat simulazio, proposamen eta ondorio egin ahal izan dira.

### 4.2. Inguruaren egoera

Campuseko eremua, oro har, nahiko laua da. Campusaren erdigunean maldak txikiak dira %1-2 bitartean, zonalde konkretu batzuk salbuetsita. Kanporago dauden guneeetan, aldiz, maldak handituz doaz. Bere kokapenari dagokio maldaren banaketa hau, mendigune batean kokatuta baitago Campusa. Antzekoa gertatzen da Campusa eremu urbanizatuaren ikuspuntutik aztertuz gero. Erdigunean eraikinak, errepideak, aparkalekuak eta antzeko egitura iragazgaitzak aurki daitezke; kontrara, kanpoaldean berdeguneak, basoak, lorategiak, etab. topa daitezke. Honek guztiak eragina du euri-uraren drainatze sarean. Izan ere, zenbat eta malda leunagoa izan orduan eta gehiago kostatuko da gainazaleko isurketa denboran arina izatea. Beste alde batetik, zenbat eta eremu iragazgaitza handiagoa izan orduan eta lurrazaleko isurketa ur bolumen gehiago sareak drainatu eta kudeatu beharko du. Aipatzekoa da ere, lurraren infiltrazio gaitasuna nabarmen txikia dela eta horrek ez du gehiegi laguntzen drainatze-sareak kudeatu beharreko ur kantitatea murrizten.



1. Irudia. Leioako Campuseko arroen maldak ehunekotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.



2. Irudia. Leioako Campuseko arroen iragazgaitasuna ehunekotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.



3. Irudia. Leioako Campuseko inguruaren argazkia, sarbide nagusiko biribilgune ingurua. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.





4. Irudia. Leioako Campuseko inguruaren argazkia, aurrean Hezkuntza fakultatea. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.



5. Irudia. Leioako Campuseko inguruaren argazkia, Arte Ederren fakultateetik behera. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.

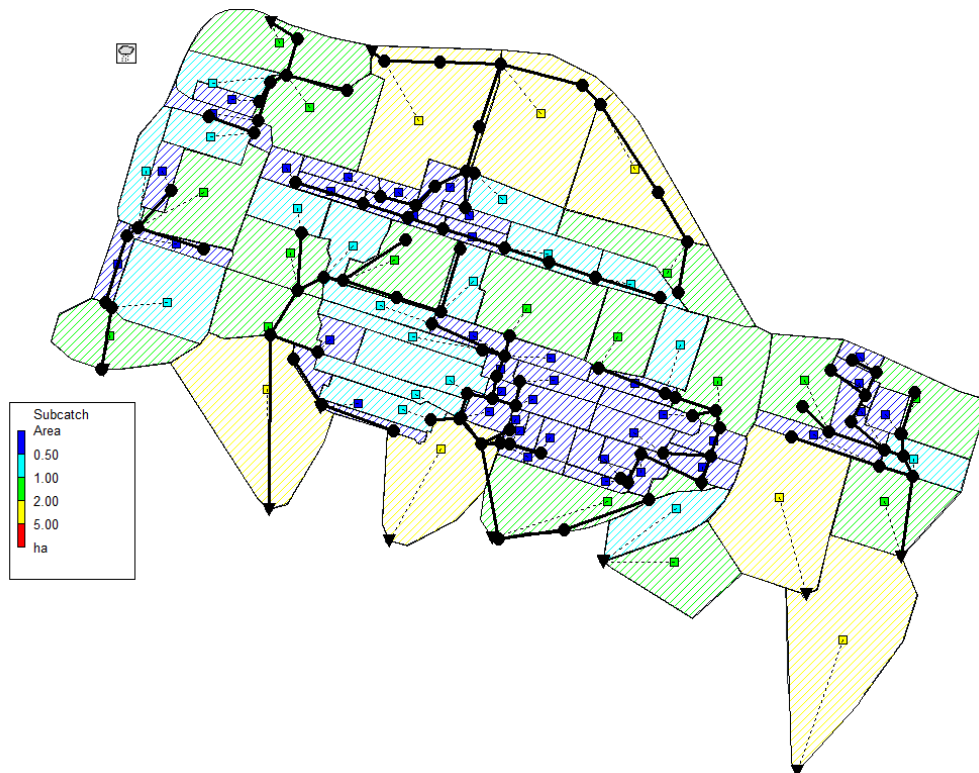
Leioako Campuseko azalera guztia azpiarroetan banatu da, maldak eta lurzorua ezagututa. Era horretan, kontrolatu da euri-ura nora isurtzen den eta sarera nola, non eta noiz heltzen den. Arroak osatze aldera kontuan hartu dira eremuaren malda eta isuritako urak duen noranzkoa. Izan ere, EHU-ko Arkitektura eta Lanen Zerbitzutik lortutako planoek ez dute arroen inguruko informaziorik eman eta, beraz, intuizioz eta, goian aipatu bezala, kanpoko faktoreak aintzat hartuz egin dira. Garrantzitsua

da aipatzea SWMM programan lan egitea errazteko modeloa sinplifikatu egin dela. Arroak sortu direnean, arro multzoak hartu dira kontuan, hau da, ez da lan egin Leioako Campusean errealitatean dauden arketa eta hodi guztiekin, baizik eta garrantzitsuenekin edo garrantzitsutzat hartu direnekin soilik. Horregatik, baliteke proiektuaren emaitzek errealitatearekin guztiz bat ez egitea, baina hurbilketa eta ideia orokor moduan baliagarria da.

Arro bakoitzaren inguruko informazioa hainbat modu eta iturrietatik lortu da, bai Google Earth erabiliz, bai bertako planoak aztertuz, baita aldez aurretiko ingurunearen ezagutzatik ere. Guztira 80 azpiarro daude bakoitzak bere propietateekin:

- Azalera (hektareatan), zabalera (metrotan) eta malda (ehunekotan) planoetatik lortu da.
- Iragazgaitasun ehunekoa eremu iragazgaitz eta iragazkorren arabera da.
- Depresioan biltegitratzearen sakonera 2 mm-koa da azalera iragazgaitzerako, eta 1 mm-koa azalera iragazkorreko.
- Kurba zenbakia zehazteko, memoria dokumentuko 1. taulan arro bakoitzerako sailkatuta dauden balioak erabili dira.
- Euria zehazteko, 1 deitura ezarri zaion euria erabili da, aurrerago azalduko dena.
- Isurketa puntua drainatze sarearen arabera da, arro bakoitzak arketa batera isurtzen du ura.

Hurrengo irudian arroen banaketa ageri da, azalaren dimentsioaren arabera adierazita.



6. Irudia. Leioako Campuseko arroen azalera banaketa hektareatan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.

Aipaturiko informazioa arro bakoitzeko informazio taulan sartu behar izan da, eskatzen dituen datu guztiak behar bezala sartuz. Hurrengo irudian lehenengo arroko informazio taula ikus daiteke.

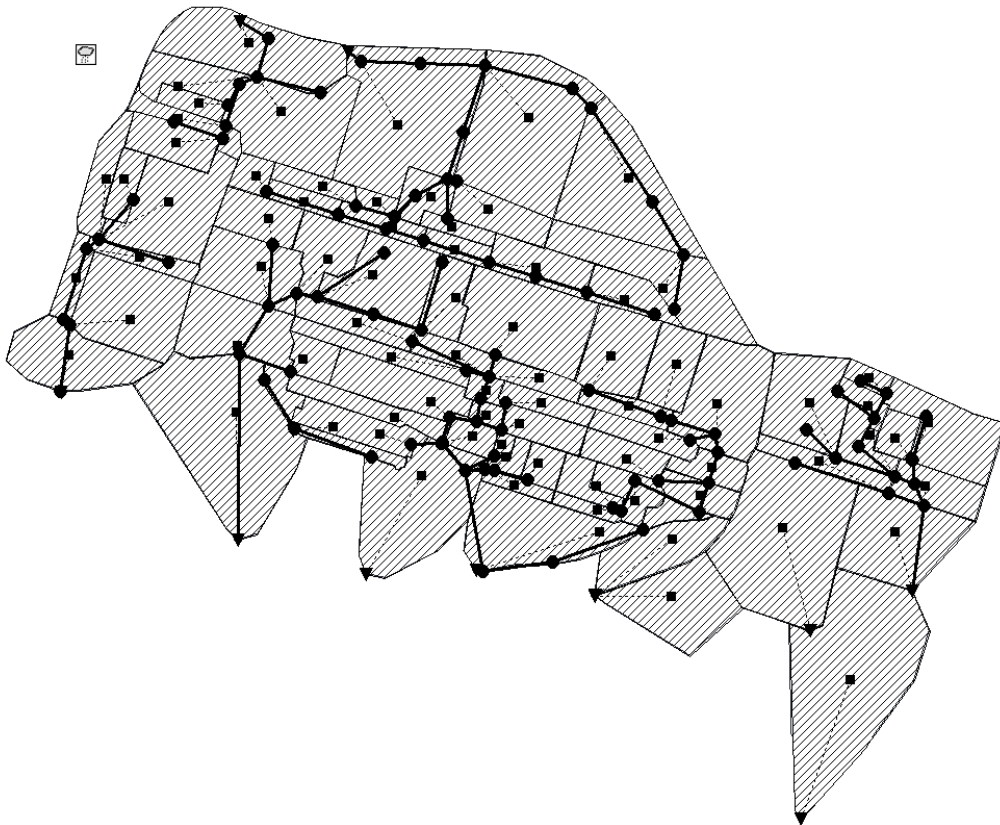
Subcatchment 1	
Property	Value
Name	1
X-Coordinate	502134.298
Y-Coordinate	4797759.358
Description	
Tag	
Rain Gage	1
Outlet	78
Area	0.5407
Width	32.5
% Slope	3.5
% Imperv	15.25
N-Imperv	0.01
N-Perv	0.1
Dstore-Imperv	2
Dstore-Perv	1
%Zero-Imperv	25
Subarea Routing	OUTLET
Percent Routed	100
Infiltration Data	CURVE_NUMBER
Groundwater	NO
Snow Pack	
LID Controls	1
Land Uses	0
Initial Buildup	NONE
Curb Length	0
N-Perv Pattern	
Dstore Pattern	
Name of node or another subcatchment that receives runoff	

7. Irudia. 1. Azpiarroko informazioa SWMMen. Iturria: SWMM



### 4.3. Drainatze-sarearen egoera

Egun Leioako Campusean funtzionamenduan dagoen drainatze-sarearen informazioa EHU-ko Arkitektura eta Lanen Zerbitzutik eskuratu da. Fitxategiak (.dwg formatuan) moldatu egin dira proiektuari egokitzeko eta plano berriak sortu dira. Hain zuzen ere, drainatze-sareko plano irudi bihurtu da eta SWMM programan kargatu, eredu bezala erabiltzeko; betiere dagozkion neurri eta koordinatuak erabiliz, dena bat etortzeko arroen irudi-planoarekin.



8. Irudia. Drainatze-sistemaren eskema. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.



9. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian maldak ehunekotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.

Hoditeriaren sistema, aurreko puntuan azaldu den bezala, gaur egun Leioan funtzionamenduan dagoenarekin konparatuz, sinplifikatu egin da modeloa sortu ahal izateko, betiere berezko funtzionamendua mantenduz. Aipatu bezala, EHUko Arkitektura eta Lanen Zerbitzutik eskuratutako planoetatik abiatuta egin da arketen eta hoditeriaren modeloa SWMMen. Hala ere, zenbait arazo egon dira garapenean.

Lehenik eta behin, arketen koten inguruko informazioa ez da ematen planoetan eta, beraz, lurzorua eta hodian malden, diametroen neurrien eta lurzorura arteko distantzien hurbilketak egin dira. Baliteke, arketaren baten informazio guztiz zehatza ez izatea, baina saiatu da errealitateak ahalik eta hurbilena izaten. Bestalde, hodian diametroen neurriak dagokienez, kanpoko informazioa lortu behar izan da planoetako osatzeko. Ura iparraldeko eremura isurtzen duten arroetako hoditeria sistema berriagoa da, eta eskuratutako planoetan hodi guztien diametroak zuzen adierazita aurkitu dira. Ez da horrela izan, ordea, ura hegoaldera isurtzen duten arroen hoditerian. Campuseko eremu zati honetan, informazioa osatu gabe dago.

Informazio falta honen aurrean, landa eremuko azterketa egitea erabaki da. Bertara joanda, informazio hutsunea osatze aldera, interesekoak diren diametroak neurtu dira in situ. Palanka eta metroaren laguntzaz, arketak zabaldu eta hodiak neurtu dira. Neurketa hau interesgarria izan da, informazioa osatzeaz gain, benetako hoditeriaren ideia bat ere egin delako. Izan ere, hodian materiala zein den zehazteko balio izan du, batzuk PVC-koak eta beste batzuk hormigoizkoak.



10. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.



11. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.





12. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.

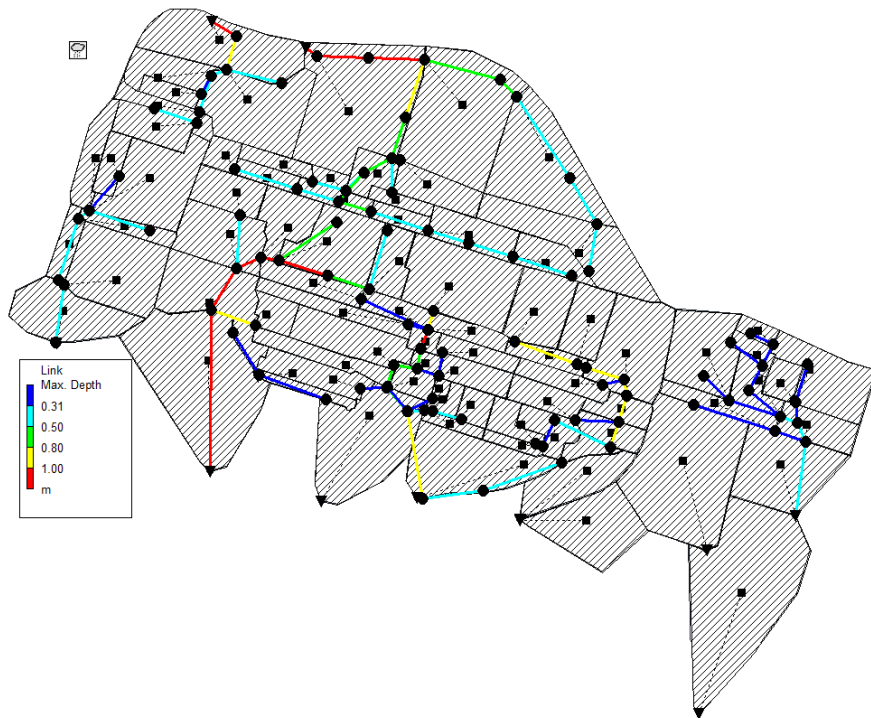


13. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.



14. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian irudia landa-azterketan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.

Landa azterketa ostean, Leioako Campuseko hoditeria-sistema guztiaren informazioa osatu da eta modeloa guztiz definitu ahal izan da.

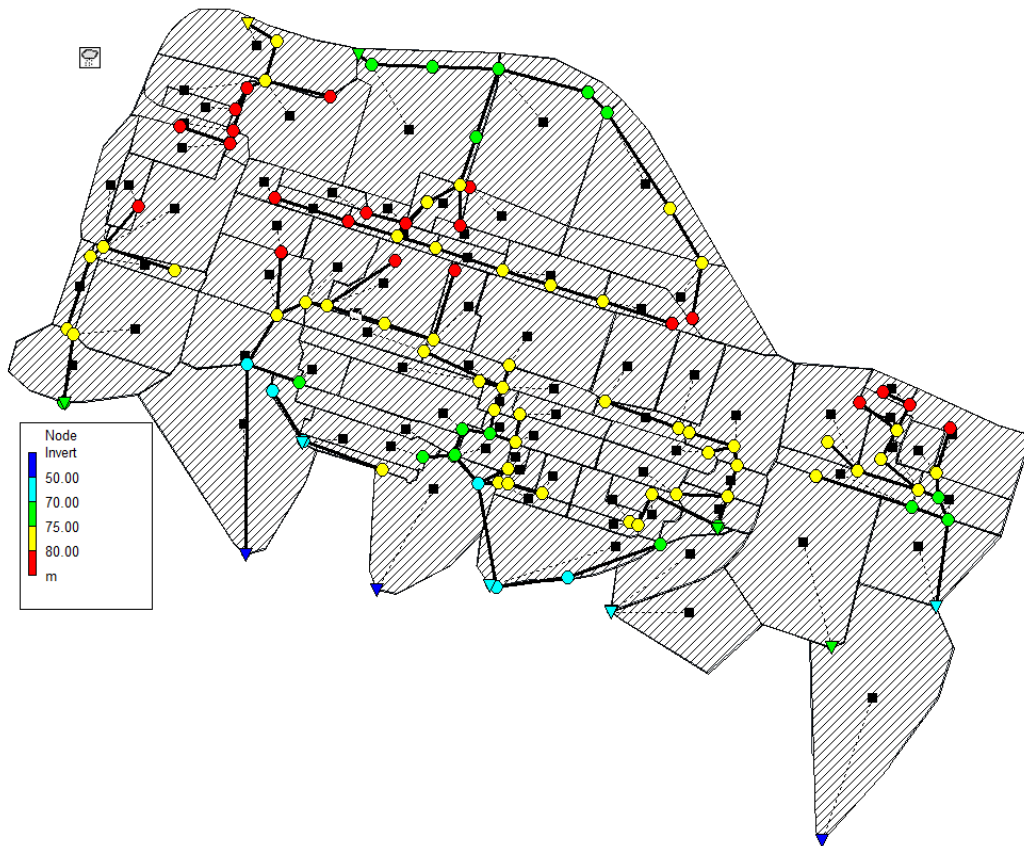


15. Irudia. Drainatze-sistemaren hodian diametroak metrotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.



Behin hodiaren diametroak definituta, arketen kotak zehaztu ahal izan dira. Bi baldintza zehaztu dira ezinbesteko moduan:

- Hodi guztien maldek %1-ekoa izan behar dute
- Gutxienez 1 m-ko tartea egon behar du hodiaren goiko partetik lurrazalera.



16. Irudia. Drainatze-sistemaren arketen kotak metrotan. Iturria: Leire Landeta Mugica-k osatua.

Baldintza horiek betetzeko arketek izan behar dituzten kotak eta balioak hurrengo taulan daude bilduta:

Taula 1: Drainatze-sistemaren arketen datuak

Arketa zenbakia	Lurraren kota	Max. Depth	Diametroa (m)	Invert Elevation	Soberan lurrazalera
78	80	2,5	0,3 / 0,4	77,5	2,2 / 2,1
79	84	1,5	0,3	82,5	1,2
80	80	2,75	0,4	77,25	2,15
81	79	2,72	0,4	75,73	2,32
82	79	3,39	0,4	75,61	2,45
83	77	2,39	0,4 / 0,5	74,61	1,34
OUTFALL O157	77	2,5	0,5	74,5	2
84	82	1,5	0,4	80,5	1,1
85	79	3,65	1	75,35	2,65
86	73	5	1	68	4
OUTFALL 87	35	2	1	33	1
88	80	3,28	1	75,82	2,28
89	79	2,9	1	76,1	1,5
90	80	1,5	0,5	78,5	1
J187	82	1,5	0,4	80,5	1,1
J186	79	2	1	77	1
91	80	1,5	0,3	78,5	1
92	80	2,81	1	77,19	1,81
93	80	1,5	0,3	78,5	1,2
94	74	2	0,8	72	1,2
95	78	3,7	0,6	74,3	3,1
96	76	6	0,6	70	1,1
97	80	2	0,8	78	1,2
98	79	4	1	75	3
99	80	1,5	0,3	78,5	1,2
100	79	4,32	0,6	74,68	3,72
101	80	1,91	0,3	78,09	1,56
102	76	1,5	0,3	74,5	1,2
103	79	1,5	0,3	77,5	1,2
104	79	1,5	0,3	77,5	1,2
105	79	1,5	0,4	77,5	1,1
J179	72	1,5	0,3	70,5	1,2
106	79	2,47	0,4	76,53	2,07
OUTFALL 156	56	2,5	0,8	53,5	1,7
J183	73	1,5	0,315	71,5	1,185
J184	67	1,5	0,315	65,5	1,185
J185	56	2	0,8	54	1,2
108	81	2	0,8	79	1,2
109	81	3,1	0,8	77,9	2,3

110	81	3,3	0,8	77,7	2,5
111	80	1,5	0,3	78,5	1,2
112	78	1,5	0,3	76,5	1,2
113	79	1,5	0,3	77,5	1,2
114	79	2,1	0,4	76,9	1,7
115	79	1,62	0,3	77,38	1,32
116	79	3	0,8	76	2,2
117	78	2,5	0,8	75,5	1,7
118	74	2	0,8	72	1,2
OUTFALL O158	74	2,05	0,8	71,95	1,25
OUTFALL 119	57	2	0,8	55	1,2
120	78	2,1	0,3	75,9	1,8
121	83	1,9	0,3	81,1	1,6
122	81	1,5	0,3	79,5	1,2
123	77	2	0,315	75	1,685
124	79	1,5	0,3	77,5	1,2
125	79	1,55	0,3	77,45	1,25
126	76	1,9	0,3	74,1	1,6
127	76	2,5	0,4	73,5	2,1
128					
129	82	2,5	0,315	79,5	2,185
130	57	2	1	55	1
131	32	2	1	30	1
132	71	2	1	69	1
OUTFALL 133	55	1,5	0,4	53,5	1,1
134	83	5	0,4	78	4,6
135	82	5	0,5	77	4,5
136	83	1,5	0,315	81,5	1,185
137	81	1,5	0,4	79,5	1,1
138	82	1,5	0,2	80,5	1,3
139	76	1,5	0,5	74,5	1
140	76	3,15	1	72,85	2,15
141	82	5,6	0,5	76,4	5,1
142	83	2,1	0,315	80,9	1,785
143	82	6,75	0,5	75,25	6,25
144	79	7,9	1,2	71,1	6,7
145	82	1,5	0,4	80,5	1,1
146	83	1,5	0,315	81,5	1,185
147	84	1,5	0,315	82,5	1,185
148	83	3,5	0,8	79,5	
149	85	2,2	0,315	82,8	1,885
150	85	2,4	0,315	82,6	2,085
151	86	1,5	0,2	84,5	1,3
152	79	2	1	77	1

OUTFALL 153	78	2	1	76	1
OUTFALL 154	75	4,15	1,2	70,85	2,95
155	82	1,5	0,4	80,5	1,1
156	80	5,45	0,8	74,55	4,65
157	76	1,9	0,5	74,1	1,4
158	80	1,4	0,4	78,6	1
159	82	1,5	0,315	80,5	1,185
160	82	1,5	0,315	80,5	1,185
161	77	5,05	1,2	71,95	3,85
162	83	4,3	0,4	78,7	3,9
163	82	1,5	0,3	80,5	1,2
164					
165	78	1,5	0,3	75,5	1,2
166	78	1,5	0,3	76,5	1,2
167	77	2,3	0,315	74,7	1,985
168	79	1,5	0,3	77,5	1,2
169	82	1,5	0,3	80,5	1,2
170	83	1,5	0,3	81,5	1,2
171	85	1,5	0,315	83,5	1,185
172	84	2	0,4	82	1,6
173	83	7,25	0,5	75,75	6,75
174	80	1,5	0,3	78,5	1,2
175	82	1,5	0,5	80,5	1
176					
177	71	2	0,8	69	1,2
178	80	2,93	0,8	77,07	1,83
J180	71	1,5	0,3	69,5	1,2
J181	69	1,5	0,4	67,5	1,2
J182	70	1,5	0,3	78,5	1,2
OUTFALL O155	69	1,6	0,4	67,4	1,2