

GUIA PER LA INSTAL·LACIÓ DE SISTEMES D'APROFITAMENT D'AIGÜES PLUVIALS

PARC DEL MONTNEGRE I EL CORREDOR I XARXA DE PARCS NATURALS DE LA DIPUTACIÓ DE BARCELONA

BASES DE DISSENY

ÍNDEX

1	INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS.....	2
2	RECOL·LECCIÓ D'AIGUA DE PLUJA	2
2.1	Quantitat d'aigua disponible	2
2.2	Qualitat de l'aigua de pluja	4
2.3	Aspectes tècnics	5
3	DEMANDA POTENCIAL D'AIGUA	7
3.1	Usos domèstics	7
3.1.1	Demanda diària.....	7
3.1.2	Cabals instantanis.....	7
3.1.3	Mesures d'estalvi	8
3.1.4	Qualitat de l'aigua per a ús domèstic	9
3.2	Reg de jardins i horts.....	10
3.2.1	Demanda	10
3.2.2	Qualitat requerida.....	12
4	DIMENSIONAMENT DELS EQUIPS	13
4.1	Dipòsit de recollida d'aigües pluvials.....	13
4.2	Desinfecció.....	14
4.2.1	Desinfecció per hipoclorit de sodi.....	14
4.2.2	Desinfecció per rajos UV.....	14
4.3	Grup de pressió.....	14
4.3.1	Cabal.....	14
4.3.2	Pressió	14
5	DEFINICIÓ DE LES INSTAL·LACIONS.....	15
6	VALORACIÓ ECONÒMICA	17
6.1	Recol·lecció i emmagatzematge d'aigües pluvials	17
6.2	Desinfecció amb cloració.....	17
6.3	Desinfecció per rajos UV	18
6.4	Grup de pressió.....	18
6.5	Canonades, vàlvules i accessoris	19
6.6	Mà d'obra	19
7	AUTORS DE LA GUIA.....	20

1 INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

La Gerència de Serveis d'Espais Naturals de la Diputació de Barcelona està treballant per intentar reduir les extraccions d'aigua a les capçaleres de les rieres de l'àmbit del Parc del Montnegre i el Corredor i a la Xarxa de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona.

Fruit d'aquestes línies de treball ha establert un conveni amb la Fundació Paisatges Vius per aconseguir una guia per la instal·lació de sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials, que sigui d'aplicació per les masies situades dins d'aquest àmbit que actualment s'abasteix d'aigua de les rieres.

Com a prova pilot, l'any 2018 es va aplicar a una masia del Parc del Montnegre i el Corredor situada a Tordera.

Aquesta guia té com a objectiu orientar al propietari d'una masia d'una conca de capçalera que vulgui avaluar la possibilitat d'instal·lar un sistema d'aprofitament d'aigua de pluja per usos de la finca, de forma que pugui deixar d'extreure recursos de la riera.

Així mateix, i donat l'interès de tota la xarxa de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona per fomentar aquests sistemes de recollida, també permet fer els càlculs a diferents municipis de Catalunya.

2 RECOL·LECCIÓ D'AIGUA DE PLUJA

2.1 Quantitat d'aigua disponible

El volum d'aigua de pluja disponible a l'edifici estarà condicionat pel règim pluviomètric característic de la zona i l'eficiència del sistema de recollida. Per al present estudi, es disposa de les dades de precipitació de diversos pluviòmetres del Parc del Montnegre i el Corredor:



Figura 1. Xarxa de pluviòmetres del Parc del Montnegre i el Corredor.

Per determinar quina de les estacions s'ajusta més a les dades de pluviometria de la zona de Tordera, es realitzà un anàlisi mitjançant polígons de Voronoi, el qual permet saber quina és l'estació meteorològica més propera en qualsevol punt del parc. Un cop executat l'anàlisi es comprova que l'estació de Sant Andreu.

A continuació es mostren les dades de precipitació obtingudes del pluviòmetre de Sant Andreu;

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Mitjana
Gener	170	0	110	75	12	133	64	60	16	0	220	0	45	74	77	50	0	30	0	40	0	107	58
Febrer	23	0	23	1	0	49	29	146	124	126	20	68	30	84	138	72	15	45	210	35	98	48	63
Març	53	0	4	34	39	38	77	41	152	14	16	45	72	64	103	168	22	111	0	95	12	70	56
Abril	81	65	33	29	71	17	150	38	183	25	5	132	35	59	40	34	63	50	43	12	90	43	59
Maig	15	25	75	20	29	35	258	35	55	52	2	0	117	19	127	56	30	1	65	93	65	13	54
Juny	73	157	24	16	26	16	59	0	20	13	7	0	83	15	10	30	3	9	65	5	25	0	30
Juliol	18	12	15	15	50	37	53	1	18	3	0	0	22	5	23	85	17	10	59	0	0	5	20
Agost	8	43	23	20	7	5	80	59	26	109	190	119	1	17	42	5	10	13	133	80	10	4	46
Setembre	109	22	100	87	61	75	65	103	81	158	107	35	51	58	200	55	59	82	187	31	54	115	86
Octubre	96	16	73	81	67	48	152	207	35	158	46	26	74	111	130	165	186	44	20	34	156	75	91
Novembre	128	155	9	38	25	47	53	50	80	63	0	30	50	7	33	90	30	126	131	50	40	5	56
Desembre	405	90	149	26	79	13	44	80	0	15	38	8	150	25	58	0	5	7	37	0	36	0	58
Total	1179	585	638	442	466	513	1084	820	790	736	651	463	730	538	981	810	440	528	950	475	586	485	677

Taula 1. Dades de precipitació de l'estació pluviomètrica de Sant Andreu durant el període 1996-2017.

Font: Parc del Montnegre i el Corredor.

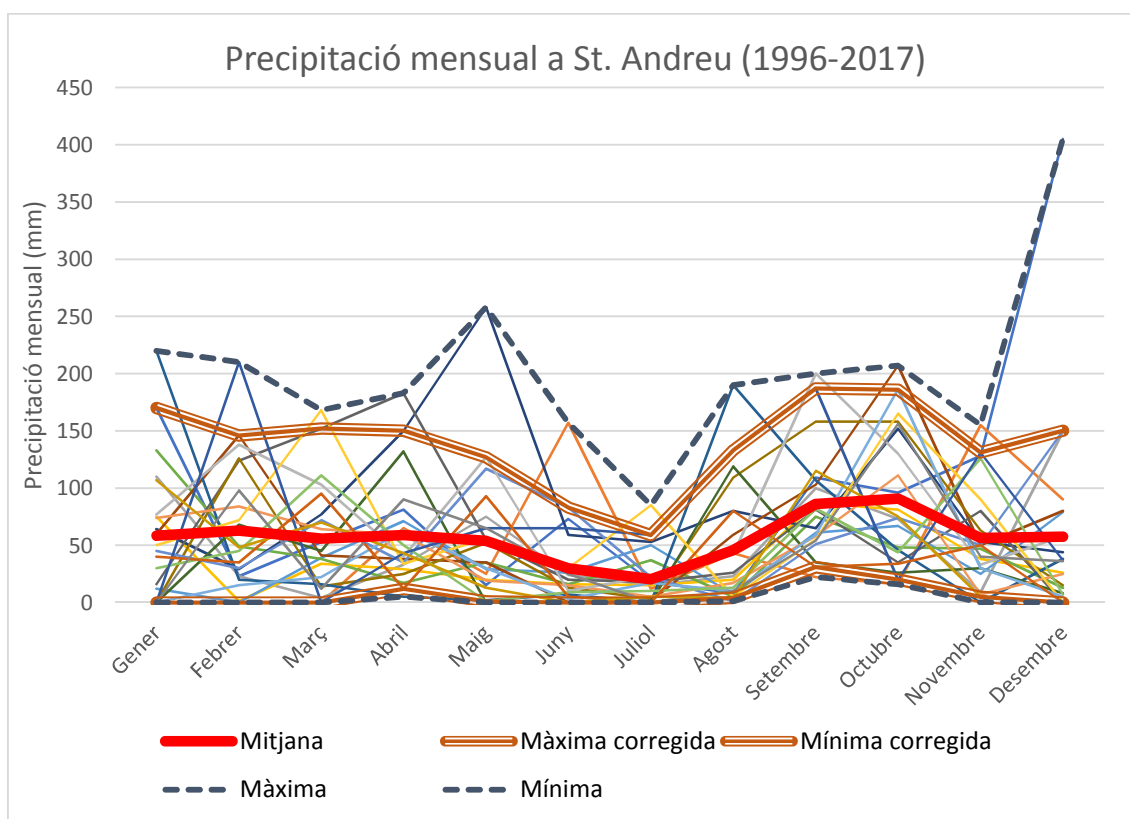


Figura 2. Dades de precipitació de l'estació pluviomètrica de Sant Andreu durant el període 1996-2017.

Font: elaboració pròpia a partir de la Taula 1.

La mitjana de precipitació anual es situa als 677 mm/any, habitualment els mesos més secs són els d'estiu i els més plujosos els de tardor. Destaquen els anys 1996, quan només a la tardor (setembre – desembre) la precipitació acumulada va superar la mitjana anual, i el 2002, ambdós amb valors superiors als 1000 mm/any, típics de les cotes altes del Pirineu, la Serralada Transversal i el Montseny. Entre uns anys i altres, els valors de precipitació mensual al mateix mes poden arribar a variar uns 200 mm. Per tant, cal tenir en compte aquesta variabilitat a l'hora d'avaluar la quantitat d'aigua disponible per recollir.

Per saber la quantitat d'aigua de pluja que es podrà recollir, caldrà determinar la superfície de teulada disponible, tenint en compte els diferents vessants dels que es recollirà l'aigua.

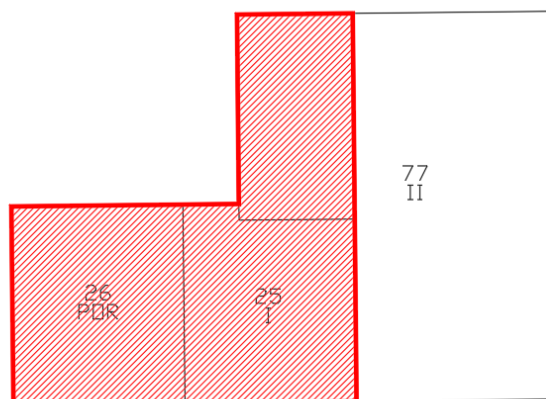


Figura 3. Exemple de superfície de teulada de la masia vs superfície de recollida.

Es considera una eficiència en l'entrada al sistema del 80%, el que significa que de cada 100 mm de pluja, 80 mm arriben al dipòsit. El 20% de pèrdues engloba les referents a pèrdues en la recollida, filtre a l'entrada del dipòsit, etc.

2.2 Qualitat de l'aigua de pluja

En principi l'aigua de pluja és aigua molt neta, de baix contingut de sals i minerals i lleugerament àcida, semblant a l'aigua destil·lada.

En funció de la qualitat de l'aire, però sobre tot en el moment del seu contacte amb la superfície de recollida, a l'aigua pluvial se li afegeixen diferents substàncies i microorganismes.

En general, es distingeix entre dos tipus de superfícies d'escorrentiu segons les seves característiques i a la consegüent aportació de contaminants a l'aigua de pluja. El primer tipus representa les superfícies no transitables que corresponen bàsicament a les teulades i cobertes d'edificacions. El segon tipus correspon a les superfícies transitables com vies públiques, zones d'estacionament, etc.

No existeix gaire informació sobre les característiques dels escorrentius plujanes de Catalunya. No obstant amb les dades disponibles, es pot apreciar una diferència qualitativa significativa entre les escorrenties dels diferents tipus de superfícies sobretot a nivell de contaminació microbiològica.

A la taula següent es mostren les característiques típiques d'aigües pluvials recollides en una coberta no transitable, com la dels edificis de Tordera.

Paràmetre	Font			Unitat
	1	2	3	
TOC	< 10	11,6	n.d	mg/ l
N total	< 3	1,88	n.d	mg/ l
P total	< 1	0,32	n.d	mg/ l
Terbolesa	< 5	n.d.	1,93	NTU
Sòlids en suspensió	< 100	5,98	n.d	mg/ l
Conductivitat	n.d	85	179,5	µS/ cm
<i>E.coli</i>	< 100	n.d.	16	ufc/100 ml
pH	n.d	7,59	n.d	unitat pH

Taula 2. Caracterització de les aigües de pluja provinents de cobertes no transitables, segons diferents fonts d'estudi.

Per elaborar la taula anterior s'han consultat les següents fonts:

- 1) "Caracterización analítica de las aguas pluviales y gestión de las aguas de tormenta en los sistemas de saneamiento". Clavegueram de Barcelona, S.A. (CLABSA), Grupo de Enxeñaría da Agua e do Medio Ambiente (GEAMA), Laboratorio de Aigües de Barcelona (AGBAR)
- 2) "Roof selection for rainwater harvesting: quantity and quality assessments in Spain". SosteniPrA (ICTA-IRTA-Inèdit), Institute of Environmental Science and Technology (ICTA), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain, Inèdit Innovació SL, UAB Research Park, Carretera de Cabrils, km 2, IRTA, 08348 Cabrils, Barcelona, Spain, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, AA 97, Pereira, Colombia, Department of Chemical Engineering, XRB, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain
- 3) Estudi realitzat per la comissió tècnica d'aigües plujanes de l'associació Aqua España durant l'any 2012 en 12 sistemes d'aprofitament d'aigües plujanes dins de l'àmbit de Catalunya.

A data de redacció del present projecte no existeix cap legislació ni catalana ni espanyola que reguli la gestió i tractament d'aigües de pluja. En conseqüència tampoc, s'han determinat de forma oficial els criteris qualitius a complir per a les diferents aplicacions.

2.3 Aspectes tècnics

Tot i que els esorrentius pluvials procedents de superfícies no transitables generalment no presenten una gran contaminació, és necessari un tractament mínim per assegurar una bona qualitat de l'aigua recollida en el moment d'utilització.

Aquest tractament consisteix en els següents elements:

1) Filtració mecànica:

Previ a l'entrada al dipòsit d'acumulació, les aigües pluvials han de passar per un filtre per evitar la intrusió de brutícia que pot esdevenir causant d'averies de funcionament del sistema i/o alterar la qualitat de de l'aigua emmagatzemada. Els filtres utilitzats per aigua de pluja procedent de teulades i terrasses no poden netejar correctament les aigües contaminades provinents de vials i aparcaments.

Els filtres mecànics més adequats en àmbits urbans, són els estàtics auto-netejats que requereixen poc manteniment. Aquests filtres habitualment presenten una llum de filtració entre 0,1 i 1 mm.

Els filtres es dimensionen en funció de la superfície d'esorrentiu a connectar i la pluviometria màxima considerada.



Figura 4. Filtre mecànic per aigües pluvials de teulada.

2) Dipòsit d'emmagatzematge:

L'aprofitament d'aigua plujana requereix dipòsits d'emmagatzematge que permetin utilitzar l'aigua recollida en els episodis de pluja al llarg de l'any, segons necessitats.

El dimensionament d'aquests dipòsits, es calcula en funció de la superfície d'esorrentiu connectada, el règim pluviomètric local i les necessitats hídriques de l'ús previst.

Els dipòsits han d'estar equipats amb un sistema tranquil·litzador del flux d'entrada, per evitar turbulències i facilitar la decantació de sòlids fins, sobreeixidors sifònics dissenyats per evitar la propagació d'olors i l'entrada de rosegadors i aigües residuals del sistema de sanejament. El sistema de succió d'aigua per al subministrament ha d'evitar aspirar els sediments dipositats al fons del dipòsit.

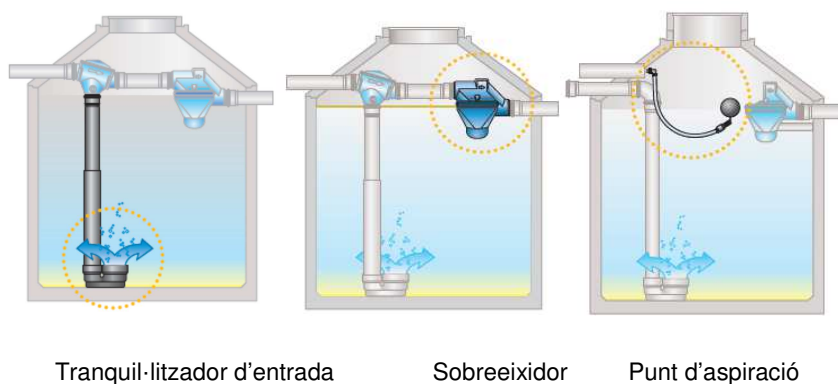


Figura 5. Aspectes tècnics del dipòsit de pluvials.

A nivell constructiu, generalment s'utilitzen dipòsits prefabricats (PRFV, acer, etc.), aquests dipòsits es fabriquen per un volum màxim de 200 m³, tot i que es poden instal·lar en paral·lel fins a arribar a volums d'aproximadament 400 m³.

3) Desinfecció:

Per prevenir la presència de patògens (*E.coli* i altres), és necessària una higienització per evitar la putrefacció de l'aigua durant el període d'emmagatzematge i evitar riscos sanitaris en el moment d'ús.

Considerant el volum reduït d'aigua a tractar, es planteja la instal·lació d'un petit dipòsit posterior al de recollida d'aigües pluvials que garanteixi un temps de contacte adequat amb l'hipoclorit de sodi. Una altra possible alternativa de desinfecció és l'ús de làmpades de rajos UV, que a diferència de la desinfecció per hipoclorit, no necessiten cap dipòsit addicional ni l'emmagatzematge del desinfectant.

3 DEMANDA POTENCIAL D'AIGUA

Es preveu que l'aigua de pluja recollida es destini principalment a dos tipus d'ús: per una banda, el consum domèstic (dutxa, cuina, bugada, etc.); i per l'altra reg de jardins i/o horts.

3.1 Usos domèstics

3.1.1 Demanda diària

Les demandes estimades per persona i dia són les següents:

Demanda d'aigua	lpd
Dutxa	43
Inodor (WC)	27
Lavabo	23
Aixetes	47
Rentadora	16
Cuina	5
Rentavaixelles	7
Total	168

Taula 3. Estimació de demandes subministrades a partir del dipòsit d'aigües pluvials (Font: ACA).

Aquests són els valors base a tenir en compte per determinar les necessitats d'aigua que haurà de cobrir el dipòsit.

3.1.2 Cabals instantanis

El cabal a subministrar dependrà dels punts de consum dels que disposi l'edifici. El consum de cadascun d'aquests punts el determina el Codi Tècnic de l'Edificació:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05
Lavabo	0,10
Ducha	0,20
Bañera de 1,40 m o más	0,30
Bañera de menos de 1,40 m	0,20
Bidé	0,10
Inodoro con cisterna	0,10
Inodoro con fluxor	1,25
Urinaris con grifo temporizado	0,15
Urinaris con cisterna (c/u)	0,04
Fregadero doméstico	0,20
Fregadero no doméstico	0,30
Lavavajillas doméstico	0,15
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25
Lavadero	0,20
Lavadora doméstica	0,20
Lavadora industrial (8 kg)	0,60
Grifo aislado	0,15
Grifo garaje	0,20
Vertedero	0,20

Taula 4. Cabal instantani de cada punt de consum.

Cal tenir en compte que no tots els aparells s'utilitzaran alhora ni tan sols al moment de màxim consum, per aquest motiu s'utilitzarà l'anomenat coeficient de simultaneïtat, recollit a la norma UNE 147201:2017, el qual multiplica la suma dels cabals de tots els punts de consum per un factor reductor:

Tipo de Edificación	$Q_t > 20 \text{ l/s}$	$Q_t \leq 20 \text{ l/s}$		
		$\text{Si todo } Q_{\min} < 0,5 \text{ l/s}$	$\text{Si algún } Q_{\min} \geq 0,5 \text{ l/s}$	
			$Q_t \leq 1 \text{ l/s}$	$Q_t > 1 \text{ l/s}$
Edificios de viviendas	$Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$	$Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14$	$Q_c = Q_t$	$Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7$
Edificios de oficinas, estaciones, aeropuertos	$Q_c = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48$			

Taula 5. Fórmules de càlcul del cabal simultani segons la norma UNE 149201:2017.

3.1.3 Mesures d'estalvi

A continuació es proposen una sèrie de mesures d'estalvi que permetran reduir el consum d'aigua, disminuint la demanda d'aigua, i, en conseqüència, millorant l'aprofitament de les aigües pluvials recollides. D'altra banda, també disminueixen els cabals instantanis, reduint el consum energètic del grup de pressió.

1) Airejadors:

Els airejadors són petits elements que s'instal·len a les aixetes, ja sigui dels lavabos o la cuina.

Aquests contenen una membrana sensible a la pressió, un disc distribuïdor i un filtre gruixut. La membrana redueix la pressió de l'aigua, i posteriorment el disc incrementa la velocitat de l'aigua barrejant-la amb aire. L'aire converteix el flux d'aigua en més suau i agradable mentre s'utilitza l'aixeta, i distribueix l'aigua de forma uniforme per tota la boca de l'aixeta.



Figura 6. Airejadors.

Amb l'ús d'aquests aparells el consum de les aixetes es pot reduir aproximadament un 50%.

2) Regulador de pressió per la dutxa:

Els reguladors de pressió mantenen constant el cabal d'aigua independentment de la pressió.

Els reguladors estan dissenyats per mantenir la pressió i alhora minimitzar el cabal d'aigua en aixetes i dutxes. S'instal·len a les canonades que subministren a les aixetes i la dutxa, per limitar el cabal en origen.



Figura 7. Reguladors de pressió per la dutxa.

L'estalvi d'aigua a la dutxa mitjançant aquests reguladors s'estima en aproximadament un 45%.

3) Inodors secs:

Els inodors secs són un tipus d'inodor que no requereixen de descàrrega d'aigua (ni de cisterna ni per fluxor). Els excrements (ja sigui l'orina o la femta) es dipositen dins d'un forat. Aquests es poden barrejar o bé es pot separar l'orina, la qual es pot barrejar amb aigua i utilitzar-se com a fertilitzant per les plantes.

Els inodors secs són una solució que no genera males olors, ja que disposen d'un sistema de ventilació, amb la possibilitat de compostar les restes orgàniques per posteriorment utilitzar-les, per exemple, com a adob per les plantes.



Figura 8. Inodors secs.

Amb aquest tipus de solució, l'estalvi és del 100%, ja que no utilitza aigua. El sistema de ventilació és elèctric i s'estima el seu consum en uns 0,4 kWh/dia.

Amb aquestes mesures, la demanda diària d'aigua es pot reduir fins als següents valors

Demanda d'aigua	lpd	Estalvi
Dutxa	19,35	45%
Inodor (WC)	0	100%
Lavabo	12,5	50%
Aixetes	23,5	50%
Rentadora	16	
Cuina	2,5	50%
Rentavaixelles	7	
Total	80,85	52%

Taula 6. Estimació de demandes subministrades mitjançant mesures d'estalvi.

3.1.4 Qualitat de l'aigua per a ús domèstic

Es prenen com a valors de referència els paràmetres contemplats pel RD 140/2003, pel que s'estableixen els criteris sanitaris de la qualitat de l'aigua de consum humà. Com s'ha comentat anteriorment, l'aigua de pluja presenta concentracions baixes o molt baixes de sals i minerals. No obstant, a les teulades l'aigua pot arrossegar certes substàncies i microorganismes. Tal i com estableix el RD, la concentració de microorganismes a l'aigua ha de ser nul·la:

Parámetro	Valor paramétrico
1. Escherichia coli	0 UFC en 100 ml
2. Enterococo	0 UFC en 100 ml
3. Clostridium perfringens (incluidas las esporas)	0 UFC en 100 ml

Taula 7. Valors límit de paràmetres microbiològics segons el RD 140/2003.

En cas d'emprar la desinfecció d'aigua mitjançant hipoclorit de sodi, la concentració mínima al dipòsit de cloració ha de ser de 0,5 mg/l, i és recomanable que la concentració en qualsevol punt de la xarxa sigui superior a 0,2 mg/l. En cas d'emprar la desinfecció per raigs UV, no existeix desinfectant residual, per tant no cal tenir-lo en compte.

3.2 Reg de jardins i horts

3.2.1 Demanda

Es preveu que l'aigua recollida també es pugui utilitzar per al reg de jardins i/o horts localitzats dins de la mateixa finca on es realitza la recollida d'aigües pluvials.

Per determinar les necessitats de reg, cal determinar dos valors:

- Demanda total de reg.
- Quantitat de pluja aprofitada per la pròpia vegetació.

La demanda total de reg està determinada per l'anomenada evapotranspiració superficial. Aquest valor indica la quantitat d'aigua evaporada en funció de paràmetres com la intensitat de radiació solar. Aquest valor es troba disponible en estacions meteorològiques de la xarxa d'estacions meteorològiques automàtiques (XEMA) del Servei Meteorològic de Catalunya. És el cas de l'estació de Malgrat de Mar, a una distància de 10 km d'Hortsavinyà, on es disposa de dades des de l'any 2007:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
2007	32,47	39,37	74,24	79,46	122,69	131,17	146,91	121,52	99,06	69,25	42,83	29,72
2008	32,84	40,68	60,93	87,22	99,17	124,89	148,46	135,68	91,62	56,68	33,69	24,02
2009	28,35	40	67	78,86	126,49	141,28	150,18	147,25	100,29	59,9	37,2	24,97
2010	25,56	36,64	61,2	83,23	104,96	127,13	152,75	135,46	89,52	64,1	34,54	24,15
2011	28,55	40,73	58,97	96,86	124,31	123,87	122,34	137,32	101,52	73,47	29,1	29,37
2012	30,24	44,75	76,47	76,8	109,52	137,83	144,57	142,6	92,43	57,48	34,11	27,24
2013	29,62	37,55	59,2	76,64	100,21	131,04	153,8	137,88	96,55	61,46	37,54	27,44
2014	26,89	40,08	67,98	88,22	104,01	128	138,45	122,91	87,42	70,36	32,95	28,03
2015	31,77	39,87	60,26	91,05	119,64	147	151,14	129,04	90,14	56,5	40,32	22,73
2016	26,06	42,7	62,53	77,71	87,44	126,3	150,37	142,91	105,19	53,09	35,89	28,09
2017	28,66	38,45	71,99	93,95	124,7	141,71	150,1	132,75	85,79	68,01	41,39	26,1
2018	31,93	32,03	67,83	88,92	106,81	134,94	155,18	136,62	95,21	60,31	32,12	28,18
2019	32,93	46,71	82,1	77,57	105,19							
Et0 mitjana	29,68	39,97	66,98	84,35	110,40	132,93	147,02	135,16	94,56	62,55	35,97	26,67

Taula 8. Valors d'evapotranspiració superficial (en mm/mes) a l'estació meteorològica de Malgrat de Mar durant el període 2007-2019.

Segons el tipus de vegetació, a aquesta evapotranspiració se li aplicaran una sèrie de factors correctors:

Tipus de planta	Coef. cultiu
Plantes de zona àrida	0,3
Fruïtes	0,7
Arbres	0,8
Arbustos	0,8
Flors	1
Gespa	1
Horta	1

Taula 9. Factors correctors segons el tipus de cultiu (Font: ACA).

La multiplicació de l'evapotranspiració i els factors correctors determina la demanda total de reg per cada tipus de plantació que es disposi. Tal i com s'ha comentat anteriorment, aquestes necessitats es troben parcialment cobertes gràcies a la pluja.

No obstant, no tota la pluja és aprofitada. En episodis tempestuosos, habituals sobretot a l'estiu, les elevades intensitats de pluja no permeten una infiltració adequada de la precipitació al terreny. Per aquest motiu, s'empren per cada mes uns percentatges de pluja útil. Segons el *Manual de reg de Parcs i Jardins*, de l'ajuntament de Barcelona, aquests percentatges són els següents:

Mes	Pluja útil (%)
Gener	100%
Febrer	100%
Març	100%
Abril	20%
Maig	20%
Juny	0%
Juliol	0%
Agost	0%
Setembre	20%
Octubre	40%
Novembre	100%
Desembre	100%

Taula 10. Percentatges de pluja útil per a reg (Font: Institut Municipal de Parcs i Jardins, Aj. de Barcelona).

Adicionalment, també cal tenir en compte el fet que no tota l'aigua precipitada s'infiltra. Per terreny cultivat, la infiltració és d'aproximadament un 70% de l'aigua precipitada, com es pot veure a la taula següent:

Tipo de superficie	C
Pavimentos de hormigón y aglomerado	0,75 a 0,95
Tratamientos superficiales	0,60 a 0,80
Firmes no revestidos	0,40 a 0,60
Bosques	0,10 a 0,20
Zonas con vegetación densa	0,05 a 0,50
Zonas con vegetación media	0,10 a 0,75
Zonas sin vegetación	0,20 a 0,80
Zonas cultivadas	0,20 a 0,40

Taula 11. Coeficients d'escorrentiu per tipus de sòls segons la instrucció de carreteres 5.2-IC (Font: Uralita).

Aquest valor pot patir variacions en funció de la durada i la intensitat dels episodis de pluja, aquestes fluctuacions estan previstes als percentatges de pluja útil definits anteriorment.

Un cop multiplicats aquests factors, s'obté la quantitat de pluja aprofitada per al reg. Un cop conegut, es poden produir dues circumstàncies:

1. La pluja aprofitada és major a la necessitat de reg.
2. La necessitat de reg és major a la pluja aprofitada.

En el primer cas, la pluja cobreix les necessitats de reg i no cal aportació addicional, En canvi, per al segon cas existeix una part de la demanda que no està coberta, que s'ha de subministrar a partir del dipòsit.

La quantitat d'aigua que es subministra des del dipòsit per regar dependrà del sistema de reg que s'utilitzi i de la seva eficiència. Mètodes com l'aspersió o el degoteig són més eficients que el reg convencional mitjançant mànega i, per tant, requereixen d'un consum d'aigua menor:

Sistema de reg	Eficiència
Mànega	65%
Aspersió	75%
Degoteig	80%

Taula 12. Eficiència dels diferents tipus de sistema de reg (Font: ACA).

3.2.2 Qualitat requerida

En general, l'aigua per al reg ha de tenir un pH neutre i baixa conductivitat. Per aquestes raons l'aigua de pluja sembla ser ideal per al reg i, de fet, és la font de tot el reg natural. No obstant això, l'aigua per al reg necessita una certa quantitat de nutrients, com el nitrogen, fòsfor, potassi, etc., que normalment s'afegeix en forma d'adobs.

Un cop realitzada la recollida de les aigües pluvials, no es requereix cap tractament addicional per poder utilitzar-la per a reg. Només si es requereix un grup de pressió caldria un petit filtre per evitar l'obstrucció de l'equip.

4 DIMENSIONAMENT DELS EQUIPS

4.1 Dipòsit de recollida d'aigües pluvials

El dimensionament del dipòsit de recollida d'aigües pluvials es realitza d'acord amb la metodologia descrita a la *Guia Técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios* de l'associació Aqua España.

Per al dimensionament del dipòsit tenir el compte dos factors:

- Demanda d'aigua.
- Oferta d'aigua de la superfície de captació i la pluviometria local.

1) Càlcul de la demanda:

La demanda total en litres per persona i dia (en endavant, l_{pd}) és la suma de totes les demandes d'aigua subministrades a partir del dipòsit. L'usuari podrà seleccionar quines demandes es cobriran.

Per al consum domèstic, la demanda es repartirà uniformement al llarg de l'any, aplicant-li un percentatge d'ocupació previst. Si es tracta de la residència habitual, no es disposa de segona residència ni cap dels residents realitza viatges amb elevada freqüència, aquest valor es pot considerar del 100%.

La demanda de reg vindrà determinada pel mes amb la demanda més elevada.

2) Càlcul de l'oferta

La quantitat d'aigua disponible, tal i com s'ha comentat anteriorment, depèn de la pluviometria de la zona, la superfície de la teulada i l'eficiència de captació.

Un cop determinats aquests dos valors es contempen dos escenaris:

- **La demanda és inferior a l'oferta.** Es pren la demanda com a valor de disseny.
- **La demanda és superior a l'oferta.** S'han de redefinir les demandes que poden disposar d'aigua del dipòsit.

El volum del dipòsit es determina mitjançant la següent fórmula:

$$V_{\text{dipòsit}} = D \cdot F_D \cdot P$$

On:

- $V_{\text{dipòsit}}$ és el volum del dipòsit de recollida d'aigües pluvials (en litres)
- D és la demanda diària d'aigua (en litres)
- F_D és un factor de dimensionament igual a 1,2 que pren en consideració la pèrdua de volum deguda a la deposició de sediments al fons del dipòsit.
- P és el període màxim entre episodis de pluja significatius, que es considera de 30 dies.

Alternativament, es pot optar per substituir la demanda pel valor de precipitació que es pot recollir (oferta) en el mateix període de temps, dimensionant el dipòsit segons la disponibilitat d'aigua.

Cal tenir en compte que a la pràctica només hi ha alguns volums disponibles comercialment en dipòsits de material plàstic. El valor obtingut a l'aplicatiu és un indicatiu del més apropiat.

4.2 Desinfecció

4.2.1 Desinfecció per hipoclorit de sodi

L'hipoclorit de sodi és un desinfectant que es proporciona en forma líquida, dissolt en aigua. Per realitzar el tractament correctament s'ha d'instal·lar un dipòsit de dimensions menors al de recollida d'aigües pluvials on s'ha d'injectar el desinfectant.

Segons les recomanacions del Departament de Salut de la Generalitat, el temps de contacte de l'aigua amb l'hipoclorit de sodi s'ha de situar entre els 30 minuts i les 48 hores.

El volum diari d'aigua que ha de ser tractat és el consum destinat a usos domèstics. Es recomana que l'aigua per a reg s'agafi directament del dipòsit i no es clori.

El volum recomanat del dipòsit de cloració es calcula de la següent forma:

$$V = Q \cdot T_c$$

On:

- **V** és el volum del dipòsit de cloració (en litres)
- **Q** és la demanda diària domèstica d'aigua (en litres)
- **T_c** és el temps de contacte (en dies)

Si s'aplica la fórmula per al temps mínim i màxim recomanat de contacte, s'obté l'interval de volums recomanable. A partir d'aquest valor, s'escull un volum disponible comercialment. Es recomana prendre un valor de la part mitjana de l'interval, amb un temps de contacte al voltant d'unes 24 hores.

4.2.2 Desinfecció per rajos UV

La desinfecció per rajos UV és una solució que permet desinfectar l'aigua sense deixar substàncies residuals que puguin afectar la seva olor o el seu gust.

4.3 Grup de pressió

Per al dimensionament del grup de pressió cal determinar el cabal a impulsar i la pressió per assegurar el subministrament a tot l'edifici.

4.3.1 Cabal

El cabal que haurà d'impulsar la bomba es determina a través del cabal instantani obtingut emprant la metodologia del Codi Tècnic de l'Edificació descrita anteriorment. Aquest valor és el cabal màxim d'aigua que pot arribar a necessitar la xarxa en funció del nombre i naturalesa dels punts de consum.

4.3.2 Pressió

Segons el CTE, la pressió mínima garantida als punts de consum ha de ser de 10 metres de columna d'aigua (mca) als punts de consum, i 15 mca en el cas de fluxors i escalfadors. Per determinar la pressió a aportar per la bomba (en mca), s'empra la següent fórmula:

$$P = 1,2 \cdot \left(15 + \frac{H}{0,8} \right)$$

On:

- **P** és la pressió a aportar (en mca)
- **H** és l'alçada total de l'edifici (en metres)

Els coeficients presents a la fórmula tenen en compte les pèrdues de pressió provocades per la fricció amb la canonada i per la presència d'elements puntuals (colzes, tes).

El valor obtingut mitjançant aquesta fórmula és el mínim valor de pressió a aportar. Per evitar danys a electrodomèstics i a la xarxa interior de l'edifici, es recomana no superar una pressió de 50 mca.

5 DEFINICIÓ DE LES INSTAL·LACIONS

La recollida d'aigües de pluja es farà derivant els baixants existents, els quals desaiguaran a un filtre previ a l'entrada dels dipòsits d'emmagatzematge. Aquest procés es realitza per gravetat. En un dels dipòsits s'instal·larà una aixeta per al reg.

Des d'aquests, l'aigua es dirigirà per gravetat cap al dipòsit de cloració, a l'entrada del qual una vàlvula de flotador tancarà el flux d'aigua en cas d'omplir-se. En aquest mateix punt s'instal·larà una vàlvula antiretorn per evitar cabals en direcció contrària. En el dipòsit de cloració el dosificador aplica les dosis de clor seguint els impulsos enviats pel comptador localitzat a la sortida del grup de pressió.

En cas de desinfectar mitjançant rajos UV, es realitzarà una recirculació de l'aigua en els dipòsits d'emmagatzematge mitjançant una bomba que condueixi l'aigua fins la làmpada UV instal·lada en el mateix dipòsit.

Després de la desinfecció, un grup de pressió aporta la pressió necessària per abastir correctament a la l'habitatge. Finalment, s'enllaça la canonada amb l'escomesa principal, mitjançant una vàlvula de bola de llautó amb tres vies, que permetrà seleccionar l'abastament amb aigua de pluja o de la riera.

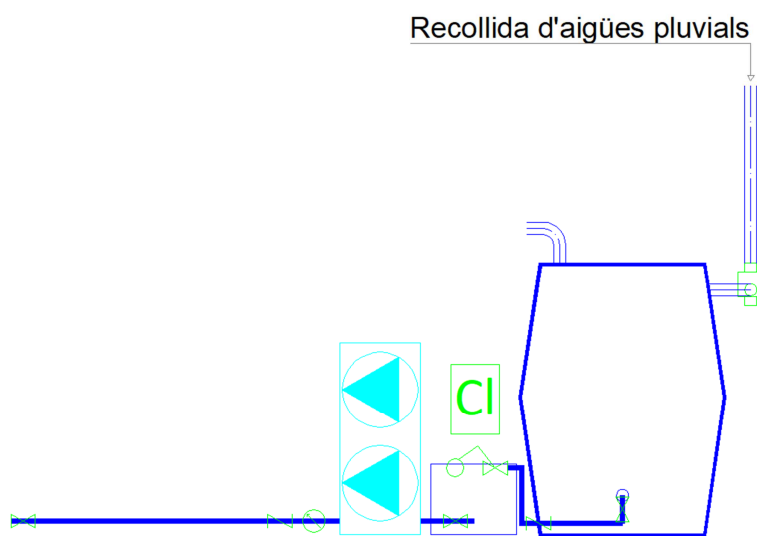


Figura 9. Representació esquemàtica del sistema d'aprofitament d'aigües pluvials amb desinfecció amb hipoclorit de sodi

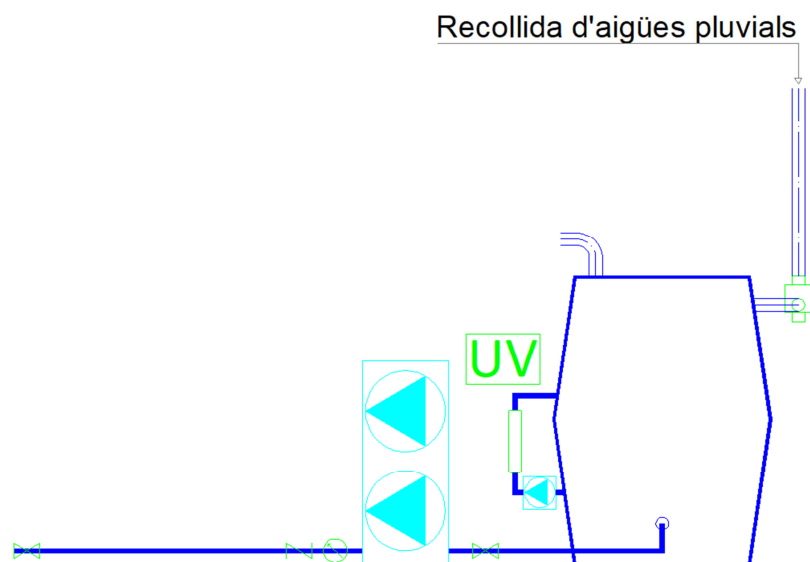


Figura 10. Representació esquemàtica del sistema d'aprofitament d'aigües pluvials amb desinfecció amb rajos UV

6 VALORACIÓ ECONÒMICA

A continuació es mostren els diferents equips necessaris per a la instal·lació d'un sistema d'aprofitament d'aigües pluvials. Els preus poden variar segons la zona. Abans de realitzar la instal·lació, demaneu pressupost a una professional.

6.1 Recol·lecció i emmagatzematge d'aigües pluvials

Filtres per baixant circular

Superfície	Preu
80 m ²	25,50 €
160 m ²	51,00 €
240 m ²	76,50 €
320 m ²	102,00 €
400 m ²	127,50 €

Dipòsit exterior

Volum	Preu
1,3 m ³	245,00 €
2,6 m ³	570,00 €
3,2 m ³	755,00 €
3,9 m ³	825,00 €
4,8 m ³	1.150,00 €
6,4 m ³	1.540,00 €
9,0 m ³	2.800,00 €

Aixeta de llautó amb rosca mascle i contrarosca

Aixeta	10,20 €
---------------	---------

Sobreeixidor d'emergència per a dipòsit

Sobreeixidor	2,45 €
---------------------	--------

6.2 Desinfecció amb cloració

Dipòsit rectangular per aigua potable

Volum	Dipòsit	Tapa	Total
43 l	69,94 €	18,51 €	88,45 €
94 l	83,31 €	21,60 €	104,91 €
190 l	159,42 €	26,74 €	186,16 €
297 l	171,76 €	31,88 €	203,64 €
486 l	212,90 €	42,17 €	255,07 €
905 l	338,38 €	48,34 €	386,72 €
1.002 l	370,26 €	48,34 €	418,60 €
1.050 l	397,00 €	91,54 €	488,54 €

Vàlvula de flotador de PVC

Diàmetre	Preu
3/8	44,38 €
1/2	50,87 €
3/4	76,51 €
1	102,71 €
1 1/4	145,81 €
1 1/2	183,94 €
2	264,92 €

Bomba dosificadora d'hipoclorit sòdic

Dosificador	685,40 €
--------------------	----------

Caseta de resina per allotjament d'equips

Caseta	Preu
1,28x1,96x0,94	249,00 €
1,28x1,96x0,94	249,00 €
1,28x1,96x0,94	249,00 €
1,86x2,26x1,25	399,00 €
1,86x2,26x1,25	399,00 €
1,85x2,26x1,83	545,00 €
1,85x2,26x1,83	545,00 €
1,85x2,26x1,83	545,00 €

6.3 Desinfecció per rajos UV

Làmpada UV i recanvis

Cabal	Làmpada UV	Recanvi làmpada	Recanvi tub quars
0,20 m³/h	120,10 €	38,40 €	12,90 €
0,60 m³/h	184,30 €	71,60 €	59,80 €
1,40 m³/h	504,10 €	105,60 €	52,80 €

Bomba de recirculació

Cabal	Bomba
0,20 m³/h	506,00 €
0,60 m³/h	440,00 €
1,40 m³/h	484,00 €

Caseta de resina per allotjament d'equips

Caseta	Preu
1,28x1,96x0,94	249,00 €
1,28x1,96x0,94	249,00 €
1,28x1,96x0,94	249,00 €
1,86x2,26x1,25	399,00 €
1,86x2,26x1,25	399,00 €
1,85x2,26x1,83	545,00 €
1,85x2,26x1,83	545,00 €
1,85x2,26x1,83	545,00 €

6.4 Grup de pressió

Bomba amb regulador de pressió

Pressió	Cabal	Potència	Preu
34 mca	4,20 m³/h	0,65 kW	358,00 €
45 mca	4,20 m³/h	0,77 kW	370,80 €
58 mca	4,20 m³/h	1,01 kW	392,70 €
35 mca	7,20 m³/h	0,78 kW	443,00 €
47 mca	7,20 m³/h	1,07 kW	448,40 €
59 mca	7,20 m³/h	1,31 kW	532,50 €

Comptador d'aigua amb emissor d'impulsos

Diàmetre	Preu
1/2	144,00 €
3/4	152,50 €
1	265,50 €
1 1/4	302,90 €
1 1/2	474,50 €
2	890,30 €

Quadre elèctric

Quadre elèctric	1.000,00 €
------------------------	------------

6.5 Canonades, vàlvules i accessoris

Canonada PVC gris per pluvials

DN	Preu
75	4,73 €/m

Canonada PE40 PN10

DN	Preu
20	1,77 €/m
25	2,70 €/m
32	4,45 €/m
40	6,90 €/m
50	10,66 €/m
63	16,65 €/m
75	23,85 €/m

Vàlvules

Concepte	Preu
Vàlvula de bola de PVC DN25 per encolar	8,76 €
Vàlvula de bola de llautó rosca 3/4" de 3 vies	37,25 €
Vàlvula antiretorn de PVC amb tancament per bola per encolar a DN25	11,99 €

Accessoris

Concepte	Preu
Colze PVC pluvials DN75 87º	2,06 €
Derivació simple PVC pluvials DN75 87º	4,14 €
Derivació doble PVC pluvials DN75 87º	8,00 €
Tap cec PVC DN75	2,01 €
Colze PE 90º DN25	2,18 €
Te PE DN25/25	3,84 €
Maneguet electrosoldable PE DN25	2,84 €
Transició PE/llautó terminal recte rosca mascle DN25 / 3/4"	14,20 €

6.6 Mà d'obra

Concepte	Preu unitari
Ma d'obra de tècnic especialista en lampisteria i fontaneria.	40,00 €

7 AUTORS DE LA GUIA

ABM Serveis d'Enginyeria i Consulting SL

- Carla Mulero Mendoza, màster en ciència i tecnologia dels recursos hídrics.
- Narcís Pi Dalfó, enginyer tècnic industrial.
- Gerard Ros San Martín, enginyer de camins.

Amb la col·laboració de:

Diputació de Barcelona:

- Mireia Vila Escalé, Tècnica de conservació del Parc del Montnegre i el Corredor i el Parc de la Serralada de Marina

Associació Paisatges Vius

- Guillem Mas, Director