



GUIA DE **CRITERIS TÈCNICS** PEL DISSENY **D'ESPais VERDS URBANS**



APEVC

Associació de Professionals
dels Espais Verds de Catalunya

GUIA DE **CRITERIS TÈCNICS** PEL DISSENY **D'ESPAIS VERDS URBANS**



APEVC

Associació de Professionals
dels Espais Verds de Catalunya

Direcció tècnica i coordinació

Joan GUAL MARTÍ

Equip redactor

Conxi BARBERO VARGAS. Enginyera tècnica agrícola

Albert BESTARD ESCUDÉ. Enginyer tècnic agrícola i paisatgista

Lluís FONTANET ROIG. Arquitecte tècnic

Joan GUAL MARTÍ. Enginyer agrònom

Eliseu GUILLAMON VILLALBA. Enginyer tècnic agrícola

David LÓPEZ GUTIÉRREZ. Expert en fonts ornamentals

Rosa M^a TORRA REVENTÓS. Arquitecta i paisatgista

Xavier TORRET REQUENA. Enginyer tècnic d'obres públiques

Carlos VILLASUR MILLÁN. Enginyer tècnic industrial

Suport tècnic

F. Xavier FÀBREGAS BARGALLÓ

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB-UPC)

Suport coordinació

Fernando LAFUENTE PELÁEZ

Primera edició: setembre del 2012



Aquesta Guia està subjecta a una llicència de
Reconeixement-No Comercial-Sense Obra Derivada 3.0 de Creative Commons

Correcció lingüística i d'estil: Francesc Gelonch

Disseny i maquetació: Toni Sánchez Poy

Fotografies: Joan Sotillos Sàenz (excepte on s'indica altres autors)

Fotografies de les portades interiors: Toni Sánchez Poy

Impressió: Ecotruí



Llibre respectuós amb el medi ambient, dissenyat seguint
els criteris d'ecoedició i imprès amb paper reciclat.

Dipòsit legal: B.24088.2012

ISBN: xxxxxxxx



APEVC

Associació de Professionals
dels Espais Verds de Catalunya

Associació de Professionals dels Espais Verds de Catalunya (APEVC)

C. Londres, n^o 96 pral 2^a. 08036 Barcelona

Tel. 934 141 365 Fax. 933 969 720

apevc@apevc.cat www.apevc.cat

Presentació

Aquesta guia és fruit del treball de l'Associació de Professionals dels Espais Verds de Catalunya, una associació que, des del 1994, agrupa professionals d'empreses, administracions i centres docents relacionats d'una manera o altra amb els espais verds.

En formem part enginyers, arquitectes, biòlegs, jardiniers... persones amb oficis i coneixements diversos i que estructurem una mirada multidisciplinària entorn els espais verds. És des d'aquesta visió polièdrica que, gràcies a iniciatives com ara aquesta guia, mirem d'aportar més rigor, coneixement i sensibilitat en la seva projecció, construcció i gestió.

Una guia que neix amb la voluntat d'esdevenir un document útil i de referència, alhora de considerar els principals criteris tècnics que són d'aplicació en el disseny d'un espai verd urbà. Un document de base, que requerirà ampliacions i que caldrà continuar revisant i millorant, però del que n'esperem que us resulti una eina valuosa i pràctica.

Com a associació us animem a aprofitar-la plenament i fer-ne difusió, així com a participar activament en la tasca que portem a terme per a la millora de la qualitat dels espais verds.

Jordi Carbonell i Dalmases

President de l'Associació de Professionals
dels Espais Verds de Catalunya

Introducció

Durant molt de temps, el punt de trobada que ha estat l'APEVC ha servit per a que molts professionals que treballem en la gestió, el disseny o la construcció d'espais verds poséssim en comú les principals preocupacions del sector. Un dels neguits recurrents ha estat i és la manca de rigor tècnic que sovint s'observa en la projecció dels espais verds. Recordo alguns congressos i jornades on, tocant a aquesta problemàtica, s'han generat interessants debats entre els dissenyadors i els responsables de la gestió posterior.

No podem oblidar que molts dels errors o les mancances que inclouen els projectes són de difícil correcció durant la fase d'execució de les obres, de manera que els errors de partida fàcilment es converteixen en defectes palpables i evidents. Una realitat que, sense massa esforç, ara podem detectar si passem amb una mirada crítica pels espais públics: vegetació mal seleccionada, arbres amb marcs de plantació massa petits, xarxes de reg inexistents o mal dissenyades, distribucions de l'espai sense considerar les circulacions lògiques de vianants, àrees de jocs que incompleixen determinades normatives, drenatges mal dimensionats o incorrectament ubicats, il·luminacions excessives... Tot un seguit de greuges que hipotequen el valor de l'espai o que n'estan afavorint una degradació accelerada.

Per tal d'assegurar la viabilitat futura dels espais verds, algunes administracions públiques sensibles a aquesta problemàtica, han elaborat plecs o protocols interns per a orientar correctament el projectista, establint en molts casos límits i restriccions al disseny. Tot i aquests esforços, no és massa complicat trobar exemples recents d'espais condemnats a fracassar en poc temps, a causa de no haver-se considerat correctament uns o altres dels aspectes tècnics necessaris.

Sovint sembla que no hi ha la suficient consciència que, a banda dels criteris estètics o conceptuals, pel disseny de l'espai verd també cal considerar tot un ventall molt ampli de criteris tècnics i normatives que n'assegurin aspectes com ara la sostenibilitat, la seguretat, la funcionalitat, el valor o la viabilitat.

Amb l'objectiu d'incidir en els més destacats d'aquests criteris tècnics necessaris, durant l'any 2011, vàrem organitzar amb l'APEVC un curs específic impartit per professionals de diferents especialitats i amb àmplia experiència en el sector. Fruit d'aquell treball multidisciplinari sorgeix aquesta guia.

Amb la voluntat de fer més útil i pràctica aquesta guia, s'ha organitzat per capítols coincidents amb les especialitzacions tècniques més habituals en el moment de dissenyar un espai verd, recollint en cada capítol les principals normatives d'aplicació, una síntesi dels criteris a utilitzar pel seu disseny i càlcul, així com recomanacions i solucions pràctiques aportades pels propis autors.

Lògicament, aquesta guia no pretén ser cap substitut a l'imprescindible saber fer del projectista, així com no exclou tampoc la necessitat de dominar personalment les normatives i tècniques necessàries, però, en qualsevol cas, sí crec que pot convertir-se en una molt bona eina per a guiar-nos vers el rigor i els coneixements tècnics necessaris de cara al correcte disseny d'un espai verd urbà.

Joan Gual i Martí

Director tècnic de la guia
Vicepresident de l'Associació de Professionals
dels Espais Verds de Catalunya

Agraïments.

La publicació d'aquesta guia no hauria estat possible sense l'ajuda i l'inestimable suport de Paqui MARTÍNEZ NICOLAS, Conxi BARBERO VARGAS, Anna LLEIXÀ BURRIEL, Gemma GARCIA RIBOT, Andreu RODRÍGUEZ VALERO, Robert HERNÁNDEZ NAVARRO, així com dels companys de la Junta Directiva, Secretaria Tècnica i Administració de l'APEVC.

SUMARI

I. El disseny de l'espai verd.....	10
II. Paviments i drenatges.....	24
III. Enllumenat.....	48
IV. La vegetació en els espais urbans.....	78
V. Xarxes de reg.....	98
VI. Àrees de jocs infantils i mobiliari.....	124
VII. Elements ornamentals d'aigua.....	150
VIII. Organització d'un projecte.....	172



El disseny de l'espai verd



Rosa M^a Torra i Reventós,
Arquitecta i paisatgista

Índex El disseny de l'espai verd

Pròleg.....	13
1. L'Ordenació de l'espai, funcionalitat i usos	15
1.1. L'ordenació de l'espai	15
1.1.1. De quin espai parlem? Verd urbà versus deixius urbans.....	15
1.1.2. De quina ordenació parlem? Repercussió o euros/ m ²	15
1.2. La funcionalitat dels espais verds	16
1.2.1. El paper mediambiental de l'espai verd.....	16
1.2.2. El paper de suport a les activitats ciutadanes.....	16
1.2.3. El paper estètic de l'espai verd.....	17
2. Les circulacions. El Codi d'accessibilitat	18
2.1. Les circulacions.....	18
2.2. El Codi d'accessibilitat. Altres normatives d'aplicació.....	18
2.3. Els recorreguts accessibles. Característiques principals	19
2.3.1. Tria dels recorreguts accessibles.....	19
2.3.2. Característiques principals dels recorreguts accessibles.....	19
2.3.3. Característiques principals de les escales i rampes.....	19
2.3.4. Característiques principals dels elements de mobiliari	20
2.4. Les circulacions ocultes: El traçat de les xarxes de serveis.....	20
2.5. Altres circulacions. Les esorrenties (circulacions amb les aigües de pluja).....	20
3. El moment del salt: el projecte	21
3.1. El procés creatiu	21
3.1.1. Concepte de creació	21
3.1.2. Aplicació de criteris de paisatge, estètics.....	21
4. Bibliografia.....	22

Pròleg, “de papereres i arbres”

En un temps d'escassetat de recursos, cal que tornem a pensar cadascuna de les accions humanes. Aquesta nova mirada haurà de ser assenyada, i alhora innovadora i valenta. No es tracta de fer el mateix amb menys recursos, sinó de fer diferent. De fet es tracta de fer, si és que s'escau de fer, accions més potents, més vigoroses, d'efecte multiplicador i creixent i, per tant, amb una inversió menor.

Fins ara, els espais verds que puntejaven la ciutat actual responien a les inquietuds del ciutadà de finals del s. XX. El sociòleg francès Gilles Lipovetski els anomena temps hipermoderns. Com han estat aquests espais fins ara? Convencionalment han estat espais vegetats, amb tot d'equipaments per al joc infantil o bé d'adults, per a la pràctica esportiva, per a l'organització de manifestacions culturals... Han estat doncs, els espais de lleure o saludables per excel·lència de les ciutats. Responien també, doncs, de forma calcada als ideals de l'*home hipermodern*, i per tant ara podem inferir dels espais que hem construït els trets fonamentals d'aquest home:

ESPAI HIPERCONSUMISTA: Els espais apareixen farcits de tots aquells *gadgets* urbans que pretesament ens han de fer la vida més agradable. Hi trobem així jocs infantils, per a joves i per a adults, aparells gimnàstics, mobiliari urbà de descans (per estar-se assegut, estirat, recolzat, ajagut...), altres tipus de mobiliari encaminats a satisfer altres tipus de necessitats (font per a beure aigua, papereres cada 50 o 25 m., mobiliari per a mascotes (font per a beure aigua destinades als gossos, aparells expendedors de bosses per a la higiene dels gossos), etcètera.

ESPAI SALUDABLE: L'*home hipermodern* contraposa el consum exagerat (de recursos econòmics, espacials, de temps, etc.) a l'angoixa d'un futur que s'endevina incert i/o precari. Per aquest motiu, li cal envoltar-se de la certesa d'estar elaborant productes de sensibilitat ecològica. En el cas dels espais verds aquest embolcall d'ecologisme s'incorpora ja des del disseny inicial de l'espai i fins els criteris que s'empraran pel seu manteniment posterior. Això implica uns consums energètics, d'aigua i de mà d'obra reduïts. Aplicant-ho als nostres espais verds, significa un ús d'espècies ben adaptades al clima o de regs eficients, entre d'altres.

ESPAIS DE LA MEMÒRIA: Tot i que pugui semblar paradoxal, són els espais verds, indrets buits en el contínuum urbà, els que posen en valor la ciutat actual. Són els espais que la dignifiquen i la fan amable. I són aquests petits paisatges artificials els que posen en contacte la ciutat amb la natura de la perifèria. Sovint, en aquests espais, s'hi incorporen elements dedicats a la celebració del passat, de la identitat.

Escriu aquest pròleg en el bar d'un petit centre de barri, fundat fa cent anys per les famílies benestants d'un barri industrial de Barcelona. Mentre escriu aquestes notes puc escoltar les fitxes de dòmino d'uns jubilats, les escales i sonates de piano dels nens que estudien solfa. Puc veure nenes amb tutú passejant pel passadís, senyores amb la capsa d'aquarel·les que enfilen cap a l'aula de plàstica i també les caixes de cervesa del bar apilades en un racó. M'imagino que aquest centre es manté des de fa més de 100 anys gràcies a l'aportació dels socis i la dedicació desinteressada de moltes persones que el creuen seu. Com aquest, n'hi ha d'altres que han estat promoguts per l'administració.

Vist avui, després de la Crisi del 2008, això pot semblar excessiu. Potser les administracions porten massa temps intervenint sobre els ciutadans, organitzant-nos en excés la vida i el lleure, a la vegada

que els ciutadans ens hem sentit ja suficientment còmodes en el paper d'actors, renunciant al rol de directors. Però, no serà aquesta manera de tractar-nos de les diferents administracions la causa de la nostra menor capacitat d'iniciativa actual?

Per tal de vèncer aquest nihilisme exponencial sembla que ens cal un individualisme responsable, aquell que s'exerceix per individus amb compromisos ètics. Cal que cadascú de nosaltres ho sigui en la seva parcel·la. I cal que les administracions abandonin el seu paper de tutores de la vida dels ciutadans, i que per contra es concentrin en la funció de regular i compensar les desigualtats, així com en la de col·laborar amb les iniciatives dels ciutadans. I allà on aquesta iniciativa hi manqui fer de metxa i guspira generadora.

Els nous espais verds hauran de ser també conseqüents amb aquest nou model. Per tant, farà falta posar en qüestió cadascun dels elements i dels processos que convencionalment els han conformat. En aquesta línia poden comparar-se dues accions aparentment positives: plantar un arbre i posar una paperera. Però hi ha una diferència abismal entre l'una i l'altra. Per què posem una paperera? Per a poder desfer-nos d'una deixalla a l'instant. Inicialment la paperera era un objecte civilitzador, un indicador que la brutícia no havia de deixar-se en l'espai públic, representava la ubicació civilitzada de la brutícia. La paperera era l'eina pedagògica dels primers ajuntaments democràtics. Avui, aquesta lliçó, els que l'han volgut aprendre, ja se la saben. El ciutadà madur ja és capaç d'emportar-se a casa les deixalles a dins de la seva bossa. La paperera s'ha convertit en un objecte servil, que ens infantilitza, estalviant-nos només d'embrutar la bossa amb un paperet o una pela de plàtan. De la mateixa manera que ja no emboliquem els entrepans sinó que els duem en una carmanyola, caldrà que duguem a la bossa una brossa portàtil. La paperera ja ha perdut el seu paper pedagògic. A més, representa una despesa que en genera d'altres, doncs farà falta que algú ens les buidi. No necessitem, doncs, papereres! En canvi, plantar un arbre representa tot el contrari. És, de fet, una inversió inicial que portada a bon terme no genera gairebé despeses i, en canvi, dóna rèdits contínuament en ombra, neteja de la pol·lució ambiental, etcètera.

1. L'Ordenació de l'espai, funcionalitat i usos

1.1. L'ORDENACIÓ DE L'ESPAI

■ 1.1.1. De quin espai parlem?

Els espais verds tradicionals són aquelles reserves d'espai verd que el planejament destina per a aquest ús a dins de les trames urbanes. Cal estar atent a les disposicions que el planejament dicta en relació a aquests espais, doncs són d'obligat compliment.

Verd urbà versus deixius urbans

A banda d'aquests espais, n'hi ha molts d'altres, tant a dins com a fora o al voltant de les aglomeracions urbanes, que poden ser objecte de projecte i per tant d'altres fonts de feina. Són els espais no urbans que conformen de forma transitòria residus urbans. Parlem, doncs, dels voltants de les infraestructures del transport, de les cobertes enjardinades, dels patis escolars, etcètera.

■ 1.1.2. De quina ordenació parlem?

Cal tenir present, en el moment de fer qualsevol proposta, que la disponibilitat pressupostària ens limita, i molt, el grau de la nostra intervenció. Per una banda, es poden fraccionar les intervencions en diferents fases, les quals cal que tinguin coherència entre sí. Per altra banda, podem fer una classificació del tipus de projecte en funció de la seva envergadura. Així, podem distingir entre projectes de millora (totals o parcials) i projectes complets (tant de nova planta com de reforma integral).

El concepte de *repercussió* identifica l'import mitjà de despesa per m² de l'actuació i és igual al pressupost d'execució per contracte dividit per la superfície total de la intervenció.

A continuació s'inclouen alguns exemples de repercussió en la província de Barcelona, durant el període 2006 - 2010. Estan basats en l'experiència i, per tant, no es poden extrapolar a d'altres indrets. Cal preveure que algunes variables, com ara les oscil·lacions de l'IPC, la variació en els preus dels materials de la construcció o en la mà d'obra, poden fer variar aquests valors:

Parcs (superfícies a partir de 2 ha)

- ▶ A partir de 40 €/m², parcs poc equipats (mobiliari o jocs), periurbà, estesa de xarxes parcial (reg, enllumenat públic, drenatges).
- ▶ A partir de 60 €/m², parcs molt equipats (mobiliari i jocs), urbans, amb estesa de xarxes al 100%.

Places (menys d'1 ha)

- ▶ A partir de 100 €/m², places amb part de paviment de sauló o paviments continus, mitjanament equipades.
- ▶ A partir de 140 €/m², places amb paviments no continus i amb més equipament (mobiliari i/o jocs).
- ▶ A partir de 170 €/m², places amb elements singulars (fonts, escultures), paviments de pedra natural...

1.2. LA FUNCIONALITAT DELS ESPAIS VERDS

■ 1.2.1. El paper mediambiental de l'espai verd

Sovint, a causa del reguitzell d'aspiracions d'altre caire que se li demana de satisfer a un espai verd, en aquest, en darrera instància, s'acaba diluint fins a desaparèixer el seu paper mediambiental. Així, podem arribar a oblidar que des d'un punt de vista mediambiental no és pas el mateix un terreny de gespa artificial que un prat, o un parc sobreocupat amb aparells de joc que un parc amb molts arbres.

El paper mediambiental farà dotar l'espai de vegetació (estrat arbori, estrat arbustiu, estrat herbaci), drenatges, paviments permeables, etcètera. (R. Folch, 1990; V. Flusser, 2003).

■ 1.2.2. El paper de suport a les activitats ciutadanes

Cal que aquesta segona funcionalitat no entri en contradicció amb la primera. Sovint, donar resposta al reguitzell d'aspiracions i usos que el ciutadà aboca en l'espai públic pot entrar en contradicció amb el paper primer i fonamental que té l'espai verd, i que és necessari que no perdi. El planejament, en molts casos, protegeix aquests espais d'usos abusius d'aquesta mena, limitant, per exemple, la superfície màxima dels equipaments esportius o de restauració que s'hi poden instal·lar.

Hi ha molts tipus de funcions que tradicionalment s'han assignat a l'espai verd urbà:

- **D'esbarjo, repòs i relació:** espais destinats a seure, destinats a jeure, espais wifi, espais de picnic.
- **Lúdics:** les àrees de joc infantil, juvenil o d'adults, els espais de joc lliure (sense joguines urbanes).
- **Esportius:** pistes esportives, les àrees de gimnàstica, els circuits de salut, les pistes de modelisme, bicicletes, *skates*, patins, etcètera.
- **Culturals:** espais destinats a festes i manifestacions populars, a fires, exposicions, teatre.
- **Commemoratiu i artístic:** escultures i memorials de tot tipus, fonts ornamentals.
- **Educatius-sostenibles:** horts urbans, *arboretums*, viver municipal.
- **Mascotes:** les àrees de gossos.

1.2.2.1. Dos tipus d'usos: usos que omplen versus usos que buiden

Cal distingir entre aquells usos que ens omplen l'espai i els usos que, al contrari, requereixen d'un espai buit.

Són usos que omplen l'espai aquells que, per la seva naturalesa, necessiten d'aparells o d'elements d'equipament o bé de tancaments, com ara les àrees de joc infantil, les àrees de gimnàstica, els espais esportius, les àrees destinades als gossos...

Són usos que buiden l'espai els espais de joc lliure (sense joguines urbanes), les festes i manifestacions populars, les fires, les exposicions, etcètera.

Figura 1. Espais buits i espais plens en una plaça on es preveuen usos diversos



1.2.2.2. Flexibilitat d'usos

Quan els diferents usos dels espais no són excessivament explícits, els espais poden servir per a una multiplicitat d'usos que es van modulant segons l'hora del dia. Així, un espai pla de sauló, amb unes marques que dibuixen 4 rectangles de 15 x 4 m, poden perfectament esdevenir al matí unes pistes de petanca, a la tarda un recinte per a jugar a bàdminton i durant el vespre un espai per a l'esbarjo dels gossos. Quan els espais es signifiquen en excés, determinats usuaris agafen un rol dominant envers els altres i, en el moment en que aquests usuaris desapareixen, els espais romanen sense cap altre ús possible. És un fet a tenir molt en compte quan els recursos i/o el sòl buit és escàs.

1.2.2.3. Criteris de disposició dels usos

En relació a la disposició dels usos cal valorar diferents paràmetres, com són la proximitat o la llunyania en relació als habitatges, l'ús terciari, etcètera, així com altres factors com la incidència del sol, la disposició central o perifèrica a dins de l'espai, de pas o en cul-de-sac, la relació amb altres espais propers, els criteris generals de la ciutat...

■ 1.2.3. El paper estètic de l'espai verd

A banda de satisfer els dos punts anteriors, a l'espai verd se li demana també que satisfaci un objectiu estètic.

2. Les circulacions. El Codi d'accessibilitat

2.1. LES CIRCULACIONS

Les *circulacions* són les relacions que s'estableixen entre els diferents usos i els espais adjacents. Podem establir, en cas de considerar-ho convenient, diferents jerarquies entre els recorreguts.

És possible traçar diversos camins o espais lineals, de secció uniforme o variable, i a la vegada podem fer espais transitables, que es poden recórrer en diferents direccions.

Cal que els recorreguts que es tracen siguin coherents, com també valorar el principi d'economia de mitjans que caracteritza els recorreguts a peu, si no volem, per exemple, que es malmetin els parterres per les trepitjades recurrents.

Figura 2. Recorreguts dins d'un parc



2.2. EL CODI D'ACCESSIBILITAT. ALTRES NORMATIVES D'APLICACIÓ

De cara a definir aquests recorreguts, cal que ens adaptem a les prescripcions de dues normatives estatals i autonòmiques, de les quals, atès que entren en contradicció, haurem d'assumir-ne el criteri més restrictiu. Aquestes són:

- Decret 135/1995, de 24 de març, de desplegament de la Llei 20/1991, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques, i d'aprovació del Codi d'accessibilitat.

- » Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.

2.3. ELS RECORREGUTS ACCESSIBLES. CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS

■ 2.3.1. Tria dels recorreguts accessibles

En primer lloc, cal assenyalar en l'espai verd quins seran els recorreguts accessibles destinats a relacionar els àmbits més destacats de l'espai.

■ 2.3.2. Característiques principals dels recorreguts accessibles

- » Amplada d'1,80 m, es pot estrènyer en alguns casos a 1,50 m.
- » Alçada lliure de 2,20 m.
- » Pendent longitudinal $\leq 6\%$, pendent transversal $\leq 2\%$.
- » Nivell d'il·luminació mínim de 20 lux.
- » No inclou cap graó aïllat.
- » Paviment dur, no lliscant. En parcs i platges s'admeten terres piconades a més del 90 % del pròctor modificat.
- » Preferentment sense tapes ni reixes. Si hi ha reixes, les obertures de diàmetre ≤ 1 cm.
- » Amb baranes si hi ha desnivells laterals > 55 cm, no escalables, i de 90 cm d'alçada. En cas que el desnivell sigui superior a 6,00 m, l'alçada de la barana cal que sigui de 110 cm.

■ 2.3.3. Característiques principals de les escales i rampes:

- » Pendent longitudinal $\leq 10\%$ en rampes de longitud inferior a 3,00 m.
- » Pendent longitudinal $\leq 8\%$ en rampes de longitud entre 10,00 m i 3,00 m.
- » Paviment dur, no lliscant.
- » Incorporar al paviment franges de paviment tàtil direccional. En escales i rampes d'amplada igual a l'escala o rampa, amb longitud mínima d'1,20 m.
- » En els graons, franja de canvi de textura i color a 3 cm de la vora.
- » Nivell d'il·luminació mínim 10 lux.
- » Els replans intermedis han de tenir una amplada mínima igual a la de l'escala o rampa i una longitud mínima d'1,50 m, tant en els trams intermedis com en l'inici i el final de rampa. En cas d'haver-hi un canvi de direcció, la longitud mínima és d'1,80 m.
- » Cal que comptin amb passamans dobles a ambdós costats, el superior a 0,95 - 1,05 m i l'inferior a 0,65 - 0,75 m. Si l'amplada de l'escala és superior a 4,00 m, cal que comptin amb un passamà doble central. Els passamans s'han de prolongar almenys 30 cm des del final del tram. El passamà ha de ser anatòmic i d'entre 4,50 i 5,0 cm de diàmetre.

■ 2.3.4. Característiques principals dels elements de mobiliari

- ▮ Ubicació: alineada, en carrers a ≥ 40 cm de la vorada.
- ▮ Prescripcions en cadires i bancs: Cadires accessibles, de 0,45 m d'alçada, amplada 0,40 - 0,45 m, respall de 0,40 m, amb braços a ambdós costats i amb un espai d'apropament, que és un cercle d'1,50 m de diàmetre que cal que estigui buit. Davant de cada banc cal disposar una franja de 60 cm d'amplada que no ha d'envair l'itinerari accessible. Com a mínim ha d'haver-hi un seient accessible per a cada grup de seients, o una unitat accessible per cada 5 unitats.
- ▮ Prescripcions en les fonts. El broc ha d'estar a una alçada d'entre 80 i 90 cm. Cal que disposi d'un espai d'apropament, representat per un cercle d'1,50 m de diàmetre, que és necessari que estigui buit. No s'ha de provocar l'acumulació d'aigua al seu voltant. Les reixes no han de tenir obertures de diàmetre superior a 1 cm. El polsador ha d'estar a una alçada entre 1,00 i 1,40 m.

2.4. LES CIRCULACIONS OCULTES: EL TRAÇAT DE LES XARXES DE SERVEIS.

D'acord a un concepte de claredat constructiva, detecció i reconeixement del traçat d'instal·lacions, és recomanable que les xarxes s'ubiquin de forma paral·lela als camins del parc. Segons aquest criteri, la xarxa d'enllumenat, la de drenatges o la xarxa primària de reg (que alimenta els diferents sectors de reg i les boques de reg), cal que vagin de forma preferent a sota o al costat dels itineraris pavimentats, procurant que totes les arquetes, tapes, mecanismes (incloses les boques de reg) i si s'escau armaris, es situïn de forma conseqüent en la superfície pavimentada.

Aquest criteri permet que el manteniment de les àrees de parterres del parc esdevingui lliure d'interferències amb els serveis i a la vegada ajuda a detectar registres i mecanismes.

Així mateix, és recomanable que es situïn les columnes i els bàculs dels diferents punts de llum en les zones pavimentades, ja que en facilita el manteniment (accés del camió de manteniment per a canvi de lluminàries i làmpades) i es protegeix la seva part inferior de la humitat.

2.5. ALTRES CIRCULACIONS, LES ESCORRENTIES.

En dissenyar un parc podem incorporar les circulacions superficials de l'aigua de pluja en el mateix disseny de l'espai. En podem modelar la topografia, la configuració dels parterres o el traçat de cunetes partint de la configuració del traçat de recollida de les aigües pluvials.

3. El moment del salt: el projecte

3.1. EL PROCÉS CREATIU

Tot i que explicar el procés de creació d'un projecte, a causa de la seva complexitat, s'escapa del que pretén aquesta guia pràctica, sembla indicat d'apuntar algunes consideracions sobre el procés creatiu.

■ 3.1.1. Concepte de creació

Produir intencionadament novetats valuoses, novetats eficaces. Projectar és una activitat de recerca feta a partir de la memòria. En el supòsit d'un projecte, produïm mentalment operacions de recerca d'ocurrències, sobre el resultat de les quals apliquem uns criteris de selecció per a destriar-ne algunes. (J. Marina, 2003).

Els projectes, de manera semblant a un dibuix, apareixen primer en qualitat d'esborranys i, poc a poc i per aproximacions successives, es van definint i precisant. Cada projecte té unes lleis internes que necessitem respectar. L'habilitat del projectista rau en saber combinar allò que el client demana amb un producte que finalment caldrà que sigui coherent i no una juxtaposició o superposició d'ocurrències.

■ 3.1.2. Aplicació de criteris de paisatge, estètics.

Als projectes d'espai verd els hi exigim, a banda de la coherència formal pròpia de tot projecte d'arquitectura o de disseny, el valor afegit de millorar-nos les condicions ambientals del medi urbà. El projecte d'espai verd beu de les diverses fonts de les ciències biològiques o ambientals, de l'ecologia, etcètera. Aquesta relació entre les lleis formals i les lleis dels éssers vius és el que conforma el que s'ha anomenat com a *paisatgisme*. S'entén el paisatgisme com la manera d'organitzar la convivència entre l'ésser humà i la natura.

4. Bibliografia

- CLEMENT, G. (2007). *Manifiesto del tercer paisaje*. Editorial Gustavo Gili.
- FLUSSER, V. (2003). *Los Gestos: Fenomenología y comunicación*. Editorial Herder.
- FOLCH, R. (1990). *Que lo hermoso sea poderoso. Sobre ecología, educación y desarrollo*. Editorial Altafulla.
- MARINA, J. A. (2010). *La educación del talento*. Biblioteca UP, Ariel.

WEBS (CONSULTA 16 DE FEBRER DE 2012):

- Decret 135/1995, de 24 de març, de desplegament de la Llei 20/1991, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques, i d'aprovació del Codi d'accessibilitat. DOGC núm. 2043, de 28/04/1995.
<http://www.amtu.cat/amtu/anexes/PMR/DECRET135cat.pdf>
- Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.
<http://www.boe.es/boe/dias/2010/03/11/pdfs/BOE-A-2010-4057.pdf>
- Recull de projectes d'espai públic europeus,
<http://www.publicspace.org/ca/arxiu>

REVISTES:

- VV.AA. (2002). "Parks: Green Urban Spaces in European Cities". Topos magazine.
- VV.AA. (2007). "Parque urbano". Paisa (2).



Paviments i drenatges



Xavier Torret i Requena,
Enginyer tècnic d'obres públiques

Índex Paviments i drenatges

1. Introducció	27
2. Paviments	27
2.1. Característiques i usos	27
2.2. Elements que componen un paviment	28
2.3. Criteris de disseny.....	31
2.3.1. Criteris de disseny atenent a la funcionalitat.....	31
2.4. Seccions tipus més usuals.....	36
2.5. Tendències de futur	38
3. Drenatges.....	40
3.1. Característiques i usos	40
3.2. Elements que componen una xarxa de drenatge.....	40
3.3. Criteris de disseny.....	42
3.4. Dimensions, geometries i materials més usuals.....	46
3.5. Tendències de futur	47
4. Bibliografia.....	47

1. Introducció

Paviments i drenatges són dos elements que intervenen en el disseny de qualsevol espai urbà, i és molt recomanable considerar-los de forma conjunta en el moment del seu disseny. El sistema de drenatge previst pot ocasionar problemes de manteniment als paviments, d'igual manera que els paviments poden provocar alteracions, de capacitat o de manteniment, a una xarxa de drenatge.

2. Paviments

Amb la voluntat de donar un mínim d'eines i conceptes bàsics per al disseny correcte dels paviments d'un espai verd, detallarem els diferents aspectes que cal que considerem escrupolosament, que són els que analitzarem en el present capítol.

2.1. CARACTERÍSTIQUES I USOS

És fonamental que el disseny s'adeqüi a les necessitats i a les característiques específiques per a les que està previst el paviment, i que aquesta relació d'adequació es compleixi al llarg del temps i la vida útil del mateix. És per això que, quan projectem el nostre paviment, cal que siguem capaços de visualitzar-ne les característiques i funcionalitats que li demanarem al llarg de la seva vida útil (des de la fase de construcció i fins a la fase de desconstrucció). D'aquesta manera, projectar ha de consistir en quelcom més que crear un disseny a partir d'una imatge en un instant donat.

A aquest efecte, les principals característiques que cal que tingui un paviment són:

- ▶ **Funcionalitat.** Cal que estigui dissenyat per a complir les funcions que li són encomanades, formació d'itineraris, garantir l'accessibilitat i adequar-se a les diferents zonificacions amb la millor de les solucions possibles (zones d'estada, zones de jocs infantils, àrees polivalents, zones d'esport, etc.).
- ▶ **Sostenibilitat econòmica.** És molt important que incorporem aquest concepte ja des de les fases més embrionàries del disseny de l'espai verd. Ha de ser present en les fases de disseny, construcció i explotació del mateix. Cal pensar sempre en la simplificació de processos tant de disseny com d'execució d'obra i manteniment.
- ▶ **Integració paisatgística i de disseny.** Òbviament, tenim l'obligació d'integrar el disseny del paviment en el conjunt d'elements que conformaran la/les unitat/s de paisatge definides, i per això és important tenir totalment clar en què consisteix el projecte i què l'acompanyarà.

2.2. ELEMENTS QUE COMPONEN UN PAVIMENT

Els elements que componen un paviment i que analitzarem tot seguit són:

- 1) Capa d'explanada millorada
- 2) Subbases
- 3) Base
- 4) Capa d'acabat
- 5) Vorades

1) Capa d'explanada millorada

En realitat es tracta de la capa d'acabat del moviment de terres, a la que anomenarem d'ara en endavant *explanada millorada*. Aquest element subtil del paviment té una importància fonamental, ja que de la seva correcta execució en depèn la vida útil del mateix. De cara a dissenyar-lo i executar-lo correctament disposem de molta bibliografia en llibres de fermes urbans i de fermes per carreteres, així que en aquesta guia només en donarem les nocions bàsiques del que cal saber.

La major part d'aquesta bibliografia, fins i tot de manera normativa, classifica la capa d'explanada millorada en tres tipus diferents, en funció de la seva qualitat (norma 6.1.IC. Apartat 5.1 formació d'explanada): E-1: de qualitat baixa, E-2: de qualitat mitja i E-3: d'alta qualitat.

Bàsicament, E1, E2 i E3 es determinen segons el mòdul de compressibilitat en el segon cicle de càrrega (Ev2), obtingut d'acord amb la NLT-357 "Assaig de càrrega amb placa", que és un assaig que ens determina la capacitat portant de la mateixa.

La formació de les esplanades es realitza depenent del tipus de sòl de l'explanació i de les característiques i gruixos dels materials disponibles, segons es defineixen en l'article 330 del Plec de Prescripcions Tècniques Generals per Obres de Carreteres i Ponts (PG-3).

En el moment de projectar el paviment d'un espai verd, és molt recomanable que aprofitem aquesta classificació qualitativa dels fermes urbans i exigim si és possible una qualitat d'explanada E-1, qualitat baixa per a un ferm urbà o de carreteres, però que delimita uns estàndards de qualitat que a tots efectes garantirà una bona vida útil del paviment.

2) Subbases

La subbase és l'element del paquet de ferm que està entre les capes d'acabat del moviment de terres i les bases del mateix. A aquest element se li confien, entre d'altres, les propietats d'evitar que les humitats i els fins de la part inferior puguin pujar, així com la d'ajudar en el comportament estructural del paquet de ferm en el moment de repartir les càrregues en el terreny.

En fermes de tipus urbà aquesta és la primera capa del ferm, sobre la qual s'hi col·locarà la base i s'hi estendran les diferents capes d'acabat. En el cas de paviments en espais verds, si la tipologia d'ús és per a vianants i com a màxim mixta amb tràfic lleuger, pot arribar a utilitzar-se com a capa sobre la que reposa directament la capa o capes d'acabat.

Les subbases es solen executar amb tot-us naturals o artificials. És habitual d'exigir una qualitat ZN-25 per al cas dels naturals i una qualitat ZA-25 per als artificials, segons es defineixen en l'article 501 del Plec de Prescripcions Tècniques Generals per Obres de Carreteres i Ponts (PG-3).

L'ús de materials reciclats també està regulat pel Plec de Prescripcions Tècniques Generals per Obres de Carreteres i Ponts en la versió de PG-4, però guarda encara algunes mancances que no permeten de donar una cobertura legal massiva a l'ús d'aquest tipus de materials. En última instància, dependrà de la decisió del tècnic redactor i del director d'execució la possibilitat d'utilitzar o no aquests tipus de materials, en funció del compromís estructural, de la disposició d'algun tipus de productor local, de les garanties de qualitat i homogeneïtat de producte, etcètera.

3) Bases

La base d'un paviment és aquella capa de material que hi ha entre una o diferents capes d'acabat i la capa de subbase. En el cas d'un ferm amb poc compromís estructural, com són la major part dels paviments d'un espai verd, anomenarem capa de base a la capa d'acabat si es tracta d'un paviment continu, i anomenarem base a la capa de transició entre la subbase i els elements prefabricats (llambordins, llambordes o lloses).

En el cas dels paviments de peces prefabricades, cal distingir dues tipologies:

- ▶ Paviment amb llosa, on només s'accepta el trànsit de vehicles d'emergència i dels serveis de manteniment. La base serà sempre de formigó, i cal garantir una bona subjecció d'aquesta a la peça prefabricada. A aquest efecte, la subjecció haurà de ser executada mitjançant morter de ciment (no és admissible morter sec). Addicionalment caldrà donar-li una planimetria excel·lent, per tal que la peça es recolzi en la seva totalitat.
- ▶ Paviment amb llamborda o llambordí, on el tràfic de vehicles pot ser-hi present. Cal atènyer-se a dues casuístiques de subbase diferents: formigó o tot-u.

Els manuals teòrics sobre aquest darrer tipus de paviment recomanen, gairebé el cent per cent de les vegades, una subbase de tot-u, el sentit comú també, però la pràctica ens demostra que hi ha força paviments d'aquest estil que acaben col·lapsant-se quan han estat executats així. Les causes principals d'això acostumen a ser la mala execució de les capes de subbase i explanada millorada així com un nivell de trànsit superior a aquell per al qual havien estat dissenyats.

D'altra banda, l'aposta "segura" des d'un punt de vista estructural d'emprar una subbase de formigó porta associats tota una sèrie "d'elements col·laterals" que no podem passar per alt. En primer lloc, una subbase de formigó resulta del tot impermeable, addicionalment, dificulta i encareix les operacions futures de possibles actuacions en el subsòl, per creació o explotació de xarxes de serveis, noves instal·lacions, etcètera, i per acabar el cost d'execució d'una subbase de formigó és força més superior que el d'una subbase de tot-u.

És per això que en la decisió del tipus de subbase a dissenyar cal tenir present les garanties d'execució de les capes inferiors, el trànsit per al qual es dimensiona i, en darrer terme, atènyer-se a les prescripcions que el fabricant del material faciliti.

Per últim, en funció de la tipologia de peça que s'hagi escollit i de la subbase de la que es disposi, és important decidir bé l'element d'encintat del nostre paviment. Es recomana consultar les prescripcions del fabricant per aquest tipus de paviments.

Figura 1. Paviment de peces prefabricades en construcció



4) Capa d'acabat

La capa d'acabat pot existir o no, ja que tal com s'ha comentat anteriorment, la capa de base també pot actuar com a capa d'acabat. En cas que sigui un element diferenciat (cas de paviments asfàltics, microaglomerats, o slurrys), aquesta capa pot tenir o no caràcter estructural i òbviament, és a la que se li demana que compleixi les propietats per a les que ha estat dissenyat aquell ferm.

5) Vorades

Les vorades són els elements que confinen el nostre paviment. Les característiques que se li atorguen són de funcionalitat i d'estètica. De funcionalitat en tant que són l'element que confina el nostre paviment i que en la fase d'obra ens pot ajudar a l'execució. Addicionalment, en els casos de paviments de llambordes o llambordins, són fonamentals per a un correcte comportament estructural del paviment.

Una altra de les característiques que acostumen a tenir les vorades és la de convertir-se en el punt natural de recollida de les aigües de drenatge (rigoles o cunetes), atès que usualment és l'element que configura constructivament el punt baix.

Des del punt de vista de la seva durabilitat i de la bona execució de l'obra el més important és que estiguin ben subjectades. I considerant l'enorme variabilitat de vorades de què podem disposar, cal incidir en la importància de complir amb els criteris i les recomanacions del fabricant.

En el cas particular de les vorades és molt recomanable, sempre que per criteris geomètrics sigui possible, d'executar aquesta unitat d'obra després de la subbase i col·locar els prefabricats al damunt de la mateixa, amb un gruix de formigó de com a mínim 12 cm.

2.3. CRITERIS DE DISSENY

Els criteris de disseny a tenir presents en el projecte d'un paviment són, com ja s'ha esmentat, la funcionalitat que es pretén per al projecte, la sostenibilitat econòmica i la integració paisatgística. Atès que les connotacions paisatgístiques no són objecte d'aquest apartat, ens centrarem en els criteris de disseny des del punt de vista de la seva funcionalitat i sostenibilitat econòmica.

■ 2.3.1. Criteris de disseny atenent a la funcionalitat

Entre d'altres criteris a tenir presents, cal considerar aspectes d'accessibilitat, textura superficial, hidrologia urbana, comportament estructural i durabilitat. Pel que fa a l'accessibilitat, existeixen dos texts legals que són d'obligat compliment: el Decret 135/1995, de 24 de març de 1995, Codi d'accessibilitat de Catalunya i la Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero.

Pel que fa als aspectes de textura superficial, bàsicament cal observar que el paviment no generi riscos afegits als seus usuaris. Addicionalment, cal que sigui agradable a l'usuari i d'acord a les característiques per les quals es va dissenyar.

Els paviments també els podem classificar en funció del seu comportament davant l'escorrentia de pluja. Classificar-los d'aquesta manera és important si volem incorporar al nostre projecte de disseny un criteri que donarà una qualitat afegida: la gestió de les aigües de pluja. A aquest efecte, els paviments es classifiquen en aquells que són impermeables i la resta, que anomenem permeables, tot i que tècnicament no ho siguin del tot.

► **Paviments impermeables.** Són aquells paviments en els que tota l'escorrentia de l'aigua de pluja discorre per la superfície del paviment, sense disposar de capacitat d'infiltració. Atès el criteri de disseny de la gestió d'aigües de pluja, cal evitar projectar paviments d'aquest tipus. El paradigma és que actualment la durabilitat, la duresa i la funcionalitat d'un paviment acostumen a anar lligats a la seva impermeabilitat. Els paviments que presenten un millor comportament estructural davant de l'ús i de l'acció erosiva de l'aigua de pluja acostumen a ser precisament paviments impermeables. Per aquest motiu, l'esforç i uns coneixements mínims del projectista són totalment indispensables per tal de conjugar aquest equilibri difícil.

► **Paviments permeables.** Com hem comentat anteriorment, classifiquem els paviments permeables per diferència dels que són impermeables, és a dir la resta. En aquest ventall de paviments, hi podem classificar paviments de sauló, paviments enjardinats, sorrells per zones de jocs infantils, paviments de llambordes permeables, paviments de llambordes sobre subbase flexible o paviments de llambordes amb junta verda.

Figura 2. Exemple de paviment permeable



Una altra característica fonamental que cal demanar a qualsevol paviment és que garanteixi el correcte comportament estructural per les condicions pel que ha estat dissenyat. Des d'un punt de vista estructural aquesta classificació té la voluntat d'analitzar el comportament davant càrregues i agents externs d'un paviment, per tal de dissenyar-lo de la millor manera possible.

1) Paviments continus rígids

Són aquells paviments que en la seva configuració estructural les capes que el conformen estan formades per materials amb un alt mòdul d'elasticitat. El cas més evident, més àmpliament utilitzat, i que tot seguit analitzarem, és el del paviment de formigó.

Els paviments de formigó tenen, entre d'altres, les avantatges següents:

- Posada en obra, amb equips i maquinaria *in situ*, que permet adaptar-se perfectament a qualsevol geometria.
- La seva rigidesa fa que sigui capaç d'absorbir possibles flonjalls de bases i subbases, sempre i quan siguin de dimensions mitjanes o petites. El principal inconvenient és que, quan col·lapsa estructuralment, la seva reparació és més costosa.
- Pot tenir diferents textures d'acabat *in situ*, per tal d'adaptar-lo a diferents necessitats paisatgístiques o funcionals.
- Bona relació cost/durabilitat i cost/funcionalitat.

- ▶ Molt bon comportament davant el trànsit de vehicles, tant si aquest és ocasional com si es produeix amb assiduitat.

D'altra banda els principals inconvenients dels paviments de formigó són:

- ▶ La dificultat de trobar bons operaris i bones empreses per a una correcta posada en obra i execució del mateix.
- ▶ La pròpia idiosincràsia del formigó, amb multitud de variables difícils de controlar (temperatura de posada en obra, dosificació en planta, recorregut del camió, climatologia en el moment de l'estesa, hora de la posada en obra); que fan que sempre quedi el risc residual d'un resultat inadequat.
- ▶ Cost poc competitiu davant d'altres tipus de paviment per a grans superfícies de funcionalitats i durabilitats similars.

2) Paviments continus flexibles

Són aquells paviments que, en la seva configuració estructural, les capes que el conformen estan formades per materials amb un mòdul d'elasticitat menor, però en qualsevol cas de gran capacitat resistent. El cas més evident i més àmpliament utilitzat és el de les mescles bituminoses en calent (MBC), conegudes també amb el nom d'asfalts i que tot seguit analitzarem.

Els principals avantatges dels paviments de MBC són:

- ▶ Bona relació cost/funcionalitat i cost/durabilitat.
- ▶ Molt competitiu per a superfícies mitjanes o grans (més de 10.000 m²).
- ▶ Possibilitat de fer paviments drenants amb MBC drenants, confeccionats a la pròpia planta de producció amb una granulometria discontinua i lligants bituminosos modificats.
- ▶ Comportament regular davant flonjalls de petites dimensions i molt bona adaptabilitat en cas de flonjalls de major magnitud.
- ▶ Facilitat i economia de la reparació.
- ▶ Molt bon comportament davant el trànsit habitual.

Els principals inconvenients dels paviments de MBC són:

- ▶ Estètica poc adaptada a espais paisatgísticament endreçats, tot i que darrerament estan emergint al mercat paviments de diferents colors, tret que els hi confereix molt d'atractiu.
- ▶ La particularitat de ser biodegradables, i que en el cas de no comptar amb trànsit rodat que mantingui segellada la macrotectura superficial són l'hàbitat ideal per a que certes espècies vegetals es desenvolupin amb total llibertat. Per tant, no són aconsellables en espais sense trànsit rodat habitual.
- ▶ Un cost per metre quadrat molt car si es tracta de superfícies petites, atesa la repercussió econòmica que té el trasllat dels equips. No es recomana per a superfícies més petites de 1.000 m².

Per al dimensionat de paquets de ferm és habitual de recórrer a taules normalitzades. En el cas dels ferms viaris hi ha la normativa 3.1 i 2 IC. Addicionalment, pel que fa als ferms urbans, l'INCASOL té publicades unes taules des de fa anys que són el *vademecum* per a ferms viaris en zones urbanes.

Tanmateix, pel que fa al nostre cas de paviments en espais verds prendrem de base la taula de l'INCASOL i ens centrarem en la darrera columna del catàleg, que fa referència als ferms de trànsit mixt, i ho podrem emprar com a referent en el moment de dimensionar.

Atès que l'important per a nosaltres és assegurar que assolim els gruixos de la taula, es recomana incrementar els gruixos que hi apareixen un 20 %, considerant les minves i les mancances en l'execució que poden donar-se.

Taula 1. Seccions estructurals en funció del trànsit de disseny (V) i l'explanada.

Font: Alabern E., Guillamany C, 1991.

		V1	V2	V3	V4	V5																																																																
Definició funcional de la via urbana	Tipus de paviment	TIPUS	Vehicles pesats diaris v>270	Vehicles pesats diaris v<270	15< V <50	5 < V < 15	V5																																																															
		Accés a zones industrials especials o terminals de càrrega Autovies urbanes de gran capacitat	Sectors residencials >600 vivendes Sector industrial >15 ha	Accés i vialitat principal a sectors residencials Sector industrial < 15 ha	Vialitat secundària de tot tipus d'actuacions residencials	Vials mixtes de vianants i trànsit rodat																																																																
F Paviment de formigó (S'ha considerat hp-40, en cas de considerar hp-35, s'incrementarà en 2 cm el gruix del paviment)	E1	<table><tr><td>1FC1</td><td>1FF1</td></tr><tr><td>F 25</td><td>F 20</td></tr><tr><td>C 15</td><td>F 15</td></tr><tr><td>S 20</td><td>S 20</td></tr></table>	1FC1	1FF1	F 25	F 20	C 15	F 15	S 20	S 20	<table><tr><td>2FC1</td><td>2FB1</td><td>2FF1</td></tr><tr><td>F 22</td><td>F 23</td><td>F 16</td></tr><tr><td>C 15</td><td>B 20</td><td>F 15</td></tr><tr><td>S 20</td><td>S 25</td><td>S 20</td></tr></table>	2FC1	2FB1	2FF1	F 22	F 23	F 16	C 15	B 20	F 15	S 20	S 25	S 20	<table><tr><td>3FS1</td></tr><tr><td>F 20</td></tr><tr><td>S 20</td></tr></table>	3FS1	F 20	S 20	<table><tr><td>4FS1</td></tr><tr><td>F 18</td></tr><tr><td>S 20</td></tr></table>	4FS1	F 18	S 20	<table><tr><td>5FS1</td></tr><tr><td>F 16</td></tr><tr><td>S 15</td></tr></table>	5FS1	F 16	S 15																																			
	1FC1	1FF1																																																																				
	F 25	F 20																																																																				
C 15	F 15																																																																					
S 20	S 20																																																																					
2FC1	2FB1	2FF1																																																																				
F 22	F 23	F 16																																																																				
C 15	B 20	F 15																																																																				
S 20	S 25	S 20																																																																				
3FS1																																																																						
F 20																																																																						
S 20																																																																						
4FS1																																																																						
F 18																																																																						
S 20																																																																						
5FS1																																																																						
F 16																																																																						
S 15																																																																						
E2	<table><tr><td>1FC2</td><td>1FF2</td></tr><tr><td>F 25</td><td>F 20</td></tr><tr><td>C 15</td><td>F 15</td></tr><tr><td>S 15</td><td>S 15</td></tr></table>	1FC2	1FF2	F 25	F 20	C 15	F 15	S 15	S 15	<table><tr><td>2FC2</td><td>2FB2</td><td>2FF2</td></tr><tr><td>F 22</td><td>F 23</td><td>F 16</td></tr><tr><td>C 15</td><td>B 15</td><td>F 15</td></tr><tr><td>S 15</td><td>S 20</td><td>S 15</td></tr></table>	2FC2	2FB2	2FF2	F 22	F 23	F 16	C 15	B 15	F 15	S 15	S 20	S 15	<table><tr><td>3FS2</td></tr><tr><td>F 20</td></tr><tr><td>S 15</td></tr></table>	3FS2	F 20	S 15	<table><tr><td>4FS2</td></tr><tr><td>F 18</td></tr><tr><td>S 15</td></tr></table>	4FS2	F 18	S 15	<table><tr><td>5FS2</td></tr><tr><td>F 16</td></tr><tr><td>S 10</td></tr></table>	5FS2	F 16	S 10																																				
1FC2	1FF2																																																																					
F 25	F 20																																																																					
C 15	F 15																																																																					
S 15	S 15																																																																					
2FC2	2FB2	2FF2																																																																				
F 22	F 23	F 16																																																																				
C 15	B 15	F 15																																																																				
S 15	S 20	S 15																																																																				
3FS2																																																																						
F 20																																																																						
S 15																																																																						
4FS2																																																																						
F 18																																																																						
S 15																																																																						
5FS2																																																																						
F 16																																																																						
S 10																																																																						
E3	<table><tr><td>1FC3</td><td>1FF3</td></tr><tr><td>F 25</td><td>F 20</td></tr><tr><td>C 15</td><td>F 15</td></tr></table>	1FC3	1FF3	F 25	F 20	C 15	F 15	<table><tr><td>2FC3</td><td>2FB3</td><td>2FF3</td></tr><tr><td>F 22</td><td>F 23</td><td>F 16</td></tr><tr><td>C 15</td><td>B 20</td><td>F 15</td></tr></table>	2FC3	2FB3	2FF3	F 22	F 23	F 16	C 15	B 20	F 15	<table><tr><td>3FS3</td></tr><tr><td>F 20</td></tr></table>	3FS3	F 20	<table><tr><td>4FS3</td></tr><tr><td>F 18</td></tr></table>	4FS3	F 18	<table><tr><td>5FS3</td></tr><tr><td>F 16</td></tr></table>	5FS3	F 16																																												
1FC3	1FF3																																																																					
F 25	F 20																																																																					
C 15	F 15																																																																					
2FC3	2FB3	2FF3																																																																				
F 22	F 23	F 16																																																																				
C 15	B 20	F 15																																																																				
3FS3																																																																						
F 20																																																																						
4FS3																																																																						
F 18																																																																						
5FS3																																																																						
F 16																																																																						
A Paviment asfàltic	E1		<table><tr><td>2AC1</td><td>2AB1</td><td>2AF1</td><td>2AA1</td></tr><tr><td>A 12</td><td>A 12</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 18</td><td>B 20</td><td>F 20</td><td>A 16</td></tr><tr><td>S 20</td><td>S 25</td><td>S 25</td><td>S 25</td></tr></table>	2AC1	2AB1	2AF1	2AA1	A 12	A 12	A 6	A 6	C 18	B 20	F 20	A 16	S 20	S 25	S 25	S 25	<table><tr><td>3AC1</td><td>3AB1</td><td>3AF1</td><td>3AA1</td></tr><tr><td>A 8</td><td>A 8</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 18</td><td>B 20</td><td>F 16</td><td>A 10</td></tr><tr><td>S 20</td><td>S 25</td><td>S 25</td><td>S 25</td></tr></table>	3AC1	3AB1	3AF1	3AA1	A 8	A 8	A 6	A 6	C 18	B 20	F 16	A 10	S 20	S 25	S 25	S 25	<table><tr><td>4AC1</td><td>4AB1</td><td>4AA1</td></tr><tr><td>A 6</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 16</td><td>B 20</td><td>A 10</td></tr><tr><td>S 20</td><td>S 20</td><td>S 20</td></tr></table>	4AC1	4AB1	4AA1	A 6	A 6	A 6	C 16	B 20	A 10	S 20	S 20	S 20	<table><tr><td>5AB1</td><td>5DB1</td><td>5SB1</td></tr><tr><td>A 5</td><td>DTS</td><td>STS</td></tr><tr><td>B 20</td><td>B 20</td><td>A 6</td></tr></table>	5AB1	5DB1	5SB1	A 5	DTS	STS	B 20	B 20	A 6											
	2AC1	2AB1	2AF1	2AA1																																																																		
	A 12	A 12	A 6	A 6																																																																		
C 18	B 20	F 20	A 16																																																																			
S 20	S 25	S 25	S 25																																																																			
3AC1	3AB1	3AF1	3AA1																																																																			
A 8	A 8	A 6	A 6																																																																			
C 18	B 20	F 16	A 10																																																																			
S 20	S 25	S 25	S 25																																																																			
4AC1	4AB1	4AA1																																																																				
A 6	A 6	A 6																																																																				
C 16	B 20	A 10																																																																				
S 20	S 20	S 20																																																																				
5AB1	5DB1	5SB1																																																																				
A 5	DTS	STS																																																																				
B 20	B 20	A 6																																																																				
E2	<table><tr><td>1AC2</td><td>1AF2</td><td>1AA2</td></tr><tr><td>A 15</td><td>A 8</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 22</td><td>F 22</td><td>A 19</td></tr><tr><td>S 20</td><td>S 20</td><td>S 20</td></tr></table>	1AC2	1AF2	1AA2	A 15	A 8	A 6	C 22	F 22	A 19	S 20	S 20	S 20	<table><tr><td>2AC2</td><td>2AB2</td><td>2AF2</td><td>2AA2</td></tr><tr><td>A 12</td><td>A 12</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 18</td><td>B 20</td><td>F 20</td><td>A 16</td></tr><tr><td>S 15</td><td>S 15</td><td>S 15</td><td>S 20</td></tr></table>	2AC2	2AB2	2AF2	2AA2	A 12	A 12	A 6	A 6	C 18	B 20	F 20	A 16	S 15	S 15	S 15	S 20	<table><tr><td>3AC2</td><td>3AB2</td><td>3AF2</td><td>3AA2</td></tr><tr><td>A 8</td><td>A 8</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 18</td><td>B 20</td><td>F 16</td><td>A 10</td></tr><tr><td>S 15</td><td>S 15</td><td>S 15</td><td>S 15</td></tr></table>	3AC2	3AB2	3AF2	3AA2	A 8	A 8	A 6	A 6	C 18	B 20	F 16	A 10	S 15	S 15	S 15	S 15	<table><tr><td>4AC2</td><td>4AB2</td><td>4AA2</td></tr><tr><td>A 6</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 16</td><td>B 20</td><td>A 10</td></tr><tr><td>S 15</td><td>S 15</td><td>S 15</td></tr></table>	4AC2	4AB2	4AA2	A 6	A 6	A 6	C 16	B 20	A 10	S 15	S 15	S 15	<table><tr><td>5AB2</td><td>5DB2</td><td>5SB2</td></tr><tr><td>A 5</td><td>DTS</td><td>STS</td></tr><tr><td>B 15</td><td>B 15</td><td>A 15</td></tr></table>	5AB2	5DB2	5SB2	A 5	DTS	STS	B 15	B 15	A 15
1AC2	1AF2	1AA2																																																																				
A 15	A 8	A 6																																																																				
C 22	F 22	A 19																																																																				
S 20	S 20	S 20																																																																				
2AC2	2AB2	2AF2	2AA2																																																																			
A 12	A 12	A 6	A 6																																																																			
C 18	B 20	F 20	A 16																																																																			
S 15	S 15	S 15	S 20																																																																			
3AC2	3AB2	3AF2	3AA2																																																																			
A 8	A 8	A 6	A 6																																																																			
C 18	B 20	F 16	A 10																																																																			
S 15	S 15	S 15	S 15																																																																			
4AC2	4AB2	4AA2																																																																				
A 6	A 6	A 6																																																																				
C 16	B 20	A 10																																																																				
S 15	S 15	S 15																																																																				
5AB2	5DB2	5SB2																																																																				
A 5	DTS	STS																																																																				
B 15	B 15	A 15																																																																				
E3	<table><tr><td>1AC3</td><td>1AF3</td><td>1AA3</td></tr><tr><td>A 15</td><td>A 8</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 25</td><td>F 22</td><td>A 22</td></tr></table>	1AC3	1AF3	1AA3	A 15	A 8	A 6	C 25	F 22	A 22	<table><tr><td>2AC3</td><td>2AB3</td><td>2AF3</td><td>2AA3</td></tr><tr><td>A 12</td><td>A 12</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 21</td><td>B 25</td><td>F 20</td><td>A 19</td></tr></table>	2AC3	2AB3	2AF3	2AA3	A 12	A 12	A 6	A 6	C 21	B 25	F 20	A 19	<table><tr><td>3AC3</td><td>3AB3</td><td>3AF3</td><td>3AA3</td></tr><tr><td>A 8</td><td>A 8</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 21</td><td>B 25</td><td>F 16</td><td>A 13</td></tr></table>	3AC3	3AB3	3AF3	3AA3	A 8	A 8	A 6	A 6	C 21	B 25	F 16	A 13	<table><tr><td>4AC3</td><td>4AB3</td><td>4AA3</td></tr><tr><td>A 6</td><td>A 6</td><td>A 6</td></tr><tr><td>C 19</td><td>B 25</td><td>A 8</td></tr></table>	4AC3	4AB3	4AA3	A 6	A 6	A 6	C 19	B 25	A 8	<table><tr><td>5AB3</td><td>5DB3</td><td>5SB3</td></tr><tr><td>A 5</td><td>DTS</td><td>STS</td></tr><tr><td>B 10</td><td>B 10</td><td>A 10</td></tr></table>	5AB3	5DB3	5SB3	A 5	DTS	STS	B 10	B 10	A 10														
1AC3	1AF3	1AA3																																																																				
A 15	A 8	A 6																																																																				
C 25	F 22	A 22																																																																				
2AC3	2AB3	2AF3	2AA3																																																																			
A 12	A 12	A 6	A 6																																																																			
C 21	B 25	F 20	A 19																																																																			
3AC3	3AB3	3AF3	3AA3																																																																			
A 8	A 8	A 6	A 6																																																																			
C 21	B 25	F 16	A 13																																																																			
4AC3	4AB3	4AA3																																																																				
A 6	A 6	A 6																																																																				
C 19	B 25	A 8																																																																				
5AB3	5DB3	5SB3																																																																				
A 5	DTS	STS																																																																				
B 10	B 10	A 10																																																																				
P Paviment de peces de formigó	E1	<table><tr><td>1PF1</td></tr><tr><td>F 12</td></tr><tr><td>F 13</td></tr><tr><td>S 25</td></tr></table>	1PF1	F 12	F 13	S 25	<table><tr><td>2PF1</td></tr><tr><td>F 10 a 12</td></tr><tr><td>F 19 a 21</td></tr><tr><td>S 25</td></tr></table>	2PF1	F 10 a 12	F 19 a 21	S 25	<table><tr><td>3PB1</td><td>3PF1</td></tr><tr><td>B 10</td><td>F 8 a 10</td></tr><tr><td>B 20</td><td>F 15 a 17</td></tr><tr><td>S 25</td><td>S 20</td></tr></table>	3PB1	3PF1	B 10	F 8 a 10	B 20	F 15 a 17	S 25	S 20	<table><tr><td>4PB1</td></tr><tr><td>B 8</td></tr><tr><td>B 20</td></tr><tr><td>S 25</td></tr></table>	4PB1	B 8	B 20	S 25	<table><tr><td>5PS1</td><td>5LF1</td><td>5PS1</td></tr><tr><td>P 6</td><td>P</td><td>STS</td></tr><tr><td>S 19</td><td>F 10</td><td>A 10</td></tr></table>	5PS1	5LF1	5PS1	P 6	P	STS	S 19	F 10	A 10																																			
	1PF1																																																																					
	F 12																																																																					
F 13																																																																						
S 25																																																																						
2PF1																																																																						
F 10 a 12																																																																						
F 19 a 21																																																																						
S 25																																																																						
3PB1	3PF1																																																																					
B 10	F 8 a 10																																																																					
B 20	F 15 a 17																																																																					
S 25	S 20																																																																					
4PB1																																																																						
B 8																																																																						
B 20																																																																						
S 25																																																																						
5PS1	5LF1	5PS1																																																																				
P 6	P	STS																																																																				
S 19	F 10	A 10																																																																				
E2	<table><tr><td>1PF2</td></tr><tr><td>F 12</td></tr><tr><td>F 13</td></tr><tr><td>S 20</td></tr></table>	1PF2	F 12	F 13	S 20	<table><tr><td>2PF2</td></tr><tr><td>F 10 a 12</td></tr><tr><td>F 19 a 21</td></tr><tr><td>S 20</td></tr></table>	2PF2	F 10 a 12	F 19 a 21	S 20	<table><tr><td>3PB2</td><td>3PF2</td></tr><tr><td>B 10</td><td>F 8 a 10</td></tr><tr><td>B 20</td><td>F 15 a 17</td></tr><tr><td>S 20</td><td>S 15</td></tr></table>	3PB2	3PF2	B 10	F 8 a 10	B 20	F 15 a 17	S 20	S 15	<table><tr><td>4PB2</td></tr><tr><td>B 8</td></tr><tr><td>B 20</td></tr><tr><td>S 15</td></tr></table>	4PB2	B 8	B 20	S 15	<table><tr><td>5PS2</td><td>5LF2</td><td>5PS2</td></tr><tr><td>P 6</td><td>P</td><td>STS</td></tr><tr><td>S 15</td><td>F 10</td><td>A 10</td></tr></table>	5PS2	5LF2	5PS2	P 6	P	STS	S 15	F 10	A 10																																				
1PF2																																																																						
F 12																																																																						
F 13																																																																						
S 20																																																																						
2PF2																																																																						
F 10 a 12																																																																						
F 19 a 21																																																																						
S 20																																																																						
3PB2	3PF2																																																																					
B 10	F 8 a 10																																																																					
B 20	F 15 a 17																																																																					
S 20	S 15																																																																					
4PB2																																																																						
B 8																																																																						
B 20																																																																						
S 15																																																																						
5PS2	5LF2	5PS2																																																																				
P 6	P	STS																																																																				
S 15	F 10	A 10																																																																				
E3	<table><tr><td>1PF3</td></tr><tr><td>F 12</td></tr><tr><td>F 13</td></tr></table>	1PF3	F 12	F 13	<table><tr><td>2PF3</td></tr><tr><td>F 10 a 12</td></tr><tr><td>F 19 a 21</td></tr></table>	2PF3	F 10 a 12	F 19 a 21	<table><tr><td>3PB3</td><td>3PF3</td></tr><tr><td>B 10</td><td>F 8 a 10</td></tr><tr><td>B 25</td><td>F 15 a 17</td></tr></table>	3PB3	3PF3	B 10	F 8 a 10	B 25	F 15 a 17	<table><tr><td>4PB3</td></tr><tr><td>B 8</td></tr><tr><td>B 25</td></tr></table>	4PB3	B 8	B 25	<table><tr><td>5PS3</td><td>5LF3</td><td>5PS3</td></tr><tr><td>P 6</td><td>P</td><td>STS</td></tr><tr><td>F 10</td><td>F 10</td><td>A 10</td></tr></table>	5PS3	5LF3	5PS3	P 6	P	STS	F 10	F 10	A 10																																									
1PF3																																																																						
F 12																																																																						
F 13																																																																						
2PF3																																																																						
F 10 a 12																																																																						
F 19 a 21																																																																						
3PB3	3PF3																																																																					
B 10	F 8 a 10																																																																					
B 25	F 15 a 17																																																																					
4PB3																																																																						
B 8																																																																						
B 25																																																																						
5PS3	5LF3	5PS3																																																																				
P 6	P	STS																																																																				
F 10	F 10	A 10																																																																				

A- ASFALT

B-BASE

C- GRAVA CIMENT

F- FORMIGÓ

S- SUB-BASE

STS- SIMPLE TRACTAMENT SUPERFICIAL

DTS - DOBE TRACTAMENT SUPERFICIAL

Taula 2. Extracte de la taula 1, adaptat al trànsit habitual d'un espai verd (V5)

Seccions estructurals de fermes urbans en sectors de nova construcció			
V5 Vials mixtes de vianants i trànsit rodat	F Paviment de formigó (s'ha considerat HP-40, en cas de considerar HP-35, s'incrementarà en 2 cm el gruix del paviment)	A Paviment asfàltic	P Paviment de peces de formigó
E1	5FS1 F 16 S 15	5AB1 A 5 B 20 5DB1 DTS B 20 5SB1 STS A 6	5PS1 6 S 19 5LF1 P F 10 5PS1 10 S 20
E2	5FS2 F 16 S 10	5AB2 A 5 B 15 5DB2 DTS B 15 5SB2 STS A 15	5PS2 6 S 15 5LF2 P F 10 5PS2 10 S 15
E3	5FS3 F 16	5AB3 A 5 B 10 5DB3 DTS B 10 5SB3 STS A 10	5PS3 6 S 10 5LF3 P F 10 5PS3 10

A- ASFALT **B-** BASE **C-** GRAVA CIMENT **F-** FORMIGÓ
S- SUB-BASE **STS-** SIMPLE TRACTAMENT SUPERFICIAL **DTS -** DOBE TRACTAMENT SUPERFICIAL

3) Paviments de peces prefabricades

Aquests tipus de paviments han estat una novetat dels darrers anys, i s'han imposat de manera força homogènia a tot el territori. De totes maneres, la manca d'experiència prèvia o l'excés de confiança en el moment de projectar han provocat que una multitud de paviments de peces prefabricades hagin desenvolupat patologies que responen a errors en el seu disseny i construcció. Amb l'objectiu de no cometre els mateixos errors és important seguir les recomanacions següents:

- ▶ Atenir-se a l'exposició feta en aquesta guia sobre les subbases (formigó o tot-u).
- ▶ Respectar molt bé les especificacions de trànsit, pensant també en el trànsit de l'obra i en les diferents etapes de vida del paviment.
- ▶ Anar a buscar seccions tipus estàndard i de reconeguda solvència.
- ▶ Garantir una correcta execució. A aquest efecte en el projecte es pot definir ja un programa de control de qualitat per a garantir que les especificacions tècniques d'explanada i subbase es compleixen durant l'execució.
- ▶ Dimensionar i assegurar l'èxit de l'element de confinament. Moltes patologies s'esdevenen pel fracàs d'aquest element.
- ▶ Tenir clar on es poden i on no es poden posar aquest tipus de paviments.
- ▶ Atenir-se sempre a les recomanacions del fabricant.

Superat aquest preàmbul, és evident que són paviments amb una enorme versatilitat de gammes de color, geometries, acabats, i que ens ofereixen un ampli ventall d'estimulants possibilitats de cara a projectar el nostre espai verd.

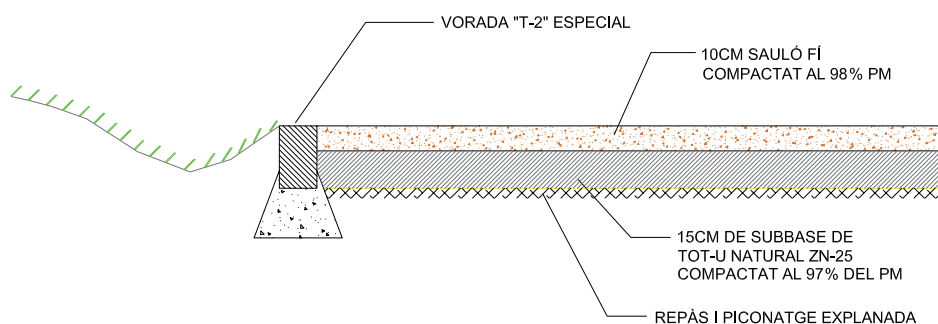
2.4. SECCIONS TIPUS MÉS USUALS

Les seccions tipus més usals disposen d'una casuística molt variada. A títol d'exemple donarem algunes seccions tipus, que en la pràctica han demostrat funcionar amb un èxit notable.

■ Paviments de sauló

Poden col·locar-se només en superfícies que com a màxim disposin d'un 1 % de pendent, atès que amb una pendent major es produiran arrossegaments per les aigües de pluja que malmetran el paviment. És interessant procurar d'evitar l'aportació d'aigües de talussos i altres espais. Per tal de col·locar-los en pendents majors de l'1 % es pot recórrer a fixadors i estabilitzadors del material, dels quals n'hi ha una gran varietat, però no tots funcionen de la mateixa manera.

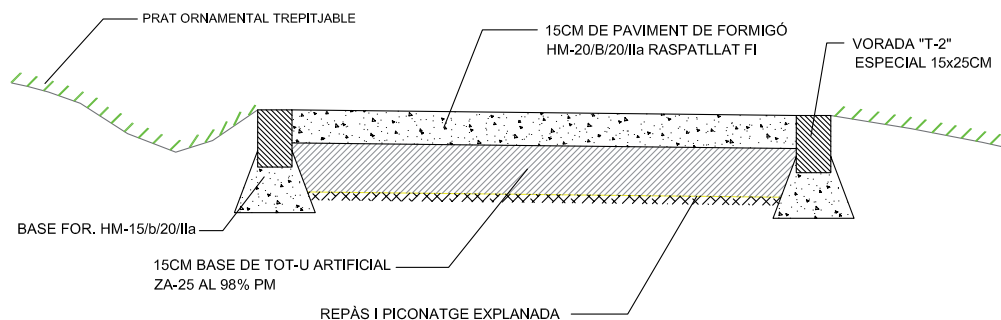
Figura 3. Detall d'un paquet de ferm de paviment de sauló



■ Paviments de formigó

Poden col·locar-se en qualsevol tipus de pendent. És interessant confinar els laterals dels mateixos. També és recomanable d'evitar l'aportació d'aigües de talussos i d'altres espais.

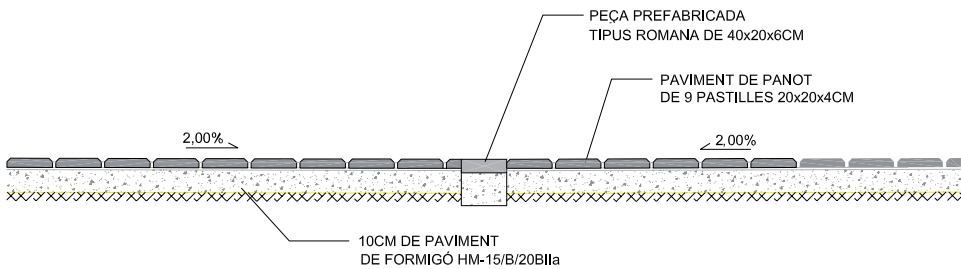
Figura 4. Detall d'un paquet de ferm de paviment de formigó



■ Paviments de llosa hidràulica (panot)

Poden col·locar-se en qualsevol tipus de pendent. Cal estar atents als possibles guals d'accés de vehicles per tal de reforçar en aquells punts la solera de formigó

Figura 5. Detall d'un paquet de ferm de paviment de panot



■ Paviments de pedra artificial

Tenen una casuística molt variada, que ja s'ha anat comentant anteriorment, i caldrà que trobem els materials que millor s'adaptin a les nostres necessitats. N'adjuntem diverses figures d'exemple. En la figura 8 pot observar-se un cas singular, en el que es confia en el propi pes d'una peça de gran format per suportar totes les accions.

Figura 6. Detall de llambordes sobre base de tot-u i ull de perdiu

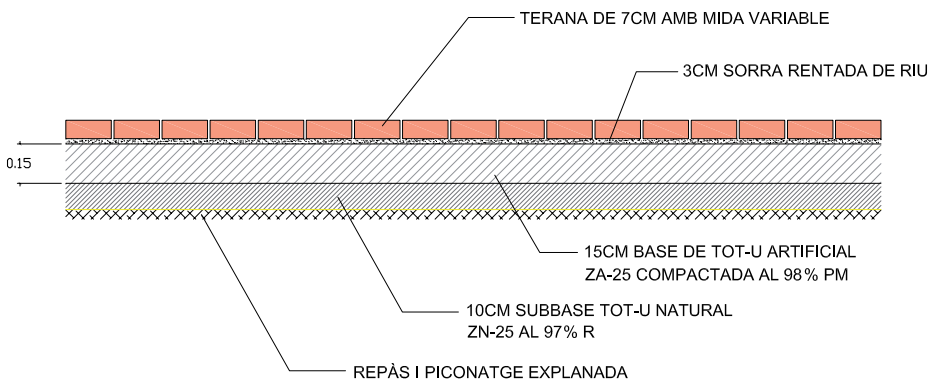


Figura 7. Detall de llosa de format gran sobre base de formigó

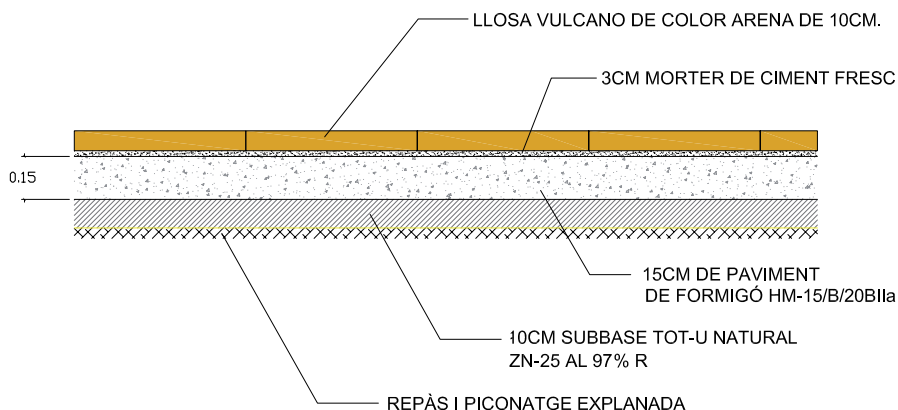
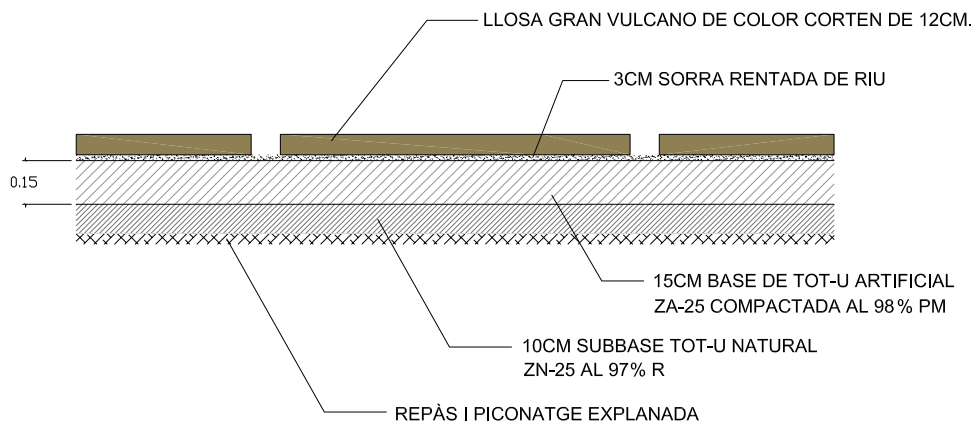


Figura 8. Detall de llosa de molt gran format sobre base de tot-u



2.5. TENDÈNCIES DE FUTUR

Hem intentat classificar les tendències de futur en els paviments per a espais verds en unes categories concretes, per tal de no dispersar la informació. A aquest efecte les tendències les agruparem en aspectes de paisatge urbà, de millora del comportament estructural i de millora del comportament en el drenatge.

Pel que fa al paisatge urbà en base a paviments continus s'està innovant molt en paviments de colors, realitzats ja no tan sols amb *slurry* (espècie de pintura bituminosa) sinó presents en tot el propi paviment.

A aquest efecte les mostres de colors són variades i les opcions també. Cal tenir present que poden fer-se combinacions triant el colorant i també el color de l'àrid, de manera que les intensitats cromàtiques poden ser de molta qualitat.

Figura 9. Paviment continuu de colors en un espai verd



Pel que fa a la millora del comportament estructural, cal destacar els avenços de cara a naturalitzar solucions davant els fenòmens de les erosions. Acostumen a ser tractaments superficials que aconseguixen les propietats següents:

- ▶ Conservar l'aspecte natural, la textura i els colors dels àrids.
- ▶ Es poden estabilitzar superfícies de fins el 15 % de pendent.
- ▶ Paviments indicats pel trànsit de vianants, com també per a vehicles lleugers.
- ▶ Bon comportament en cas de situacions extremes.
- ▶ Baix cost.

Pel que fa a la millora del comportament davant el drenatge urbà de cara a permeabilitzar superfícies, s'està investigant força en aquest camp. Cal destacar solucions que ja es comercialitzen com les d'una llamborda porosa permeable a l'aigua i a l'aire, capaç de pavimentar una superfície duradora i uniforme sense segellar-la. L'aigua filtra directament a través de la llamborda.

Finalment, és remarcable constatar que actualment es dediquen molts recursos a I+D+i, i això ens fa ser optimistes pel que fa a pensar que tot espai verd pugui tenir, en el mercat del disseny i l'enginyeria moderna, la tipologia de secció tipus que més s'adapti a les seves necessitats.

3. Drenatge

De cara a un correcte disseny de la xarxa de drenatge de l'espai verd, cal observar una sèrie d'aspectes que són els que analitzarem en el present capítol, amb la voluntat de donar un mínim d'eines i conceptes bàsics.

3.1. CARACTERÍSTIQUES I USOS

Les característiques exigibles a una xarxa de drenatge són bàsicament:

- El desguàs de les aigües del xàfec del període de retorn de disseny.
- Funcionalitat adequada per l'espai i els seus usuaris (elements de superfície adaptats, sense l'aparició de barreres arquitectòniques).
- Facilitat per les tasques de manteniment (accessibilitat, inspecció, neteja, reparació o reposició).

3.2. ELEMENTS QUE COMPONEN UNA XARXA DE DRENATGE

Els elements que componen una xarxa de drenatge d'un espai verd urbà bàsicament són:

1) Punt de connexió a la xarxa general

En funció de les característiques topogràfiques, de disseny i de les preexistències, aquest punt de connexió pot ser un o més d'un. Acostuma a estar en el lloc topogràficament més baix de tot el sector, atès que sempre procurarem portar per gravetat les aigües recollides cap a la xarxa general municipal. Sempre que sigui possible aquesta escomesa es portarà al pou existent. Si no, és recomanable la realització d'un pou en la xarxa general, per tal de tenir sempre registrada aquesta connexió. Tot i que la necessitat d'aquest fet dependrà també de les dimensions de l'actuació.

2) Cunetes de recollida i transport superficial

Les cunetes de recollida i transport superficial tenen per objectiu recollir l'aigua drenada pels espais (paviments, parterres, zones enjardinades) a les que donen servei i transportar-la fins a un punt de trànsit. Atès els cabals que poden arribar a recollir, generalment no superaran els 1,50 metres d'amplada. Funcionalment és interessant que estiguin integrades i puguin ser trepitjables. La fondària vindrà determinada en els càlculs per la pendent i el cabal transportat.

El material a utilitzar podrà ser el propi sauló, hidrosembrades, geomallades o revestides amb algun tipus de material continu o pedra, sigui artificial o natural.

El revestiment s'adequarà als criteris funcionals i paisatgístics del projectista, però cal tenir molt present el poder erosiu de l'aigua i a aquest efecte es recomana el següent:

- Fins a l'1 % de pendent poden ser de qualsevol material o revestiment.
- Amb pendents superiors a l'1 % es recomana que no siguin de sauló.

- ▶ Per a pendents de més del 4 % es recomana que no siguin només hidrosebrades i que s'incorporin geomalles.
- ▶ Per a qualsevol pendent i qualsevol revestiment caldrà tenir present el poder erosiu de l'aigua i contemplar la possibilitat d'utilitzar cunetes revestides amb formigó, pedra artificial o pedra natural.

3) Escomesa de la font d'aigua potable

Cal preveure una recollida de les aigües de la font. A tal efecte la canonada prevista es recomana que no sigui inferior a 150 mm i preferentment de 250 mm de diàmetre, per qüestions de manteniment. A més, es recomana que aquesta connexió tingui un registre a la mateixa font i un altre registre en el punt de connexió a la xarxa general.

4) Embornals

Els embornals són els elements que recullen l'escorrentia superficial i l'envien cap a la xarxa de drenatge. Acostumen a tenir unes mides de 300 x 700 mm o similars i poden ser de materials diversos. El criteri d'ubicació és sempre d'emplaçar-los en els punts baixos i a una distància entre si de com a màxim uns 50 metres. En cas de necessitar més capacitat de recollida es poden doblar o col·locar reixes interceptores.

5) Reixes interceptores

Es col·loquen quan la previsió és que el punt baix a desguassar serà d'una certa importància i envergadura. Aquest compromís tècnic ens obliga a dissenyar pensant en base a elements que tinguin una gran capacitat de recollida hidràulica i que al mateix temps siguin molt fàcils de mantenir (inspecció i neteja). Aquest requisits convergeixen en les reixes interceptores on les mides mínimes solen ser de 84 x 50 cm, mitjançant les quals podem garantir millor el correcte funcionament durant un episodi crític de tempesta.

6) Canonades

Son els elements que capten i transporten el fluid fins a l'abocament en un punt final de la xarxa.

En el drenatge d'un espai verd urbà, les canonades que habitualment utilitzarem seran de polietilè i de formigó, amb totes les variants, tipologies i dimensions que existeixen en el mercat.

Les canonades tenen també diferents tipus d'endoll i diferents tipologies estructurals. Per això resulta fonamental de consultar el catàleg del fabricant per tal d'assegurar un bon disseny del projecte, sobretot pel que fa al procediment constructiu i seccions tipus (fondàries màximes, mínimes, proteccions de recorbriment, precaucions...).

Figura 10. Col·lector de formigó



7) Arquetes registrables

Són elements prefabricats o construïts d'obra *in situ*, de geometries que no acostumen a superar els 80 x 80 cm en planta i d'un màxim d'1,50 metres en alçat. Tenen com a objectiu disposar d'un element d'accés a la xarxa de cara al manteniment. És típic d'ubicar-les en les interseccions de les canalitzacions.

8) Pous de registre

Els pous de registre compleixen la mateixa funció que les arquetes de registre, amb l'afegiment que estan pensats per a que el personal de manteniment pugui accedir-hi. En un espai verd urbà s'ubiquen en la conducció principal per tal que aquesta quedi perfectament accessible. El nombre mínim de pous que cal col·locar acostuma a ser de dues unitats, que corresponen al principi i al final de la xarxa principal. Addicionalment i repetint el criteri de les arquetes de registre, caldrà ubicar-los a una distància entre si de 50 metres com a màxim, i també en qualsevol canvi de trajectòria, tant en planta com en alçat.

3.3. CRITERIS DE DISSENY

De cara a realitzar un disseny correcte dels elements de sanejament i drenatge de l'espai verd urbà cal tenir present els tipus de paviments existents en el sector, el punt o punts d'escomesa de les aigües a la xarxa de drenatge general, la topografia del sector, la funcionalitat i la ubicació d'elements complementaris que es pretén drenar.

La normativa existent és la referida a l'àmbit de les carreteres, a aquest efecte el document legal que ens interessa aquí és "*Instrucción 5.2 IC. Drenaje superficial*". Des d'un punt de vista de la fonamentació teòrica, els conceptes que s'hi reflecteixen són perfectament vàlids, però en la realització d'un projecte d'espai verd urbà el factor d'escala i l'entorn fan que les necessitats del nostre disseny no siguin les mateixes que una carretera. Cal per tant fer un exercici d'extrapolació, que desenvolupem a continuació.

En el disseny d'una xarxa de drenatge, cal identificar un cabal de desguàs i dimensionar les canonades per tal que aquest cabal de desguàs pugi evacuar-se. De cara a la identificació de cabals, utilitzarem la fórmula següent, que ens donarà el cabal de disseny per a T = 10 anys.

$$Q = \frac{1}{0.36} \cdot C \times I \times A$$

On: C = Coeficient d'escorrentiu de la zona drenada
I = Intensitat màxima de precipitació (mm/h)
A = Superfície drenada (ha.)

Per determinar el C en funció de la pendent i dins de la forquilla de valors establerta, escollirem un valor de C baix quan hi ha poca pendent i un C alt quan hi ha molta pendent. Els valors possibles són els següents:

▶ Paviments (en funció de la permeabilitat i pendent)	0.75 - 1.00
▶ Sauló	0.50 - 0.75
▶ Espais enjardinats:	0.40 - 0.60

Per a determinar la intensitat màxima de precipitació (mm/h) utilitzarem la següent fórmula:

$$I = \frac{P_d}{24} \cdot (11)^{\frac{(28^{0.1} - T_c^{0.1})}{(28^{0.1} - 1)}}$$

On: I = Intensitat horària per al període de retorn considerat, que és la intensitat de precipitació per una durada efectiva de la pluja d'una hora (mm/h)

T_c = Temps de concentració (h). Per als espais verds urbans inferiors a 300 metres de longitud, prendrem un valor de T_c corresponent a 5 minuts

P_d = Intensitat mitjana diària per al període de retorn considerat, que és la intensitat de precipitació per a una durada efectiva de la pluja d'un dia, expressada en mm/h. Es vol assenyalar que P_d no és exactament igual a I_{24}

Figura 11. Pd. per comarques properes al Barcelonès per a un període de retorn de deu anys. Font: ACA, 2011.



Una vegada determinat el cabal punta per al període de retorn associat, caldrà dimensionar el conducte corresponent. A aquest efecte, emprarem la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times S \times (Rh)^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

On: n = Coeficient adimensional, número de Manning (índex de rugositat del material)
 Per conductes de formigó n = 0.013
 Per conducte de PVC, PE o PP n = 0.011

S = superfície mullada de la conducció, en m²

Rh = radi hidràulic de la conducció (Superfície mullada / perímetre mullat) en metres

i = pendent del tram de la canonada (en tant per u)

Amb aquesta fórmula, determinarem el cabal màxim (m³/s) que ens circula per qualsevol secció en làmina lliure i el compararem amb el de la conca que està drenant l'esmentada conducció en el punt de drenatge. Aquest càlcul és vàlid per a qualsevol secció mentre l'aigua circuli en règim lliure, sense pressió.

Taula 3. Cabals per diferents diàmetres i pendents. Font: manual de POLIECO.

Cabals per diferents diàmetres i pendents en canonada circular de polietilè									
DN mm	DI mm	Pendent 2‰		Pendent 5‰		Pendent 1%		Pendent 5%	
		Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)	Q (l/s)	V (m/s)
160	135	5,75	0,41	9,09	0,65	12,85	0,92	28,74	2,05
200	176	11,66	0,49	18,43	0,77	26,06	1,09	58,28	2,44
250	216	20,13	0,56	31,82	0,88	45	1,25	100,63	2,8
315	271	36,85	0,65	58,27	1,03	82,4	1,46	184,26	3,26
400	343	69,07	0,76	109,22	1,2	154,46	1,7	345,37	3,81
500	427	123,88	0,88	195,87	1,39	277,01	1,97	619,41	4,41
630	535	226,02	1,02	357,37	1,62	505,39	2,29	1130,09	5,12
800	678	425,09	1,2	672,12	1,9	950,53	2,68	2125,44	6
1000	851	779,25	1,4	1232,11	2,21	1742,47	3,12	3896,27	6,98
1200	1030	1296,48	1,59	2049,92	2,51	2899,02	3,55	6482,41	7,93

Amb la comparació efectuada, ja només ens caldrà efectuar dues comprovacions de cabal i de velocitat.

- ▶ Respecte al cabal, es dimensionarà el conducte de manera que per al cabal de disseny no es superi el 80 % de la capacitat, que serà el nostre factor de seguretat.
- ▶ Respecte a les velocitats, es dimensionarà el conducte de manera que la velocitat es mantingui en uns rangs de 0,5 m/s a 5,00 m/s.

Per a esbrinar la velocitat en el conducte aplicarem la fórmula següent:

$$V = \frac{Q}{S}$$

On: Q = cabal en la secció de pas expressat en m³/s
S = Secció de pas, expressada en m²

El resultat s'expressa en m/s. Velocitats petites poden donar problemes de sedimentacions i velocitats grans tenen un poder erosiu important que podrien disminuir la vida útil de la canalització.

A efectes de comprovació de velocitats, es considera que:

- ▶ Les canonades amb pendents inferiors a l'1 % sedimenten amb molta facilitat, ocasionant els conseqüents problemes de manteniment. Només poden permetre's canonades d'aquest rang de pendents en

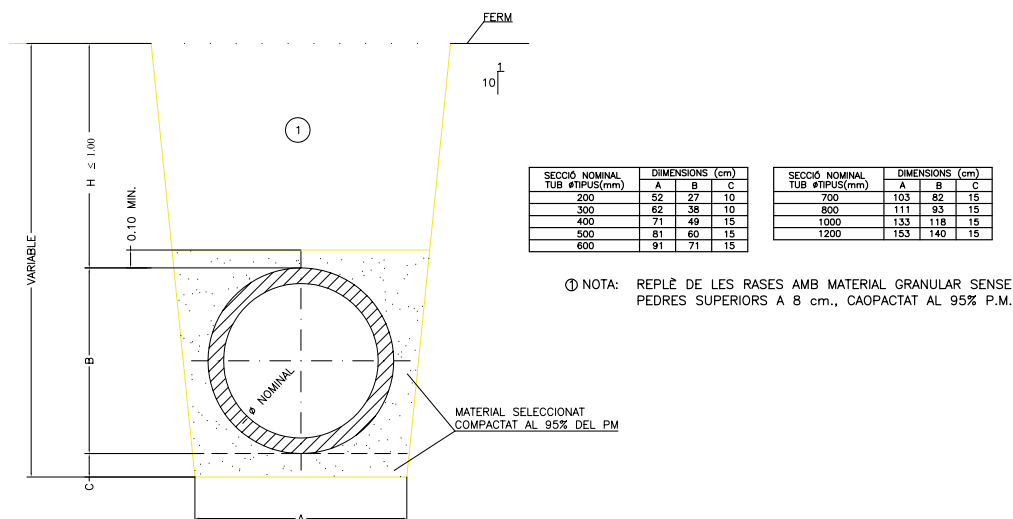
grans col·lectors o que transportin una gran quantitat d'aigua, que no s'acostumen gens a trobar en el cas que ens ocupa. Així doncs no s'instal·laran canonades amb un pendent menor a l'1 %, i en cas que no existeixi cap altra solució possible cal que la col·locació es revisi tram per tram, abans i després de reblenar la rasa, per tal d'evitar pendents 0 o contrapendents i sempre amb materials plàstics, com ara el PVC o el PE, o bé mitjançant tub de gres.

- Per canonades d'alta pendent el més recomanable és que s'utilitzi el formigó o un material similar, atès que el coeficient de rugositat de què disposa frena més la velocitat de l'aigua.
- Per a la resta de canonades es podrà escollir el material a utilitzar entre tots els possibles.

3.4. DIMENSIONS, GEOMETRIES I MATERIALS MÉS USUALS

Mitjançant el càlcul que hem anteriorment determinat hem pogut obtenir les condicions geomètriques i del material que cal que compleixi la nostra xarxa de drenatge de cara a poder evacuar la pluja prevista en el disseny. Tanmateix, per tal de facilitar la neteja durant el manteniment, el diàmetre mínim no podrà ser mai inferior a 250 mm per a les connexions d'embornals, les reixes i els edificis, ni inferior a 500 mm per a les clavegueres generals. En tot cas, sempre es recomana consultar amb els responsables municipals, atès que aquesta magnitud pot arribar a ser sensiblement superior en determinats municipis.

Figura 12. Detall de secció tipus de rasa



Darrerament s'estan imposant els conductes de material de polietilè de doble capa fins a diàmetres de 70 cm. Considerant que habitualment treballarem amb diàmetres més petits, la solució del polietilè pot donar-se com a generalitzada en els espais verds, ja que les aigües que en aquest cas es transporten no són químicament corrosives ni són canonades que reclamin la construcció de futures escomeses.

Cal tenir també present que les canonades de polietilè de sanejament cal que siguin de com a mínim SN8 per tal d'evitar l'aixafament dels tubs durant el reblert de la rasa.

Altres criteris de disseny que cal considerar són la idoneïtat de registrar les interseccions així com d'ubicar pous de registre en les xarxes principals com a màxim cada 50 metres i en qualsevol canvi de trajectòria, tant en planta com en alçat.

3.5. TENDÈNCIES DE FUTUR

Les tendències de futur en aquest camp passen inexorablement per aconseguir realitzar actuacions de drenatge urbà més sostenible. A aquest efecte en el capítol de paviments ja hem abordat la qüestió. Amb els drenatges les tendències són avançar en el disseny de mecanismes que millorin la infiltració de les aigües cap al subsòl, per tal de disminuir el cabal pic de tempesta.

Els mecanismes d'infiltració poden ser variats, com ara rases drenants, basses drenants o pous d'infiltració. El fet és que hi ha molta literatura al respecte, però poca experiència pràctica en aquest tipus de solucions. Calen estudis més acurats del comportament del terreny sotmès a infiltració, de mapes de permeabilitat del medi i d'un paraigua legislatiu i normatiu que atorgui rigor tècnic a aquests aspectes.

Tanmateix, de manera lenta però inexorable, caldrà que aquests aspectes es vagin imposant en tant que són un element més en el camí cap a una concepció de la ciutat més sostenible.

4. Bibliografia

- ALABERN E., GUILLEMANY C., 1999. *Infraestructuras Urbanas*. Guillemany Casademont Carles
- Decret 135/1995, de 24 de març, de desplegament de la Llei 20/1991, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques, i d'aprovació del Codi d'accessibilitat.
- Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.
- *Plec de Prescripcions Tècniques Generals per a Obres de Carreteres i Ponts* (PG. 3/75), aprovat per O.M. de 6 de febrer de 1976.
- *Plec de Prescripcions Tècniques Generals per a Obres de Carreteres i Ponts*. M.O.P. (PG. 4/88), B.O.E. del 3 de març de 1998.
- "Instrucción 5.2 - IC Drenaje superficial" aprobada por orden de 14 de mayo de 1990 por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo
- "Instrucción 6.1 y 2 IC" aprobada por orden del 23 de mayo de 1989 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

WEBS (CONSULTA 16 DE FEBRER DE 2012):

- Manual técnico ECOPAL <http://www.polieco.com/esp/manuali.asp>



Enllumenat



Carlos Villasur Millán,
Enginyer tècnic industrial



Índex Enllumenat

1. Normativa d'aplicació	52
2. Elements d'una xarxa d'enllumenat exterior	53
2.1. Escomesa elèctrica	53
2.2. Instal·lació d'enllaç.....	53
2.3. Quadre de comandament.....	54
2.3.1. Conjunt de protecció i mesura (CPM).....	54
2.3.2. Elements de protecció	54
2.3.3. Sistemes de control d'encesa.....	54
2.3.4. Mesures d'estalvi energètic	55
2.4. Xarxes d'alimentació.....	56
2.4.1. Xarxes subterrànies.....	56
2.4.2. Xarxes aèries	58
2.5. Lluminàries	58
2.5.1. Parts d'una lluminària.....	58
2.5.2. Tipologies.....	59
2.6. Làmpades.....	60
2.6.1. Incandescents.....	60
2.6.2. Incandescents halògens.....	60
2.6.3. Sodi de baixa pressió.....	61
2.6.4. Sodi d'alta pressió.....	61
2.6.5. Fluorescents.....	61
2.6.6. Mercuri alta pressió.....	61
2.6.7. Halogenurs metàl·lics.....	61
2.6.8. LED.....	61
2.7. Elements de suport	63
2.7.1. Columnes i bàculs.....	63
2.7.2. Braços murals	64
2.8. Posada a terra	64

3. Criteris de disseny	65
3.1. Necessitat de llum en espais verds urbans.....	65
3.2. Distribució de la llum en espais verds urbans.....	66
3.2.1. Zones d'il·luminació.....	66
3.2.2. Situació dels punts de llum.....	68
3.2.3. Selecció de lluminàries.....	68
3.2.4. Punts de llum.....	69
3.2.5. Enlluernament.....	69
3.2.6. Seguretat per a les persones.....	69
3.2.7. Tipus de làmpada i color de la llum.....	69
3.3. Funcionament de la instal·lació.....	70
3.3.1. Règim de funcionament.....	70
3.3.2. Grau d'utilització.....	70
3.3.3. Ampliacions i previsions.....	70
4. Criteris de càlcul.....	70
4.1. Càlcul lumínic.....	70
4.2. Càlcul elèctric.....	73
4.2.1. Càlcul de la secció dels cables.....	73
4.2.2. Càlcul de la secció dels tubs.....	75
4.2.3. Les proteccions.....	75
4.3. Tràmits i legalització.....	75
4.3.1. Instal·lacions de $P < 5$ kW.....	75
4.3.2. Instal·lacions de $P > 5$ kW.....	75
4.4. Solucions més usuals.....	76
5. Bibliografia.....	77

1. Normativa d'aplicació

Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament electrotècnic de baixa tensió (REBT 2002) i les seves instruccions tècniques complementàries (ITC BT 01 a 51).

El REBT té per objecte establir les condicions tècniques i garanties que han de reunir les instal·lacions elèctriques, connectades a una font de subministrament en els límits de la baixa tensió (1000V c.a.), amb la finalitat de preservar la seguretat de les persones i els béns. Assegurant així el normal funcionament d'aquestes instal·lacions i preveient les perturbacions en altres instal·lacions i serveis, així com contribuint a la fiabilitat tècnica i a la eficiència econòmica de les instal·lacions. La principal ITC d'aplicació en aquesta guia és la ITC-BT-09, "Instal·lacions d'enllumenat exterior". En el punt núm. 2 d'aquest document "Elements d'una xarxa d'enllumenat exterior", s'indica la ITC que és d'aplicació per a cada cas.

Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn.

El Decret 82/2005, de 3 de maig, pel qual va aprovar-se el reglament que desenvolupa la Llei 6/2001, va ser derogat en data 5 de desembre de 2011 (DOGC nº 6019). La Generalitat està elaborant un nou reglament per a regular la protecció del medi nocturn a Catalunya. En el reglament derogat s'inclouen els següents aspectes:

Cal que una bona il·luminació permeti el desenvolupament adequat de l'activitat humana i el manteniment, a la vegada, de les condicions naturals de la nit. Aquest objectiu pot aconseguir-se:

- Emprant només la quantitat de llum necessària per a les diverses activitats.
- Restringint l'horari al temps necessari.
- Dirigint la il·luminació exclusivament cap a l'objecte o espai que cal il·luminar.

D'aquesta manera s'aconsegueix la reducció de l'impacte ambiental sobre el medi nocturn i un important estalvi energètic.

S'estableix una zonificació segons la protecció envers la contaminació lluminosa (E1, E2, E3 i E4) i es defineixen dues franges horàries: vespre (posta de sol fins a les 22 h UTC) i nit (des de les 22 h UTC fins a la sortida del sol). En els annexos es determinen diferents nivells i tipologies per a cada zonificació (tipus de làmpades, flux hemisferi superior, llum a les façanes i nivells màxims d'il·luminació entre d'altres).

Reial Decret 1890/2008, de 14 novembre, pel que s'aprova el Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior i les seves Instruccions tècniques complementàries (ITC-EA-01 a EA07)

El RD1890/2008 té com a finalitat principal l'eficiència i l'estalvi energètic (reducció d'emissions de CO₂), la limitació del resplendor nocturn i de la contaminació lluminosa de les instal·lacions d'enllumenat exterior.

Aquest reglament és d'aplicació en les instal·lacions del REBT que superen 1 kW de potència. No té per objecte donar nivells mínims d'il·luminació, sinó que crea la qualificació energètica de les instal·lacions, dóna nivells màxims de luminància, il·luminació i uniformitat mínima, limita un règim de funcionament i enumera una documentació mínima de les instal·lacions.

Les ITC desenvolupen: EA01 l'eficiència energètica de les instal·lacions, EA02 Nivells d'il·luminació, EA03 la Zonificació, EA04 Components, EA05 documentació tècnica, EA06 Manteniment i EA07 Mesures de les instal·lacions.

2. Elements d'una xarxa d'enllumenat exterior

Totes les referències a les ITC-BT d'aquest punt són del REBT 2002.

2.1. ESCOMESA ELÈCTRICA

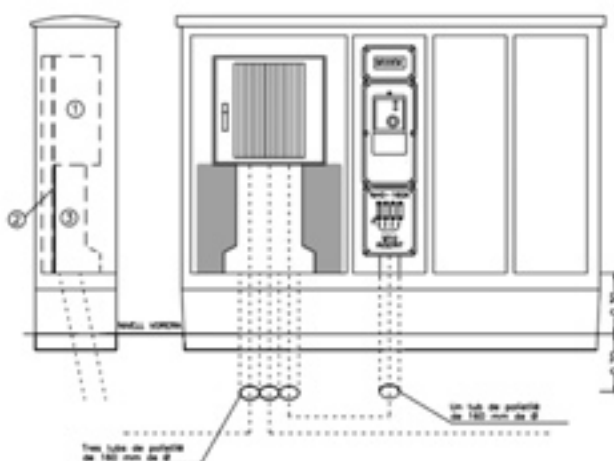
És la unió entre la xarxa de la companyia elèctrica i la instal·lació d'enllaç. Queda regulada per ITC-BT-11 i per les normes tècniques particulars de l'empresa subministradora (NTP-IEBT i Guia vademècum per a instal·lacions d'enllaç en baixa tensió).

Els cables seran sempre aïllats, de coure o d'alumini, de tensió assignada 0.6/1 kV i s'instal·laran en conductes tancats per tal de no poder ser manipulats.

2.2. INSTAL·LACIÓ D'ENLLAÇ

La instal·lació d'enllaç comença al final de l'escomesa i acaba en els dispositius de comandament i protecció (ITC-BT-12). Està formada per la caixa general de protecció i mesura (CPM), caixa general de protecció (CGP), línia general d'alimentació (LGA), comptadors, derivació individual (DI) i l'interruptor de control de potència (ICP). Tant la CGP com el conjunt de protecció i mesura hauran d'estar situats en llocs de trànsit general, de fàcil i lliure accés i amb una permanent accessibilitat pels tècnics de la companyia elèctrica, tot i que poden estar separats del quadre de comandament.

Figura 1. Quadre de comandament i instal·lació d'enllaç



2.3. QUADRE DE COMANDAMENT

El quadre de comandament és l'element que conté la instal·lació d'enllaç i tots els aparells de protecció i comandament per a la instal·lació d'enllumenat. La seva funció és activar o aturar la instal·lació, reduir el nivell lumínic, comunicar incidències i protegir a les persones d'errades elèctriques.

L'embolcall del quadre d'enllumenat cal que proporcioni un grau de protecció mínim IP55, segons UNE 20.324 i IK10 segons UNE-EN 50.102. Ha de disposar, a més, d'un sistema de tancament que permeti l'accés exclusiu al personal autoritzat (pany JIS), amb la porta d'accés situada a una alçada compresa entre 0,3 i 2 m.

Les condicions d'instal·lació de l'armari de comandament queden regulades per la ITC-BT-09.

■ 2.3.1. Conjunt de protecció i mesura (CPM)

Es situa en un compartiment independent i les seves característiques constructives queden definides, segons els casos, a la Guia vademècum per a instal·lacions d'enllaç en baixa tensió (fulls del 80 al 81 i del 87 al 91).

Segons quin sigui el cas, pot estar format per una caixa de seccionament, uns fusibles o CGP, un comptador multifunció, un mòdem i l'ICP.

■ 2.3.2. Elements de protecció

Els elements de protecció tenen com a missió vetllar per la seguretat dels usuaris i dels béns. Les línies d'alimentació fins els punts de llum han d'estar protegides individualment amb tall omipolar, tant contra sobreintensitats (sobrecàrregues i curt-circuits) com contra corrents de defecte a terra i sobretensions.

■ 2.3.3. Sistemes de control d'encesa

2.3.3.1. Cèl·lula fotoelèctrica

És el sistema més elemental d'activació d'una instal·lació d'enllumenat exterior. És un element sensible a la llum, consistent en una resistència variable segons la intensitat lluminosa que, mitjançant un circuit electrònic, activa un contacte. Es munten sobre postes, lluminàries o a les façanes. El seu problema principal és el manteniment.

2.3.3.2. Interruptors horaris

Són dispositius que poden programar-se amb l'objectiu de connectar, interrompre o commutar circuits d'acord a uns temps prefixats. N'existeixen de diaris, setmanals o anuals, així com també de mecànics o electrònics. Actualment estan en desús a causa de la programació contínua que necessiten i només s'utilitzen per a il·luminacions especials, com ara les de Nadal o les de determinades festes.

2.3.3.3. Relotges astronòmics

Són controladors electrònic-digital específicament dissenyats per al control automàtic de l'encesa i l'apagada de qualsevol càrrega, d'acord a la sortida i la posta de sol (contenen programades les fases

solars i només cal definir l'àrea geogràfica de la instal·lació per a programar-ho). Disposen addicionalment de circuits programables independents per produir enceses o apagades parcials, reduccions de consum o marxa d'elements característics. Actualment és el sistema més utilitzat en les seves diferents variants (n'existeixen que poden ser controlats a distància via ràdio, mòdem o GSM).

2.3.3.4. Control dinàmic de lluminositat

Aquest control s'aconsegueix utilitzant conjuntament cèl·lules fotoelèctriques i rellotges astronòmics, assolint una gran precisió.

2.3.3.5. Sistemes centralitzats

Des d'una sala de control, i amb un dels sistemes anteriors, podem comandar diferents quadres a diferents punts via ràdio, mòdem, wifi o GSM. Aquests sistemes són de comunicació bidireccional i permeten visualitzar l'estat de la instal·lació d'enllumenat i actuar sobre aquesta en temps real. Poden enviar senyals en cas d'emergència o d'errors en la instal·lació.

■ 2.3.4. Mesures d'estalvi energètic

2.3.4.1. Doble encesa

La doble encesa funciona mitjançant la desconexió de part de la instal·lació a partir d'una hora determinada. És el sistema més bàsic, però rebaixa molt la uniformitat (les actuals normatives el desaconsellen) i ens obliga a doblar les línies d'alimentació. L'estalvi és directament proporcional al nombre de lluminàries desconnectades.

2.3.4.2. Balast electrònic

El balast electrònic és un element estabilitzador que limita el creixement de la intensitat del corrent i subministra a la làmpada les característiques de tensió, de freqüència i de potència adequades al funcionament estable. Regula les variacions de la potència consumida per la làmpada. És un equip compacte que substitueix la totalitat dels components associats tradicionalment a les làmpades. L'estalvi energètic que aconsegueix a plena potència se situa entre un 10-15 %.

2.3.4.3. Doble nivell

El doble nivell consisteix en la reducció de la potència de la làmpada mitjançant l'actuació sobre el balast electromagnètic o electrònic. N'hi ha de dos tipus, els de línia de comandament (necessiten una línia especial de 2 x 2,5 mm² que arriba a cada balast) o els programats de fàbrica (incorporen les fases d'encesa i apagada segons les necessitats). Es pot aplicar als sistemes de vapor de sodi d'alta pressió i d'halogenurs metàl·lics. L'estalvi energètic que aconsegueix a plena potència pot ser d'un 50 %.

2.3.4.4. Regulador de flux en capçalera

Els reguladors de flux en capçalera són equips que permeten regular la tensió de tota la línia de subministrament de les làmpades. Actuen sobre tota la instal·lació per variació de la tensió de subministrament mitjançant transformadors estàtics o dinàmics. D'aquesta manera es redueix el flux lluminós al 60 % i

s'assoleixen estalvis energètics compresos entre el 25 i el 40 % depenent del tipus de làmpada emprada. Només es pot aplicar als sistemes de vapor de sodi d'alta pressió i vapor de mercuri d'alta pressió.

2.3.4.5. Regulació punt per punt

Mitjançant la utilització de balasts electrònics, ja sigui amb línia de comandament o sense (wifi), es controlen els paràmetres de tensió i intensitat en la bombeta, obtenint així un exhaustiu control de la làmpada. S'aconsegueix d'aquesta manera l'estalvi del 10 % del balast electrònic, més l'estalvi de la baixada de potència de la làmpada que pot ser fins el 99 % (només per LED).

2.4. XARXES D'ALIMENTACIÓ

Les xarxes d'alimentació són els elements que transportaran l'energia per la instal·lació i uneixen el quadre de comandament amb les lluminàries. Poden ser soterrades o aèries.

■ 2.4.1. Xarxes subterrànies

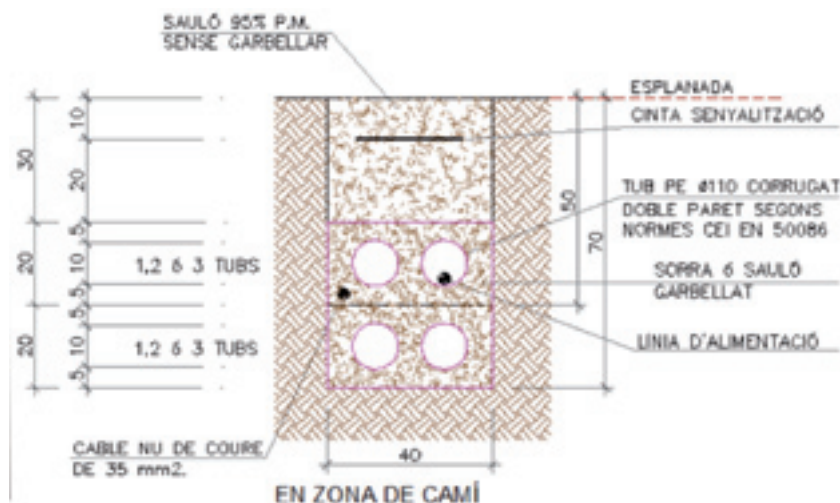
La xarxa subterrània és la més comuna en espais urbans, tot i que el seu cost d'instal·lació és molt més elevat.

2.4.1.1. Canalitzacions

Cal que compleixin les següents especificacions:

- Els conductors es disposaran en una canalització soterrada a l'interior de tubs.
- La secció mínima dels conductors de fase serà de 6 mm², amb un aïllament mínim de 0,6/1 kV (veure taula del punt 5.2.1 de la Guia-BT-09).
- Els tubs aniran a una profunditat mínima de 0,4 m del nivell de terra, mesurat des de la cota superior del tub.
- L'amplada de les rases va en funció del nombre de tubs, amb un mínim de 0,2 m (l'amplada més habitual és la de 0,4 m). En cas de necessitar més amplada, s'augmentarà en intervals de 0,2 m. S'utilitzaran sistemes i materials anàlegs als de les xarxes subterrànies de distribució regulades a la IT-BT-07.
- No s'instal·larà més d'un circuit per tub.
- Els tubs han de tenir un diàmetre tal que permeti el fàcil allotjament i extracció dels conductors. El seu diàmetre nominal no serà inferior a 60 mm i es determinarà per la taula 9 de la ITC-BT-21, en funció del nombre i secció dels conductors. Les mides més habituals per aquest tipus d'instal·lació són 65, 75, 90 i 110 mm de diàmetre exterior.
- Els tubs compliran en tot moment la norma UNE-EN 50.086 2-4.
- Es col·locarà una cinta de senyalització que adverteixi de l'existència de cables d'enllumenat, situada a una distància mínima del terra de 0,10 m i a 0,25 m per sobre del tub.

Figura 2. Rasa tipus en zona terra



- En els encreuaments de calçada la profunditat d'instal·lació mínima serà de 0,50 m, la canalització anirà formigonada i s'instal·larà un tub de reserva (com a mínim) i una arqueta de registre a cada banda. Les arquetes seran de 40 x 40 o 60 x 60 cm.
- Els guals de vehicles tindran el mateix tractament que els encreuaments de calçada, però en aquest cas es podrà prescindir de les arquetes de registre.
- Els empiulaments i connexions dels conductors soterranis als punts d'enllumenat s'efectuaran a l'interior de la caixa de protecció de cadascun dels suports (base d'entrada i sortida), garantint-ne la perfecta continuïtat del conductor i del seu aïllament, així com la seva estanqueïtat i resistència contra la corrosió.
- Els empiulaments en arquetes estan desaconsellats però, si s'han de portar a terme, les arquetes es realitzaran de manera que no permetin l'acumulació d'aigua (ja sigui mitjançant fons de graves o de drenatge directe al clavegueram). Els empiulaments i derivacions s'allotjaran en caixes estanques amb grau de protecció mínim IPX7, segellant l'entrada i sortida dels cables, i situats a una profunditat que minimitzi el risc d'inundació.

2.4.1.2. Arquetes

A efectes de facilitar el manteniment, es preveu que s'instal·lin arquetes al principi i a l'acabament d'encreuaments de calçada, canvis de direcció en l'estesa de la línia, trams superiors a 40 m i derivacions i empalmaments de les línies de derivació.

Les arquetes de registre poden ser d'obra de fàbrica o prefabricades, han d'anar dotades de tapes de fosa i s'ha de preveure algun tipus de drenatge (directe, per graves, etcètera).

Segons el lloc de la instal·lació, les tapes de les arquetes han d'estar preparades per suportar les sobre càrregues pel pas de vehicles.

Generalment s'utilitzen arquetes de 40 x 40 cm o de 60 x 60 cm, depenent del nombre de conductes, de la profunditat o de les prescripcions particulars.

■ 2.4.2. Xarxes àeries

La xarxa àeria s'utilitza sobretot per a xarxes en façana i per enllumenats provisionals.

S'utilitzaran sistemes i materials anàlegs als de les xarxes àeries de distribució regulades a la IT-BT-06, posades sobre la façana o tibades sobre postes amb cable fiador d'acer amb una secció mínima de 4 mm² (veure taula del punt 5.2.2 de la Guia-BT-09).

Les distàncies al terra, finestres, balcons, etcètera, així com les condicions de creuaments i paral·lelismes, queden establertes a la ITC-BT-06.

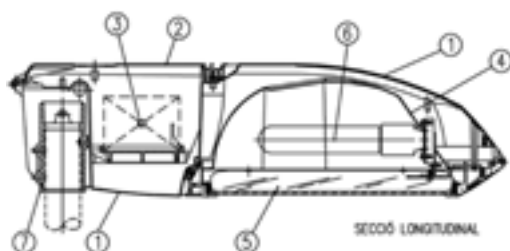
El conductor d'instal·lació habitual és del tipus RZ però, quan la xarxa posada s'instal·li a l'interior d'un tub o d'un canal protector, es podran utilitzar cables del tipus VV-K o RV-K. El tub o canal serà de les característiques indicades en la ITC-BT-21 per canalitzacions fixes en superfície, sempre que la seva alçada d'instal·lació sigui superior a 2,5 m. Per alçades inferiors s'atendrà a les característiques indicades a la ITC-BT-11.

2.5. LLUMINÀRIES

Segons la norma UNE-EN 60598-1, es defineix lluminària com l'aparell d'enllumenat que distribueix, filtra i transforma la llum emesa per una o varies làmpades i que comprenen tots els dispositius necessaris per al suport, la fixació i la protecció de les làmpades (excloent les pròpies làmpades) i, en cas necessari, els circuits auxiliars en combinació amb els medis de connexió de la xarxa d'alimentació.

■ 2.5.1. Parts d'una lluminària

Figura 3. Parts d'una lluminària



MARCA	DENOMINACIÓ
1	Armadura o carcassa
2	Allotjament equip
3	Equip
4	Reflector
5	Difusor
6	Làmpada
7	Acoplament suport Ø 60 x 100

2.5.1.1. Armadura o carcassa

L'armadura és l'element físic mínim que serveix de suport i delimita el volum de la lluminària contenint tots els seus elements.

2.5.1.2. Equip elèctric

L'equip elèctric serà l'adequat per als diferents tipus de làmpades:

- » Fluorescents i de descàrrega: amb reactàncies o balasts, condensadors i ignitors o conjunts electrònics d'encesa.
- » Incandescent normal: sense equip.
- » LED i els halògens de baix voltatge: amb la font o transformador elèctric.

2.5.1.3. Reflector

Els reflectors són determinades superfícies a l'interior de la lluminària que modelen la forma i direcció del flux de la làmpada. En funció de com s'emeti la radiació lluminosa, els reflectors poden ser simètrics (amb un o dos eixos), asimètrics, concentradors (raig estret menor de 20°), difusors (raig ample entre 20 i 40°; raig molt ample major de 40°), especulars (amb poca dispersió lluminosa), no especulars (amb dispersió de flux) i freds (amb reflector dicroic).

2.5.1.4. Difusor

El difusor és l'element de tancament o recobriment de la lluminària en la direcció de la radiació lluminosa. Els tipus més usuals són l'opac llis (blanc) o prismàtic (metacrilat translúcid), de lames o reticular (amb influència directa sobre l'angle d'apantallament) i l'especular o no especular (amb propietats similars als reflectors).

2.5.1.5. Filtres

En possible combinació amb els difusors serveixen per a potenciar o mitigar determinades característiques de la radiació lluminosa.

■ 2.5.2. Tipologies

Atenent a aquestes característiques, existeixen en el mercat gran varietat de tipus de lluminàries distribuïdes en dos grans grups, les d'enllumenat interior (de les que no es parla en aquesta guia) i les d'exterior.

2.5.2.1. Luminàries urbanes i de vial

Les lluminàries de vial solen tenir dissenys senzills i òptiques asimètriques per a afavorir la il·luminació de la calçada. Aquestes lluminàries solen tenir una sola òptica per model i es col·loquen per distribuir la llum de forma uniforme i eficient.

Tenen moltes variants, com poden ser les de disseny, les funcionals o econòmiques, les clàssiques, les especials per fonts, de seguretat, d'orientació, etcètera.

2.5.2.2. Projectors

Els projectors neixen amb la idea de projectar gran quantitat de llum a sobre les superfícies. En l'actualitat un mateix model de projector sol tenir diferents tipus de reflector. Existeixen projectors especials per a túnels, gasolineres, asimètrics, per a grans àrees (zones esportives), per a l'embelliment d'objectes, per a piscines, etcètera.

2.5.2.3. Balises

Les balises són elements de petita potència que serveixen per a senyalitzar camins de vianants, per a l'abalisament de vials i la il·luminació rasant. Acostumen a estar encastades (al terra o a la paret) o instal·lades en un suport. Són elements que generen grans despeses de manteniment.

2.5.2.4. Característiques generals

Les lluminàries i els projectors podran estar instal·lats en:

- Suports com ara columnes.
- Directament en les façanes.
- Mitjançant un braç a la façana.
- Encastats al terra o a les parets.
- Penjats directament d'un cable d'acer.

Les lluminàries utilitzades per l'enllumenat exterior seran conforme a la norma UNE-EN-60598-2-3 i els projectors conforme a la UNE-EN-60598-2-5. Hauran de complir com a mínim un grau de protecció IP23.

En els ambients amb contaminació o existència de components corrosius (zones urbanes, costeres, etcètera), i amb la finalitat de mantenir el major rendiment possible de la lluminària, s'aconsella un IP66 per al compartiment del bloc òptic i IP44 per a l'allotjament de l'equip auxiliar.

Pel que fa a la resistència mecànica, en el cas d'enllumenat exterior, la norma UNE-EN 60598-2-3 estableix un IK04 per a les parts fràgils (tancaments de vidre, etcètera) i un IK05 per a la resta de parts. En cas d'estar situades per sota d'1,5 m del terra serà com a mínim d'un IK08, aconsellant un IK10.

Les lluminàries hauran d'estar protegides de forma independent per fusibles. Aquests, generalment, s'allotjaran a dins d'una caixa estanca que servirà com a caixa de connexions per a donar continuïtat a la resta de la instal·lació.

2.6. LÀMPADES

■ 2.6.1. Incandescent

La il·luminació es produeix mitjançant un corrent elèctric que passa per un filament fi d'alta resistència, escalfant-lo fins arribar a la incandescència. La reproducció cromàtica és excel·lent.

L'energia lluminosa obtinguda és molt poca comparada amb l'energia calorífica que irradia, gran part de l'energia elèctrica transformada es perd en forma de calor, per això la seva eficàcia lluminosa és petita. La directiva EuP 2005/32/CE farà que el 2016 desapareguin aquest tipus de làmpades.

■ 2.6.2. Incandescent halògens

S'han desenvolupat diferents tècniques per allargar la vida útil de les làmpades incandescent, una de les que han tingut major èxit ha estat la làmpada de wolfram halogen que permet arribar a temperatures més altes, incrementant l'eficàcia de la làmpada en un 45 % respecte a les incandescent normals.

■ 2.6.3. Sodi de baixa pressió

La làmpada de sodi de baixa pressió (V_{sbp}) té una característica llum molt groga ataronjada, degut al neó que conte la mescla de gasos. L'eficàcia de la làmpada és molt alta però el seu rendiment de color és molt baix.

■ 2.6.4. Sodi d'alta pressió

Les làmpades de sodi d'alta pressió (V_{sap}) tenen un to groguenc suau, la seva eficàcia és molt alta i el seu rendiment de color és molt més acceptable que les anteriors.

Actualment existeixen làmpades tipus "White" que pràcticament anul·len la radiació groga per passar a una llum blanca molt càlida amb un rendiment alt dels vermells. És la làmpada que aconsellen totes les normatives actuals. És interessant d'utilitzar-la per a ressaltar el fullatge groguenc de la tardor o per a la il·luminació dels troncs de palmera.

■ 2.6.5. Fluorescents

La làmpada fluorescent és bàsicament una làmpada de descàrrega en gas de mercuri a baixa pressió en la que la superfície interior del tub de descàrrega té una capa de mescla de compostos fluorescents (anomenats fòsfors). Aquestes làmpades estan disponibles en una àmplia gamma de colors i rendiments de color i s'utilitzen per a l'enllumenat general.

■ 2.6.6. Mercuri alta pressió

Les làmpades de mercuri a alta pressió (V_m) contenen vapor de mercuri tancat en un tub de descàrrega de quars, emeten una llum blanca blavosa i són molt apreciades en la il·luminació d'espais verds, tot i que en l'actualitat el seu ús està desaconsellat per la poca eficiència que tenen i la quantitat de mercuri que contenen.

■ 2.6.7. Halogenurs metàl·lics

Les làmpades d'halogenurs metàl·lics (V_{mh}) s'han desenvolupat a partir de les làmpades de mercuri d'alta pressió, afegint a la descàrrega altres metalls en forma de sals d'halogenurs, aconseguint així millores substancials d'eficàcia i qualitat de color. S'han desenvolupat, també, unes làmpades amb el cremador de tipus ceràmic que permeten de treballar a una temperatura més elevada, millorant així el rendiment de color.

■ 2.6.8. LED

L'evolució més recent en el camp de la il·luminació són les làmpades en estat sòlid basades en la tecnologia de díodes emissors de llum (LED). El principi de generació de llum té lloc en un material en estat sòlid, on els electrons que canvien d'òrbita fan que els àtoms s'excitin i després tornin al seu estat d'equilibri, alliberant el seu excés d'energia en forma de radiació.

La tecnologia dels LED es coneix des de fa molt anys, però degut al seu flux lluminós modest i a la qualitat monocromàtica de la seva llum tenia poques aplicacions i s'utilitzava sobretot per a senyals lluminoses i semàfors. Actualment s'han realitzat millores molt significatives en el seu rendiment i en la generació de llum blanca.

Els principals problemes del LED són la dissipació de calor, la fiabilitat de la font d'alimentació (segons el regim de funcionament al que està sotmès) i el preu.

Principals avantatges:

- Vida útil molt llarga (si dissipa bé la calor i funciona amb una font fiable).
- L'eficiència energètica està arribant als 140 lm/watt, apropant-se cada vegada més a les làmpades de descàrrega més eficients.
- La gamma de colors s'ha ampliat de 2.700 a 8.000 K, tenint en compte que a llums més càlides tenim menys eficiència.
- Encesa instantània i sense depreciació per aquest motiu.
- Llum directa i direccional, no necessita reflector, cada LED és la pròpia òptica.
- Ecològic, pràcticament es recicla tot i no conté mercuri.
- No emet infrarojos ni ultraviolats.

Taula 1. Comparativa de diferents fonts d'il·luminació. Font: Philips i elaboració pròpia.

Típus de làmpada	Flux lluminós (lm)	Eficàcia lluminosa (lm/W)	Temperatura de color (K)	Índex rend. Color (Ra)	Potència (W)	Vida útil (h)
Incandescent-halògena	60-48400	5-27	2700-3200	100	5-2000	500-1.200
Sodi baixa pressió	1800-32500	100-203	1700		18-180	14.000
Sodi alta pressió	1300-90000	50-130	2000,2200, 2500	10-80	35-1000	12.000-18.000
Mercuri alta pressió	1700-59000	35-60	3400,4000, 4200	40-60	50-1000	14.000
Fluorescència	200-12000	50-105	2700,3000, 4000,6500	60-95	5-165	7.000-10.000
Halogenurs metàl·lics	5300-220000	75-140	3000,4000, 5600	65-95	70-2000	2.500-14.000
Halogenurs metàl·lics ceràmics	1500-23000	68-95	3000-4200	80-95	20-250	2.500-15.000
LED	10-170	74-140	2700-8000	90	0,1-3	50.000

2.7. ELEMENTS DE SUPORT

És aquell element que serveix per a subjectar la lluminària i mantenir-la a una distància determinada del terra (columnes i bàculs) o de la paret (braços murals). S'utilitza un o l'altre sistema per criteris tècnics o de disseny.

Cal que siguin de materials resistents a les accions dels agents atmosfèrics i estar degudament protegits contra aquests. Poden ser de materials com ara l'acer galvanitzat, l'acer inoxidable, l'acer *corten*, l'alumini, de foneria de ferro, de fusta, de formigó, etcètera. Sigui quin sigui el cas, han de complir la normativa EN-40 "Columnas y báculos de alumbrado" per a cada tipus de material.

■ 2.7.1. Columnes i bàculs

Els bàculs son columnes amb un sortint incorporat. Les columnes poden tenir infinitat de formes diferents, mentre compleixin les normes UNE d'aplicació i que estiguin dissenyades per a suportar els esforços causats pel vent i el propi pes de la lluminària.

Generalment es procura unificar al màxim els tipus de suport i l'alçada d'implantació i s'instal·la la lluminària a un o a varis punts de la columna o bàcul, convertint l'interior d'aquest en la canalització que comunica la lluminària amb la caixa de protecció.

Figura 4. **Diferents models de columna**



Cal atendre, a més, les següents especificacions:

- El cablejat interior de les columnes es realitzarà amb conductor de coure amb aïllament i coberta de PVC, tipus 0.6/1 KV de $2 \times 2.5 \text{ mm}^2$ + TT de secció mínima.
- Les columnes estaran dotades d'una portella d'accés (haurà de quedar en la seva part inferior a 30 cm del paviment acabat), que només es podrà obrir amb una eina especial i que es connectarà a la xarxa de terra de la instal·lació.
- La caixa de protecció tindrà un grau de protecció mínim de IP44 segons UNE 20.324, i estarà dotada de borns d'entrada i sortida per cadascuna de les línies d'alimentació (i si és necessari, per a la línia de doble nivell) i borns de sortida per a l'alimentació de la lluminària. A més a més, contindrà en el seu interior bases per a fusibles cilíndrics UTE grandària 0,10 x 38 mm de 6 A, segons UNE 21103 i es protegirà amb plom el conductor de fase.
- En la subjecció de la columna a terra caldrà una fonamentació que seguirà les prescripcions del fabricant.
- Les columnes o bàculs s'assentaran sobre daus de formigó mínim HA-20, en el qual durant la seva construcció s'ancoraran els pernns (de longitud i de diàmetre segons fabricant), en les rosques sortints i en les quals s'hi cargarà la placa base de la columna.
- En els daus d'ancoratge es col·locaran els colzes de tub de polietilè de doble capa. Aquests han d'estar perfectament centrats ja que pel seu interior entraran els cables de distribució fins a les caixes de connexió, situades en les columnes.
- En els daus d'ancoratge també es col·locarà un tubular corrugat de polietilè, de mínim 15 mm de diàmetre, per al pas del conductor de protecció verd-groc de 16 mm^2 de secció, que ha d'unir la columna amb la xarxa de terres.

■ 2.7.2. Braços murals

Els braços murals s'utilitzen per a suspendre les lluminàries de murs i façanes. Quan aquests hagin de sobresortir, s'utilitzaran com a mínim tres pernns o cargols d'acer.

2.8. POSADA A TERRA

Tota instal·lació elèctrica ha de tenir una xarxa de terra, és a dir, una unió equipotencial de tota la instal·lació.

La connexió a terra té com a finalitat limitar la tensió respecte a terra que, degut a avaries o fuites, puguin presentar-se en parts metàl·liques de la instal·lació. Això s'aconsegueix connectant totes les parts metàl·liques de la instal·lació, de forma que entre el que estigui connectat a terra i la terra, no existeixi diferència de potencial.

S'han d'atendre a més les següents indicacions:

- Les parts metàl·liques accessibles dels suports de les lluminàries, el quadre i demás elements metàl·lics de la instal·lació estaran connectats a terra.
- La posada a terra dels suports es realitzarà per connexió a una xarxa de terra comú per a totes les línies que surten del mateix quadre de comandament.

- ▶ S'instal·larà un elèctrode de posada a terra cada cinc suports de lluminària, i sempre un al principi i un altre al final de la línia.

Els conductors de la xarxa de terra que uneixen els elèctrodes hauran de ser:

- ▶ Nus, de coure, d'una secció mínima de 35 mm² si formen part de la mateixa xarxa de terra, i aniran per fora de la canalització dels conductors d'alimentació.
- ▶ Aïllats, mitjançant conductors de tensió assignada 450/750 V, amb recoberta de color verd i groc, amb conductors de coure, de secció mínima 16 mm² per a xarxes subterrànies, i d'igual secció que els conductors de fase per a les xarxes posades sobre façanes, que aniran per l'interior de les canalitzacions dels conductors d'alimentació.
- ▶ El conductor de protecció que uneix cada suport amb l'elèctrode o amb la xarxa de terra serà un conductor unipolar, aïllat, de tensió assignada 450/750 V, amb recoberta de color verd i groc, i secció mínima de 16 mm².
- ▶ Per tal de garantir que la xarxa de terra d'una instal·lació d'enllumenat és independent de la d'una ET, quan aquesta es troba a una distància igual o inferior a 15 m, els conductors seran de tensió assignada 450/750 V, amb recoberta de color verd i groc, secció mínima de 16 mm² i aniran per dintre del tub de canalització.

3. Criteris de disseny

3.1. NECESSITAT DE LLUM EN ESPAIS VERDS URBANS

L'ésser humà, per tal de desenvolupar el sentit de la vista, necessita un mínim d'il·luminació. A la vegada, les necessitats globals de protecció del medi ambient ens porten a una racionalització de l'energia, fent imprescindible d'utilitzar una llum adequada per al lloc on realment la necessitem.

La llum artificial, la seva distribució, la seva intensitat i l'efecte d'aquesta sobre els elements de l'espai verd pot ser una invitació a endinsar-nos-hi, eliminant la foscor, tret que provoca pors i inseguretats que allunyen els vianants d'aquests tipus d'espais durant la nit.

Cal destacar el potencial estètic que té la il·luminació artificial com a eina en el disseny d'espais verds urbans, creant i accentuant siluetes, establint plànols d'il·luminació i penombra, donant valor a elements d'interès o accentuant la perspectiva i l'efecte tridimensional. No obstant, no totes les parts d'un espai verd posseeixen el mateix valor estètic, utilitat ni seguretat. Conseqüentment, és necessari fixar l'atenció en uns llocs concrets per a destacar-los.

Els principals objectius de la il·luminació nocturna dels espais verds són:

- ▶ Facilitar el desplaçament de les persones.
- ▶ Facilitar les activitats nocturnes en l'espai verd.
- ▶ Mostrar els elements d'interès, així com els seus espais: massissos florals, prats, arbrat, escultures, monuments, edificis, fonts, làmines d'aigua, murs, etcètera.
- ▶ Completar una escenografia a l'espai verd estèticament coherent.

3.2. DISTRIBUCIÓ DE LA LLUM EN ESPAIS VERDS URBANS

La correcta dosificació de la llum constitueix un component de gran importància en el resultat final dels projectes luminotècnics per a espais verds, però s'ha de tenir en compte que un enllumenat homogeni pot introduir monotonia en la percepció d'aquesta àrea, a la vegada que pot comportar un consum elèctric que constitueixi un malbaratament. Per contra, una bona distribució de la il·luminació és capaç de crear un diàleg atractiu entre el fosc i el clar, entre ombra i llum. En el cas de la il·luminació general, és convenient que entre les zones ben il·luminades i les que no ho estiguin la relació sigui tal que no existeixin contrastos forts. Per això cal utilitzar lluminàries ben seleccionades, i establir una correcta separació i alçada de lluminàries.

Actualment no hi ha una norma que doni uns valors mínims generals per als espais verds, però sí per a determinades zones com ara les passarel·les, escales i rampes, els accessos principals dels parcs i jardins (punts 3.1 i 3.4 de la ITC-EA-02 del RD 1890/2008) i pels recorreguts accessibles (*Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero*).

■ 3.2.1. Zones d'il·luminació

Les tècniques bàsiques utilitzades per a la il·luminació artificial d'espais urbans inclouen diferents graus de lluminositat depenent del punt. Així, s'estableixen zones d'il·luminació tènue, altres amb lluminositat intensa, àrees on s'accentua la il·luminació de siluetes i/o la creació d'ombres, punts on s'estableixen creuaments de llums i espais concrets on s'instal·len elements decoratius lluminosos.

3.2.1.1. General de fons

L'enllumenat de fons d'un espai verd cal que tingui una il·luminació relativament baixa, d'entre 2 i 5 lux.

3.2.1.2. Fons decoratiu

Els fons decoratius dels espais verds, constituïts per arbres, arbusts, massissos florals, tancaments, bardisses, etcètera, requereixen d'almenys 20 o més luxs per a crear zones visuals generals. En la majoria dels casos no s'ha de superar els 30 lux, ja que la seva il·luminació ha de ser uns deu cops més intensa que la del fons.

3.2.1.3. Il·luminació de parterres

S'ha de considerar l'efecte de la il·luminació nocturna sobre un prat de gespa, amb una superfície que desapareixeria en una ombra gris i un fons de fosc. Aquest conjunt quedarà clarament delimitat si se li aplica il·luminació ben distribuïda que afecti les vores del prat i que faci que aquest es percebi com una superfície ben definida.

3.2.1.4. Camins i passeigs

En els camins i passeigs del parc la il·luminació ha d'ajudar a crear un ambient agradable. Al mateix temps, cal considerar les exigències de visibilitat per a les persones, facilitant el seu desplaçament en un entorn suficientment il·luminat a dins de les circulacions esperades per a les hores nocturnes, il·luminant el terra

o fent visible el recorregut (màxim 25 lux i mínim 5 lux, 20 lux pels recorreguts accessibles, amb un 40 % d'Uniformitat mitjana).

3.2.1.5. Àrees d'activitat

Per definir les àrees d'activitat es sol recomanar la forma d'il·luminació coneguda com *resplendor*, que consisteix en proveir llum que vingui de totes les direccions, inundant tot l'espai i omplint tota la zona. D'aquesta manera s'il·lumina per igual totes les superfícies que delimiten l'àrea i els objectes en ella continguts, pel qual s'obté una percepció única de l'espai i perden interès els elements singulars en benefici del conjunt.

Les zones esportives han de tenir una intensitat lluminosa en funció de si l'activitat realitzada és d'entrenament, competició de clubs o federativa. Per entrenaments, els camps de futbol, les piscines, les pistes de tennis, les pistes de bàsquet o voleibol requereixen uns 100 lux.

Les zones de jocs infantils han d'estar més il·luminades que els camins i accessos, pel que requereixen d'un mínim de 20-25 lux.

3.2.1.6. Fonts

Les fonts han d'il·luminar-se per aconseguir que siguin veritables focus d'atenció a dins de la penombra circumdant. Generalment, la millor forma d'il·luminar els sortidors consisteix en col·locar projectors en els punts d'emissió i caiguda d'aigua.

3.2.1.7. Il·luminació de façanes o monuments

Cal escollir els aspectes i detalls a destacar, establint a continuació els punts preferents des d'on s'efectuarà l'observació. Seguidament, cal que determinem el nivell d'il·luminació necessari, relacionant-lo amb la fotometria de l'entorn i, sobretot, amb la del fons, ja que un edifici poc il·luminat semblarà fosc en un ambient d'alta lluminositat. Per contra, si s'il·lumina massa una façana envoltada de fosc pot crear un indesitjable excés de protagonisme.

Per evitar la contaminació lumínica és recomanable il·luminar de dalt a baix, a la vegada que cal preveure que l'enllumenat no funcional s'ha de desconnectar en la franja d'horari nocturn.

Depenent de la ubicació dels projectors, el tipus d'instal·lació per il·luminar façanes i monuments pot ser:

- ▶ Per inundació de flux lluminós, que s'aconsegueix mitjançant uns pocs punts de llum composts cada un per varis projectors. Es reparteix la llum de forma bastant uniforme i generalment no es creen ombres, encara que depenent dels tipus de materials podrien aparèixer reflexos.
- ▶ Mitjançant petits projectors integrats a les façanes, aprofitant sortints, cornises i balcons. Han de ser de color semblant al de les façanes. Segons el relleu d'aquestes, poden crear nombroses ombres. Aquesta forma remarca els volums de l'edifici.
- ▶ Mixta de projectors adossats a les façanes i altres exteriors.

3.2.1.8. *Perfilats d'elements*

És important d'establir, en determinats punts de l'espai verd, unes zones d'ombra que ajudin a aconseguir un relleu més marcat en les masses vegetals.

La il·luminació dels arbres feta des de baix aconsegueix el màxim efecte, podent situar els reflectors difusors en la part baixa de l'arbre, propers a la base del tronc, o il·luminant el fullatge des d'una certa distància.

Una altra solució interessant per a la il·luminació d'arbres consisteix en il·luminar el fullatge i les branques de l'arbre, generant una silueta negra, que li dóna un efecte fascinant. Un arbre així posat en escena adquireix un protagonisme en el conjunt il·luminat, ja que dóna la sensació d'un subjecte amb llum pròpia.

3.2.1.9. *Aparcaments*

Els aparcaments requereixen d'una il·luminació de 10 a 25 lux, tenint en compte sempre que cal que no destaquí sobre la il·luminació de fons de la resta de l'espai.

3.2.1.10. *Carrers i carreteres*

Els carrers i carreteres sí que tenen uns nivells d'il·luminació ben definits i que depenen de si el trànsit és elevat o escàs. Per a vehicles s'estableix entre 7,5 i 30 lux i per a vianants entre 5 i 20 lux. En els recorreguts peatonals accessibles, la normativa d'accessibilitat indica que el nivell d'il·luminació ha de ser de 20 lux. En tots els casos la uniformitat global serà de com a mínim el 40 %.

■ 3.2.2. Situació dels punts de llum

La situació de les fonts de llum no ha de dificultar la circulació de les persones, cal que aquestes siguin accessibles als equips de manteniment i el seu efecte lluminós no ha de quedar obstaculitzat pel creixement de la massa vegetal (es produeixen moltes interferències entre arbrat i il·luminació que s'han de preveure i evitar).

Cal considerar, a més, que la il·luminació difusa tendeix a aplanar el paisatge i a conferir-li un aspecte monòton, a la vegada que molts punts de llum de petita potència proporcionen un efecte més decoratiu i agradable que no pas un o dos reflectors de gran potència.

■ 3.2.3. Selecció de lluminàries

La selecció de la lluminària s'atindrà a criteris estètics, lumínics i econòmics. Per a la il·luminació general es poden utilitzar fanals, projectors, balises i lluminàries de tot tipus, depenent de les necessitats específiques.

Per tal d'accentuar els camins i itineraris de vianants es pot disposar d'una llum rasant, tenint en compte que aquestes instal·lacions poden provocar entrebancs.

Amb l'objectiu d'aconseguir una major percepció d'elements destacables, com ara massissos de flors i parterres, poden utilitzar-se sistemes puntuals de poca alçada i que impedeixin l'enlluernament als vianants.

Si es tracta d'il·luminar un determinat element singular, com ara grups escultòrics, es poden instal·lar projectors de posició variable, que permeten la seva regulació per tal d'obtenir millors resultats.

És un aspecte fonamental la situació dels punts de llum, ja que l'alçada de la columna influirà en l'àrea il·luminada: a més alçada més àrea il·luminada.

■ 3.2.4. Punts de llum

Les lluminàries o difusors són els elements projectors i contenidors de les làmpades. Aquesta part envoltant ha de ser resistent als agents atmosfèrics i als actes vandàlics i cal que tingui la màxima estanqueïtat a l'aigua i a la pols.

Els reflectors modifiquen la direcció i distribució del flux lluminós. Mitjançant aquests podem dirigir el flux emès per la làmpada en una direcció i disposar d'un nivell d'il·luminació més alt en una àrea determinada.

Cal situar-los en llocs fàcilment accessibles per als vehicles i instruments necessaris per al seu manteniment.

En els punts de llum encastats a terra és important assegurar el seu drenatge.

■ 3.2.5. Enlluernament

Un aspecte important en la distribució de les fonts de llum en un espai urbà és evitar el desagradable enlluernament que es pot provocar als vianants o als veïns. Això fa necessari la utilització de les lluminàries adequades, estudiant curosament la seva ubicació i orientació, així com la potència dels punts de llum.

Cal prestar especial atenció a les columnes situades a prop de finestres i balcons i a les del tipus multi-projector.

■ 3.2.6. Seguretat per a les persones

Els elements i instal·lacions luminotècniques que siguin accessibles a les persones han d'estar ben protegides i dissenyades per a evitar qualsevol possibilitat de descàrrega elèctrica en cas d'avaría. Amb els elements encastats al terreny, caldrà assegurar que siguin totalment estancs i prendre mesures per a evitar un excés d'escalfament. Així mateix, els elements situats a nivell de terra hauran d'estar col·locats de manera que la gent no pugui entrebancar-se amb ells.

■ 3.2.7. Tipus de làmpada i color de la llum

Cada tipus de làmpada té un cromatisme determinat que la fa més o menys adequada per a les diferents aplicacions concretes.

Les normatives actuals marquen una clara tendència cap a les de Vsap, Vhm i LED. Els tons càlids groguencs creen una sensació de familiaritat i comoditat. La llum blanca, més semblant a la llum diürna, ens dona una major apreciació dels colors i conseqüentment una sensació de major il·luminació.

3.3. FUNCIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

Per tal de dissenyar correctament una instal·lació és imprescindible conèixer el règim de funcionament que tindrà (horaris dels diferents espais), el grau d'utilització de cada zona i intuir les ampliacions que es puguin fer o les instal·lacions temporals que s'hi poden connectar.

■ 3.3.1. Règim de funcionament

L'horari de funcionament d'una instal·lació pot ser el mateix per a tots els elements (la majoria dels casos) o pot tenir espais amb diferents horaris de funcionament (pistes esportives, zones de jocs infantils o accessos a zones amb horaris restringits). Aquest horari especial necessita de circuits específics (sortides del quadre individual, cable de línia de comandament, etcètera).

■ 3.3.2. Grau d'utilització

Segons el grau d'utilització s'establiran uns horaris de màxima il·luminació (vespre o primeres hores del matí) i uns altres de mínima utilització (generalment a la nit). Això ens afectarà en la selecció del sistema de comandament i en el d'estalvi energètic.

■ 3.3.3. Ampliacions i previsions

És difícil preveure el futur d'una instal·lació, però cal demanar sempre als serveis tècnics municipals si un cop finalitzada la nostra instal·lació tenen intenció d'ampliar-la o si cal que deixem circuits de reserva per enllumenats esporàdics. Segons les opcions d'ampliació es deixaran més o menys línies de reserva, es dissenyarà una secció de cable major que absorbeixi més potència i/o es podran deixar canalitzacions de reserva per a futures ampliacions del quadre de comandament.

4. Criteris de càlcul

4.1. CÀLCUL LUMÍNIC

Tal com hem comentat anteriorment, existeixen diferents normatives i recomanacions que, segons el cas, ens donen uns valors màxims, mitjans o mínims del nivell lumínic. Alguns municipis poden tenir ja establerts alguns d'aquests valors, per la qual cosa sempre caldrà consultar als tècnics municipals corresponents.

Saber el nivell lumínic desitjat per a cada espai és el primer pas per a començar el càlcul lumínic. Com a dades de referència, es presenten a continuació els valors més importants de les normatives d'aplicació:

Taula 2. Il·luminació mitjana màxima en zones destinades a trànsit de vehicles i/o al pas de vianants, expressada en lux. Font D82/2005

	Il·luminació en zona de vehicles	Il·luminació en zona de vianants
Trànsit elevat	35	20
Trànsit moderat	25	10
Trànsit baix	15	6
Trànsit escàs	10	5

Taula 3. Sèries S de classe d'enllumenat per a vials tipus C,D i E. Font: ITC-EA-02.

Classe d'enllumenat	Luminància horitzontal en l'àrea de calçada (*)	
	Luminància Mitjana Em (lux)	Luminància mínima Emin (lux)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

(*) Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb factor de manteniment elevat

Taula 4. Series S de classe d'enllumenat per vials tipus D i E. Font: ITC-EA-02

Classe d'enllumenat	Luminància horitzontal (*)	
	Luminància Mitjana Em (lux)	Uniformitat mitjana Um
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(*) Els nivells de la taula són valors mínims en servei amb factor de manteniment elevat

S'estableix a més el següent per a la classes d'enllumenat a utilitzar:

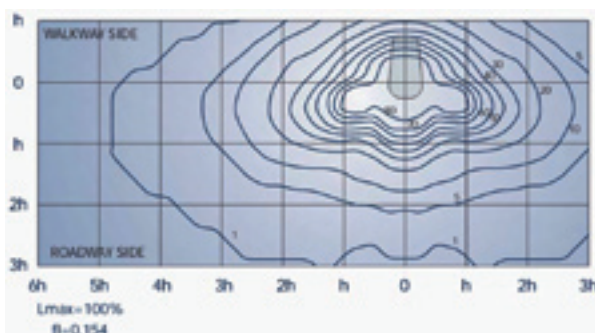
- Enllumenat de passarel·les per a vianants, escales i rampes CE2 i en cas de risc d'inseguretat ciutadana CE1.
- Passos subterranis CE1 amb Um 0,5 i en cas de risc d'inseguretat ciutadana CE0.
- Passos de vianants CE1 en zones comercials i CE2 en zones residencials.
- Parcs i jardins (vials principals com ara accessos, passeigs, zones d'estada i escales obertes al públic) tipus E (CE1A, CE2, S1, S2, S3 i S4).

Un cop es coneixen els nivells lumínics, cal escollir un tipus de lluminària o projector i una alçada aproximada de col·locació. Amb aquestes dades i un programa de càlcul (que es pot obtenir de les mateixes cases comercials), es poden realitzar multituds de càlculs amb diferents hipòtesis, canviant l'alçada de les lluminàries, el model, la seva posició, la potència i el tipus de làmpada. A més, existeix l'opció de demanar a la casa comercial els estudis lumínics i els compliment de les normatives d'aplicació.

Els resultats dels estudis seran:

- Nivell d'il·luminació: El nivell d'il·luminació d'una superfície és la relació entre el flux lluminós que rep la superfície i la seva àrea. Es simbolitza per la lletra E i la seva unitat és el lux (lx). Sempre es donen en valors mitjans sobre zones o puntuals sobre taules.
- Luminància: La luminància és l'efecte de lluminositat que produeix una superfície a la retina de l'ull, tant si procedeix d'una font primària que produeix llum com si procedeix d'una font secundària o superfície que reflecteix llum. La seva unitat és la candela per metre quadrat (cd/m²).
- Factor d'uniformitat mitjana: Relació entre la il·luminació mínima i la mitjana d'una instal·lació d'enllumenat. Unitat %.
- Corbes isolux: El flux emès per una font lluminosa proporciona una il·luminació en una superfície, on els valors es mesuren en lux. Si projectem aquests valors sobre el mateix pla i unim per mitjà d'una línia els d'igual valor, n'obtidrem les corbes isolux.

Figura 5. Corba isolux



4.2. CÀLCUL ELÈCTRIC

Els càlculs elèctrics que requereix una instal·lació d'enllumenat exterior són el de la secció del cable i el de les proteccions necessàries.

■ 4.2.1. Càlcul de la secció dels cables

La determinació de la secció del cable consisteix en calcular la secció mínima normalitzada que compleix simultàniament els criteris d'intensitat màxima admissible i caiguda de tensió.

4.2.1.1. Criteri de la intensitat màxima admissible (escalfament).

La temperatura del conductor del cable, treballant a plena càrrega i en règim permanent, no haurà de superar en cap moment la temperatura màxima admissible assignada dels materials que s'utilitzaran per a l'aïllament del cable. Aquesta temperatura s'especifica en les normes particulars dels cables i sol ser d'uns 70°C per als cables amb aïllament termoplàstic (PVC) i de 90°C per als cables amb aïllaments termostables (EPR i XLPE).

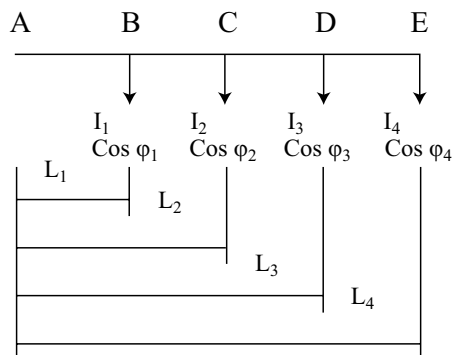
4.2.1.2. Criteri de la caiguda de tensió.

La circulació de corrent a través dels conductors ocasiona una pèrdua de potència i una caiguda de tensió. La caiguda de tensió entre l'origen de la instal·lació i qualsevol altre punt ha de ser menor o igual al 3 %.

Per al càlcul de la secció cal que tinguem clar el tipus de conductor que s'utilitzarà (generalment coure), el tipus de recobriment (PVC, EPR o XLPE), el tipus d'instal·lació (aèria o soterrada), el tipus de canalització (tub, canal, encastat,...), etcètera.

En les ITC 06, 07, 09, 19 i 20 del REBT hi ha una descripció més acurada de tots aquests factors

1) Càlcul de seccions per a línies irregularment repartides.



Càlcul de la intensitat a cada tram:

$$\text{Monofàsica: } I = \frac{P_i}{U \cdot \cos \varphi_i}$$

$$\text{Trifàsica: } I = \frac{P_i}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$

Per al càlcul de les línies d'alimentació de punts de llum amb làmpades o tubs de descàrrega es tindrà en compte la potència nominal en watts multiplicada per 1,8 (degut a la impedància de les reactàncies).

Càlcul de la secció per una caiguda de tensió donada:

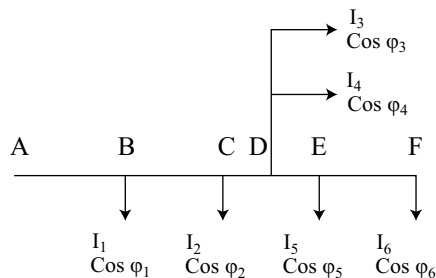
$$\text{Monofàsica: } S = \left(\frac{2}{K \cdot e} \right) \left(\sum_{i=1}^n I_i \cdot L_i \cdot \cos \varphi_i \right) = \left(\frac{2}{K \cdot V \cdot k} \right) \left(\sum_{i=1}^n I_i \cdot P_i \right)$$

$$\text{Trifàsica: } S = \left(\frac{\sqrt{3}}{K \cdot e} \right) \left(\sum_{i=1}^n I_i \cdot L_i \cdot \cos \varphi_i \right) = \left(\frac{\sqrt{3}}{K \cdot e} \right) V \left(\sum_{i=1}^n I_i \cdot P_i \right)$$

On: Pc = Potencia de Càlcul en Wats.
 L = Longitud de Càlcul en metres.
 e = Caiguda de tensió en Volts.
 K = Conductivitat. Coure = 56.
 I = Intensitat en Ampers.
 U = Tensió de Servei en Volts (Trifàsica o Monofàsica).
 S = Secció del conductor en mm².
 Cos φ = Factor de potència.

(Cal comprovar la intensitat màxima admissible pel conductor segons les taules que enumera el REBT).

2) Càlcul de seccions per a línies ramificades.



AF és la línia principal.

Es dimensiona igual que en l'apartat anterior però se sumen les intensitats als ramals (D) i es verifica la caiguda de tensió total a partir de la de cada tram.

Per a més informació sobre aquests càlculs consulteu del REBT la Guia tècnica Annex 2 del càlcul de caigudes de tensió i les ITC 06, 07, 09, 19 i 20.

■ 4.2.2. Càlcul de la secció dels tubs

Cal comprovar el diàmetre dels tubs en la taula 9 de la ITC-BT-21, segons la secció del cable i el número de cables per tub. Els tubs tindran un diàmetre tal que permeti el fàcil allotjament i extracció del conductor, i no es podrà utilitzar un mateix tub per a més d'un circuit.

■ 4.2.3. Les proteccions

Es calcularà la potència màxima per línia (1,8 cops la nominal) i escollirem el magnetotèrmic immediatament superior segons el catàleg. Després cal comprovar que la intensitat màxima que pot suportar el conductor sigui superior a aquesta, en cas contrari haurem d'augmentar la secció del cable.

Per a calcular la potència total de la instal·lació sumarem la potència de tots els circuits, i multiplicant-ho per 1,2 n'obtidrem la intensitat del ICP necessari per a la contractació elèctrica de la nostra instal·lació.

4.3. TRÀMITS I LEGALITZACIÓ

El procediment administratiu que cal seguir per a la posada en servei d'una instal·lació d'enllumenat exterior queda regulat en el REBT i en el Decret 363/2004, Procediment administratiu per a l'aplicació del REBT.

Segons aquest decret, les instal·lacions d'enllumenat exterior pertanyen al grup "k" i es divideixen en dos grans grups, les de $P < 5 \text{ kW}$ i les de $P > 5 \text{ kW}$.

■ 4.3.1. Instal·lacions de $P < 5 \text{ kW}$

Per a la posada en servei de les instal·lacions de menys de 5 kW l'instal·lador autoritzat ha de redactar una memòria tècnica de disseny (que conté memòria, càlculs, esquema unifilar, croquis i traçat de la instal·lació), emplenar els models ELEC 5 (si procedeix) i ELEC 1 (del Departament d'Indústria), així com el certificat de baixa tensió i segellar-ho en la entitat de control contractada.

Aquesta instal·lació no requereix inspecció inicial però si cada 5 anys.

■ 4.3.2. Instal·lacions de $P > 5 \text{ kW}$

Per a la posada en servei de les instal·lacions de més de 5 kW, un tècnic competent en la matèria redactarà un projecte (que conté memòria, càlculs, esquema unifilar i de potència, plànols de situació i traçat de la instal·lació) i presentarà un certificat d'acabament i final d'obra. Un instal·lador autoritzat ha d'emplenar els models ELEC 5 (si procedeix) i ELEC 1 (de Departament d'Indústria), emplenar el certificat de baixa tensió i segellar-ho a la entitat de control contractada, presentar un contracte de manteniment per un any amb el titular i presentar l'acta d'inspecció favorable de la instal·lació.

Aquesta instal·lació, a part de la inspecció inicial, requerirà una inspecció cada 5 anys.

4.4. SOLUCIONS MÉS USUALS

A nivell orientatiu i per la seva aplicació en xarxes d'enllumenat d'espais verds es donen algunes solucions usuals i consells pràctics:

- **Escomesa:** demanar el punt de subministrament el més a prop possible de la xarxa existent de BT (el pressupost serà molt més econòmic).
- **Instal·lacions d'enllaç:** preveure l'armari amb caixa seccionadora, actualment existeixen uns armaris que en 50 x 50 cm i fins a 2,3 m d'alçada incorporen tots els elements. Els tubs per l'escomesa de diàmetre 160 mm.
- **Quadre de comandament:** demanar als serveis tècnics si tenen algun model normalitzat i quin sistema de control prefereixen. Generalment porten incorporat un rellotge astronòmic i cada vegada més els balasts electrònics de doble nivell en detriment dels reguladors en capçalera.
- **Xarxes subterrànies:** rasa de 40 x 60 cm, cable de 6 o 10 mm², mai superior a 16 mm², tubs de diàmetre 90 mm, tronetes a cada llumenera (en separacions de 25 m) i control de material d'omplert.
- **Projectors:** molt versàtils gràcies a les diferents òptiques que incorpora cada model.
- **Balises:** molt apreciades pels dissenyadors, però rebutjades pels serveis de manteniment per la despesa que produeixen.
- **Làmpades:** cal prestar atenció en cas de tenir diferents models a la temperatura de color de cada làmpada.
- **Caixes de connexió:** no es recomana de connectar més de 3 conductors per fase, pot resultar pràcticament impossible i serà un focus d'avaries en un futur.
- **Elements de suport:** cal prestar atenció a l'alçada dels suports en relació amb l'arbrat, els balcons, les finestres, i a la col·locació en llocs inaccessibles o que impedeixen el pas (accessibilitat).
- **Elements de suport de tipus multiprojector:** cal prestar atenció als enlluernaments que es poden provocar als veïns. S'ha de considerar que il·luminen fins a un màxim de 25 m.
- **Posada a terra d'elements metàl·lics a una distància inferior a 2 m:** el REBT especifica que s'han de connectar a terra i la guia tècnica especifica que només cal fer-ho en el cas que tinguin equipament elèctric. Segons l'Entitat col·laboradora de l'administració, la Guia tècnica no té caràcter legal i per tant ells no l'apliquen.

5. Bibliografia

- BALLESTER, J.F. (2006). *Iluminación artificial de las zonas verdes*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- CASTEJÓN, A. , SANTAMARIA, G. (1993). *Tecnología eléctrica*, McGraw-Hill.
- RAMIREZ, J. (1990). *Luminotécnica. Enciclopedia CEAC de la Electricidad*. CEAC.
- URRACA, J.I. (1988). *Tratado de alumbrado público*. Donostiarra.
- VV.AA. (2001). *Luminotecnia 2002: Control y aplicación de la luz*. Indalux.
- VV.AA. (1999). *Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles*. Ministerio de Fomento.

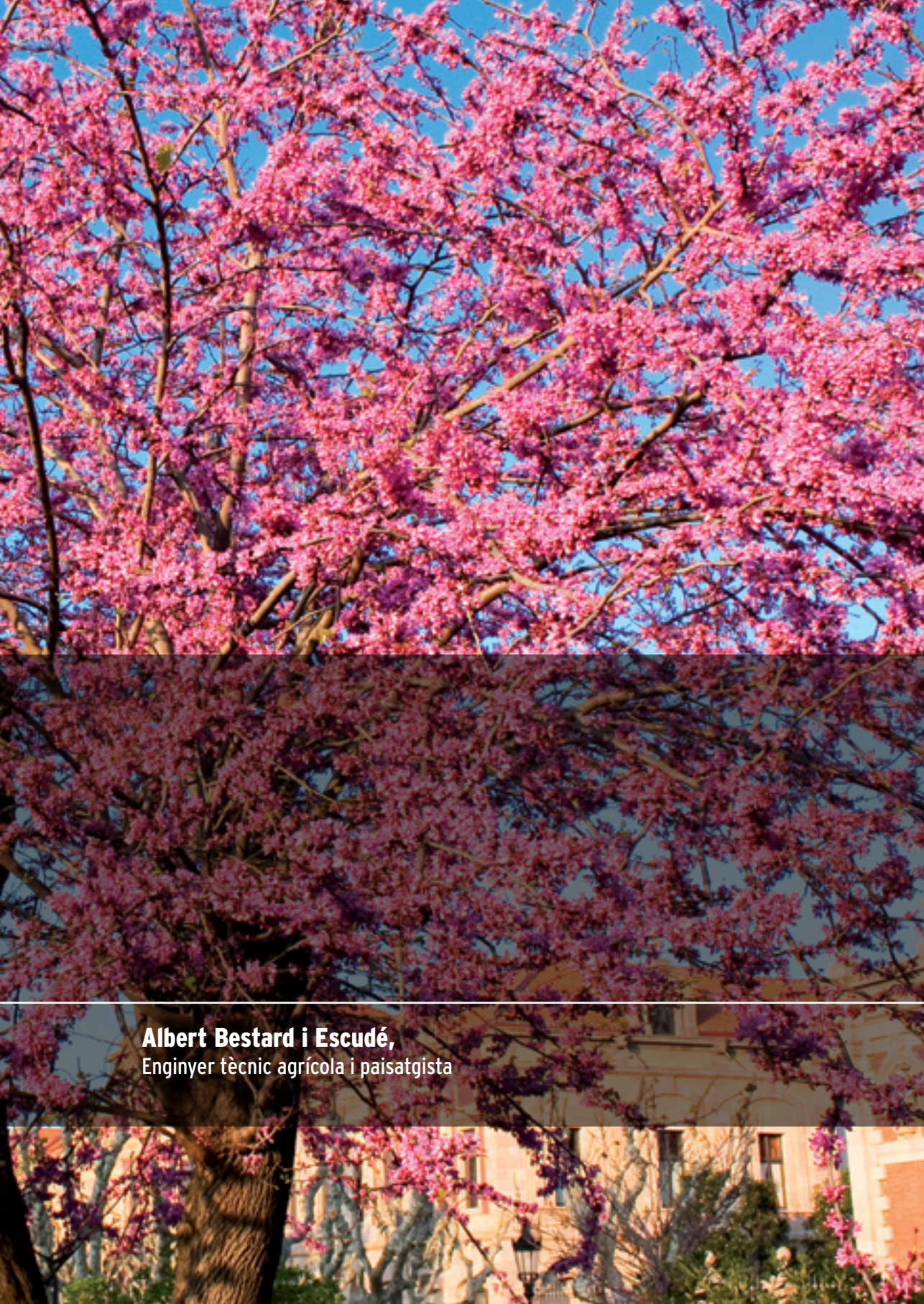
WEBS (CONSULTA 16 DE FEBRER DE 2012):

- Reglament electrotècnic de Baixa Tensió (REBT 2002 RD 842/2002):
<http://www.ffii.nova.es/puntoinfomcyt/legislacionsi.asp?idregl=76>
- Reglament d'eficiència energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior (RD 1890/2008):
<http://www.ffii.nova.es/puntoinfomcyt/decretos.asp?Code=4584>
- Tràmits de les instal·lacions de Baixa Tensió:
http://www.gencat.cat/oge/tramits/aigua/electricitat/installacions/baixa_tensio/
- ACEFAT (Serveis existents zona Catalunya):
<http://www.acefat.com/cat/home.html>
- Curs d'il·luminació:
<http://edison.upc.edu/curs/llum/>
- LED d'última generació:
<http://www.cree.com>
- Manual de Luminotècnia 2002:
<http://www.indal.es/es/doctecnicaesp/luminotecnia>
- Programa de càlcul lumínic Dialux:
<http://www.dialux.com/>



IV

La vegetació en els espais urbans



Albert Bestard i Escudé,
Enginyer tècnic agrícola i paisatgista

Índex La vegetació en els espais urbans

1. Vegetació	82
1.1. Arbrat	82
1.2. Arbustiva	82
1.3. Herbàcies, mates i entapissants	83
1.4. Enfiladisses	83
1.5. Gespes	84
2. Normativa	85
2.1. Normativa de qualitat	85
2.2. Normativa fitosanitària i d'espècies invasores	85
2.3. Ordenances locals i Plans de Gestió	86
2.4. Norma Granada de valoració de l'arbrat ornamental	86
3. Criteris de selecció d'espècies	87
3.1. L'estructura bàsica de les plantacions	87
3.2. Criteris estètics	87
3.3. Criteris ecològics	88
3.4. Criteris sostenibilistes	88
3.4.1. Balanç de CO ₂	88
3.4.2. Consum hídric	89
3.4.3. Efectes microclimàtics	89
3.5. Criteris de gestió	89
4. Criteris de selecció de mides, presentació i densitats	90
4.1. Arbrat	90
4.2. Arbustives i entapissants	91

5. Aspectes previs a la plantació.....	92
5.1. Avaluació del sòl.....	92
5.2. Preparació del terreny	92
5.3. Aspratge d'arbrat.....	93
 6. Estabilització superficial de superfícies.....	 94
6.1. Mantes i malles orgàniques.....	94
6.2. Mantes mixtes.....	94
6.3. Hidrosembra.....	95
 7. Bibliografia	 96

1. Vegetació

1.1. ARBRAT

En un espai urbà, l'arbrat juga el paper d'esquelet. La trama d'arbres es configura com l'estructura de l'espai, definint les zones, alineacions (si n'hi ha), direccions principals, vistes i fronteres.

En la majoria dels espais urbans, en el supòsit que únicament se'ns deixés veure la disposició de les diferents espècies d'arbres, ja en tindríem prou per fer-nos una idea de l'ordenació general.

Figura 1. Disposició de l'arbrat en un parc urbà



1.2. ARBUSTIVA

Si l'arbrat és l'esquelet, l'arbustiva és el múscul. Els arbusts són els elements del jardí més semblants en dimensions als propis usuaris. Són els arbusts els que obren i tanquen les vistes, no els arbres com sovint s'argumenta quan es projecta només en planta.

Els arbusts poden aportar textura, color de fulla, floracions i olors, però sobretot s'utilitzen com a subministradors de volum. La gran aportació a l'espai urbà d'una massa arbustiva és sobretot el seu gruix, la percepció que genera en l'usuari de separació entre ambients.

El tancament de vistes, amb tots els jocs possibles que això genera a nivell d'ordenació de l'espai i de percepció per part de l'usuari, s'aconsegueix en la majoria de casos mitjançant els arbusts, que són l'element vegetal que, a cota dels ulls humans (entre 100 i 160 cm respecte el terra, segons la mida de l'observador), millor pot complir aquest objectiu.

1.3. HERBÀCIES, MATES I ENTAPISSANTS

Les plantes més baixes, rastres i entapissants, són la pell del jardí. Li donen a la superfície els jocs de colors i textures, com fan els paviments. Solen acompanyar les altres tipologies de vegetació en la part més propera al visitant. Les característiques més importants associades a aquest tipus de plantes són les del color del fullatge i, en menor mesura, la floració. Les tonalitats entre les diferents espècies cal que siguin complementàries, ja que determinen en conjunt el caràcter del jardí.

Al·legant un cost de manteniment elevat, molts professionals gestors de la jardineria pública prefereixen no dedicar-hi grans superfícies.

Sovint, això és més degut al cost de la retirada de la brossa dels parterres que no pas a les tasques pròpiament relacionades amb la jardineria. Un mecanisme de disseny, que simplifica en gran mesura les tasques de neteja de les masses entapissants (i també arbustives), és el de donar formes estretes o lineals a aquests grups, de forma que els operaris puguin fer la recollida manual dels residus des de l'exterior del parterre, trepitjant el paviment adjacent i allargant el braç a dins de les plantacions.

L'eliminació de males herbes es redueix molt mitjançant la tècnica de l'encoixinat, tant en entapissants com en arbustives. Cal preveure que en zones inclinades l'encoixinat pot ser problemàtic, ja que la pluja el pot arrossegar cap als paviments. El triturat de poda fresc és un material molt adequat i permet donar sortida immediata als residus generats per la pròpia feina de manteniment.

1.4. ENFILADISSES

Les enfiladisses s'utilitzen poc en els espais públics. Per definició, serveixen per a recobrir estructures horitzontals de suport com ara pèrgoles (caigudes en desús en el paisatge contemporani) o, més habitualment, parets verticals. Per aquest motiu, seguint l'analogia de les parts del cos, les associem a la cara. Es consideren sovint també com a vegetació d'alt manteniment, per la necessitat de suport i lligam de moltes espècies. Normalment aquesta és una tasca que es concentra en els primers anys de creixement. La planta, un cop assolit un equilibri, necessitarà poques operacions de relligat, excepte en zones molt ventoses.

La majoria d'enfiladisses necessiten d'alguna estructura de suport per a cargolar-s'hi. Hi ha diverses solucions al mercat, des de cablejats d'acer inoxidable fins a un simple i humil mallat de ferro penjat d'uns angles de suport. També es poden col·locar estructures temporals, com ara canyes o cordes que, un cop la planta ha assolit la cota superior i ja està afermada al seu destí, es poden retirar.

1.5. GESPES

Les gesses són la superfície lúdica per excel·lència. No hi ha cap altre material ni paviment que ofereixi unes possibilitats tan àmplies pel que fa al joc, l'expressió corporal, el descans, l'observació dels altres, la socialització... Per tant, en la cadena d'analogies de les parts del cos, li correspondria el sexe.

Les gesses, ben construïdes i mantingudes, tenen una capacitat de trepig considerable que, si no es supera, ofereix unes possibilitats estètiques i d'ús magnífiques. Abans de proposar-les, però, cal assegurar-se que el gestor de l'espai podrà (o voldrà) destinar-hi els recursos necessaris per al seu manteniment.

En aquest sentit, la gespa és un material molt adequat a la situació generalitzada de baixa qualificació professional dels operaris en la jardineria pública actual: No té un manteniment difícil, les operacions són poc variades i repetitives i la presa de decisions és fàcilment centralitzable. En canvi, consumeixen una quantitat elevada de recursos, però com que el balanç hídric i energètic no surt a la llum, la seva popularitat augmenta. Més endavant veurem com podem fer que aquests balanços siguin més equilibrats i sostenibles en el temps.

Figura 2. Zona de gespa en un parc urbà



2. Normativa

2.1. NORMATIVA DE QUALITAT

La qualitat del subministrament del material vegetal i les operacions en obres de paisatgisme està regulada per les Normes Tecnològiques de Jardineria i Paisatgisme. Aquestes normes no són d'obligat compliment, a menys que ho especifiqui el projecte de forma explícita (Plec de Condicions Tècniques i/o capítol de Normativa Aplicable).

En la majoria de casos, no n'hi ha prou assegurant que “*es compliran les NTJ*” o “*material subministrat segons la NTJ07F*”, ja que aquestes normatives donen un marge prou ampli, motiu pel qual cal especificar una solució o una altra, igualment satisfactòries a la llum de les NTJ i de la qualitat del treball.

Per exemple, tant pot complir la normativa un arbre subministrat en contenidor com en pa de terra o a arrel nua; però les NTJ determinaran condicions específiques per a cada cas. Correspon, per tant, al projectista definir determinats paràmetres de qualitat, recolzant-se en aquestes normatives, que cal conèixer.

2.2. NORMATIVA FITOSANITÀRIA I D'ESPÈCIES INVASORES

Determinades espècies estan obligades a subministrar-se amb un passaport fitosanitari, en compliment de la Directiva europea 2000/29/CE de 8 de maig de 2000, que es va concretar en el Real Decret 58/2005 de 21 de gener.

El llistat de les espècies afectades va canviant i es pot consultar en algunes webs, però caldrà assegurar-se que es disposa de la versió actualitzada.

Per al control de determinades plagues i malalties existeix una variada legislació que afecta a les plantes utilitzades en espais verds, de les que cal destacar-ne les causades per:

- ▶ *Erwinia amylovora* (foc bacterià). Afecta a les rosàcies i pel seu control es limita la plantació en espais públics de determinades espècies comunes en jardineria com *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Photinia*, *Pyracantha*, *Pyrus* o *Sorbus* entre altres. Les limitacions afecten sobretot a les províncies de Girona i Lleida i en les plantacions en vials, motiu pel qual cal consultar les normatives de la Generalitat de Catalunya: Decret 42/2007 de 20 de febrer, Resolució AAR/2999/2007 de 28 de setembre.
- ▶ *Rynchophorus ferrugineus* (morrut de les palmeres). Causa danys severos a diverses espècies de palmera, però sobretot a la palmera canària (*Phoenix canariensis*). En les àrees afectades és comú que els municipis no permetin la plantació d'espècies susceptibles o que es produeixin immobilitzacions de palmeres per part de la Generalitat (*Ordre ARP 343/2006, de 6 de maig, de la Generalitat de Catalunya i modificacions posteriors*).
- ▶ *Paysandisia archon* (eruga barrinadora de les palmeres). Afecta sobretot a la palmera excelsa (*Trachycarpus fortunei*) i el margalló (*Chamaerops humilis*).
- ▶ *Gibberella circinata* (xancres resinós dels pins). És una malaltia greu provocada per un fong que afecta a diverses espècies de pins, especialment el *Pinus radiata*.

D'altra banda, per a algunes espècies de plantes al·lòctones i en atenció al seu risc invasiu, s'ha legislat en el Real Decret 1628/2011 de 14 de novembre la restricció del seu ús en determinats àmbits. En aquest Real Decret, previ a l'elaboració del "Catàleg Espanyol d'Espècies Exòtiques Invasores", ja s'ha inclòs una llista d'espècies que caldrà consultar i atènyer-se a les restriccions que queden establertes; tot i que en el cas d'un espai urbà, i per a moltes de les espècies utilitzades en jardineria que s'inclouen, aquest risc invasiu sembla discutible.

2.3. ORDENANCES LOCALS I PLANS DE GESTIÓ

Alguns ajuntaments disposen d'ordenances o plans tècnics de gestió específics que determinen o guien la selecció d'espècies tant en sentit positiu (afavoriment d'espècies de resultat contrastat) com negatiu (prohibició d'espècies pels mals resultats o pel seu caràcter invasor). Aquestes ordenances, en cas que hi siguin, cal conèixer-les: tenen un caràcter marcadament local i la seva aplicació cal mesurar-la sempre també en clau local, tant pel que fa a les espècies a afavorir com a les que cal evitar.

Els plans director d'arbrat solen fer referència a la disponibilitat d'espai aeri. Aquestes recomanacions són més transversals entre localitats. Els plans directors d'arbrat de Mataró i de Barcelona, per exemple, contenen informació molt recomanable però que, com sempre, cada projectista ha de calibrar segons els seus criteris.

No coneixem plans directors d'arbrat que contemplin l'ordenació del subsòl urbà per a garantir la disponibilitat d'espai per a les arrels i la convivència amb els serveis i els paviments. Aquest seria el proper pas en la definició de la qualitat de l'arbrat a dins de la ciutat.

2.4. NORMA GRANADA DE VALORACIÓ DE L'ARBRAT ORNAMENTAL

Molts ajuntaments han subscrit la Norma Granada com a criteri per a valorar les compensacions econòmiques derivades dels danys soferts per l'arbrat. Aquesta Norma només estableix el mètode de càlcul del valor econòmic d'un arbre existent i el percentatge que correspon d'aquest valor per a cada tipologia de dany. No té caràcter normatiu (tot i el seu nom) ni obliga a res en concret per si mateixa, tot i que s'ha consolidat a l'Estat Espanyol, mitjançant una nombrosa jurisprudència, com a mètode de càlcul del valor d'un arbre ornamental.

Per a que aquest mètode de càlcul esdevingui aplicable, cal una ordenança específica que estableixi la Norma Granada com a mètode de referència per a compensacions per dany a l'arbrat en aquell municipi, o una acceptació del mètode entre les parts implicades com a criteri de valoració. En determinades obres aquest cost, si és aplicable, es pot establir d'antuvi preveient les afectacions.

3. Criteris de selecció d'espècies

Per a la selecció d'espècies en un espai verd urbà hi ha un criteri elemental que és el fet que aquestes siguin capaces de viure amb "dignitat" en les condicions ambientals on es plantaran. Aquesta condició cabdal fa que s'hagi de considerar la seva sensibilitat a les condicions de temperatura hivernal i estival del lloc, a les condicions edàfiques, de reg, d'espai, d'ús, ... Hi ha molta documentació al respecte, i l'hauríem de consultar si és que no es coneixen prou les espècies a plantar.

A banda, hi han d'altres criteris que també s'han de considerar i que es desenvolupen a continuació.

3.1. L'ESTRUCTURA BÀSICA DE LES PLANTACIONS

Les plantacions en un espai urbà són el reflex d'una estructura i ordenació de l'espai que s'han decidit (o configurat aleatòriament al llarg dels anys) molt abans que entri el jardiner a plantar. Aquesta estructura respon a diferents factors: urbanisme, circulacions, vistes, usos previstos, factors ambientals, estètics, socials, etcètera.

Per tal d'aconseguir que les plantacions respectin aquesta estructura i la recolzin, és molt important que quan es dissenyen les plantacions el redactor del projecte defineixi l'estructura de la vegetació en una fase de dibuix conceptual, sense concretar les espècies. Aquest exercici li permetrà de reconèixer i de recrear l'ordenació de l'espai, mantenint-se fidel als factors ambientals preexistents, sense imposar les necessitats de la planta a les del lloc.

Només un cop que aquesta estructura està definida i revisada es podrà començar a definir espècies concretes.

3.2. CRITERIS ESTÈTICS

Les plantacions en l'espai públic tenen moltes funcions, però una central és la ornamental. Per tant, cal que es produeixi una harmonia entre les espècies, que es basarà en el cromatisme de les fulles i la seva textura. Hi ha la pràctica habitual de basar aquesta tria en el color de les floracions. Aquesta sembla una pràctica poc recomanable, degut a l'alt grau de temporalitat de la majoria de floracions. Efectivament, caldrà evitar de tenir floracions simultànies de colors incompatibles una al costat de l'altra, però servirà de ben poc definir una paleta de colors que contingui totes les graduacions de flor lila, rosa i vermell si després cada espècie floreix per separat en un moment diferent de l'any o l'efecte conjunt (si s'aconsegueix) dura només dues setmanes.

Hi ha l'opció també de crear una harmonia entre diferents espècies segons el seu origen bioclimàtic, com fan molts parcs temàtics, tot i córrer el risc de caure en una caricatura de l'ambient original.

De cara a aconseguir aquesta harmonia, és recomanable de preparar un llistat d'espècies compatibles entre si abans de començar a dibuixar el plànol de plantació.

3.3. CRITERIS ECOLÒGICS

Els factors ecològics són aquells que integren (o no) una espècie a dins d'un ecosistema i que li confereixen un valor afegit. La integració de les plantacions a dins d'un hàbitat proper al lloc pot tenir un efecte positiu sobre la capacitat de suport de la fauna associada a aquest hàbitat i també de la seva capacitat de moviment i colonització de nous espais.

L'ús d'espècies autòctones en jardineria urbana pot tenir molt de sentit quan es donen aquestes sinèrgies entre espais o amb les comunitats existents. En grans parcs, es pot arribar a crear la suficient massa crítica d'hàbitat com per a donar suport per si mateix a una comunitat apreciable de fauna interessant. En canvi, en petites plantacions aïllades, l'efecte serà molt menor.

De la mateixa manera que en els projectes de restauració del paisatge (pedreres, abocadors, carreteres, etcètera) ja queda clar que cal definir plantacions amb espècies autòctones del lloc afectat, en els espais urbans aquest no sempre és el cas i cal valorar la capacitat efectiva d'aquell àmbit d'integrar-se en els ecosistemes propers, per obtenir resultats que vagin més enllà de la propaganda institucional en favor d'utilitzar "espècies autòctones".

Pel que fa a la definició d'espècie autòctona, gairebé totes les plantes disponibles al mercat són autòctones "d'algun lloc". Quan efectivament decidim que és interessant d'usar-les, caldrà definir quines són les espècies que realment ho són *en aquell lloc*.

3.4. CRITERIS SOSTENIBILISTES

Tota activitat humana té conseqüències més enllà del seu estricte àmbit d'actuació. De la mateixa manera que bellugar-se en cotxe té efectes contaminants lluny de la carretera, el fet de sembrar gespes té efectes posteriors en el cicle hidrològic, en alguna conca o sistema hídic més o menys proper.

■ 3.4.1. Balanç de CO₂

Hi ha molts bons motius per a plantar arbres, arbusts, herbàcies i gespes a les nostres ciutats: millores estètiques, socials, de confort, etcètera. Pretendre, però, que aquestes plantacions mitiguin l'efecte hivernacle mitjançant l'absorció de CO₂ és una fal·làcia que tècnicament no té credibilitat. Gran part del CO₂ que absorbeix una planta a les nostres ciutats es torna a alliberar una vegada ha acabat el seu cicle vital, que comparat amb el cicle de l'efecte hivernacle és tant com dir *immediatament*. L'efecte de les plantes en l'àmbit urbà en aquest aspecte és, doncs, molt escàs, i en qualitat de tècnics suficientment informats no podem emprar aquest argument per a promoure noves plantacions.

Un argument diferent passa per tenir en compte la despesa energètica associada a determinades tipologies de material vegetal. Aquí sí que el tècnic redactor del projecte pot influir en el cost energètic del manteniment de la jardineria, ja que aquesta energia està generada en gran part a partir de combustibles fòssils i tenen una incidència sobre els gasos d'efecte hivernacle i contaminants de l'aire urbà. De determinades decisions aparentment tan innocents com ara projectar un prat de gespa se'n derivarà un ús intensiu de maquinària que farà augmentar la pol·lució ambiental.

El transport de materials llunyans, com ara oliveres exemplars dels camps andalusos o graves ornamentals de pedreres sud-americanes, també té implicacions ambientals que cal tenir en compte.

■ 3.4.2. Consum hídic

Al nostre país són habituals les evapotranspiracions potencials entre 850 i 1100 mm anuals, amb pluges entre 450 i 650 mm anuals. Hi ha, evidentment, un dèficit hídic notable.

Algunes espècies estan més ben preparades que d'altres per a sortejar aquest dèficit. Olivier Filippi (2007) ha definit un "*code de sécheresse*" al seu llibre *Pour un jardin sans arrosage*, on es quantifica en termes relatius la resistència a la sequera d'una quantitat important d'espècies d'arbusts i herbàcies. L'agrupació intencionada de plantes amb requeriments hídrics semblants estalvia molta aigua al cap de l'any.

Així mateix, el fet de triar gespes amb metabolisme fotosintètic C3 o C4 té connotacions estètiques i tècniques, però també en té pel que fa al consum hídic, ja que les C4 tenen uns requeriments molt menors i una corba de creixement més centrada en l'estiu i per tant, més curta. Per altra banda, condicionen fortament el calendari d'execució de l'obra ja que només germinen amb el terreny per sobre d'un determinat llindar de temperatura i presenten en molts casos aspectes hivernals que poden ser (o no!) mal rebuts per la població.

■ 3.4.3. Efectes microclimàtics

Al nostre país fa calor a l'estiu i fred (relatiu) a l'hivern. Les plantacions ornamentals tenen efectes microclimàtics potents, mitjançant l'ombra dels arbres o les pèrgoles o com a barreres del vent.

El seu efecte és local, però a petita escala pot tenir una poderosa incidència en el confort tèrmic de l'usuari de l'espai públic o dels edificis propers, o fins i tot en vehicles aparcats, que poden veure reduïts els seus nivells de consum energètic.

3.5. CRITERIS DE GESTIÓ

Tal i com s'ha explicat al punt núm. 1 d'aquest capítol, hi ha visions diferents sobre la gestió dels elements que componen un jardí urbà. Trobarem serveis municipals de manteniment amb idees molt variades sobre la conveniència, per exemple, d'utilitzar entapissants, masses arbustives en formats no lineals, gramínies ornamentals o enfiladisses. La tasca del redactor de projectes, per tant, inclourà necessàriament una conversa amb el servei de manteniment amb l'objectiu d'aclarir la idoneïtat d'aquests elements o les preferències locals.

En funció de l'estructura del servei de manteniment, i del seu equipament, podem trobar-nos que una solució, per exemple un gran prat regat, que pot resultar idònia en el cas d'un municipi, fracassi en un altre per manca de maquinària adequada o de capacitat de la xarxa de subministrament d'aigua.

4. Criteris de selecció de mides, presentació i densitats

4.1. ARBRAT

Massa sovint es decideixen les condicions relatives a l'arbrat pensant en un disseny dibuixat en planta. Efectivament, la distància entre arbres es pot definir bé així, però és l'únic factor a considerar en aquesta vista. Totes les altres consideracions relatives a la tria d'arbrat les haurem de fer pensant en secció o alçat.

Les decisions aniran molt condicionades segons si es tracta d'arbrat viari o destinat a una zona verda, i caldrà atènyer-se a les indicacions del municipi, que sovint s'inclouen en els plans de gestió d'arbrat. És comú que aquests plans incloguin recomanacions pel que fa a l'amplada mínima de vorera en la que es poden plantar arbres, que sol ser d'uns 3 o 4 m des de la línia de vol de la edificació, així com que es defineixin unes distàncies mínimes entre posicions consecutives d'arbres com ara les següents:

- Arbrat de capçada estreta, marc de plantació de 5 m.
- Arbrat de capçada mitjana, marc de plantació de 7 m.
- Arbrat de capçada gran, marc de plantació de 10 m.

La formació en copa, fletxat o vestit des de la base, es decidirà segons les necessitats de pas (vianants, vehicles lleugers, vehicles pesants,...) i la presència d'altres elements vegetals o de mobiliari en l'entorn immediat de l'arbre. A nivell de referència, es pot preveure que en les zones de pas de vianants, generalment, cal una alçada lliure de branques de 2,25 m i en les zones de pas de vehicles cal que la capçada no envaeixi la vertical de la calçada fins a una alçada de 4 m.

El format de presentació del pa d'arrels es triarà segons l'època prevista de plantació. Molt sovint això no es pot preveure i el compromís habitual en els projectes és el d'especificar el subministrament en pa de terra, per tractar-se del format més habitual i del que n'hi ha un bon *stock* disponible, de qualitat i durant una època de l'any suficientment llarga.

L'arbrat en contenidor és encara un format poc habitual i la seva disponibilitat és més incerta i de qualitat irregular, excepte en arbres de clima càlid (palmeres, tipuanes, xicrandes, *brachichitons*, etcètera...) on és el format habitual.

La presentació en arrel nua és més recomanable per a espècies que toleren bé el trasplantament i per a mides petites. La seva època de disponibilitat és més limitada i per tant condiciona més el programa d'obres.

Cal mencionar una tècnica recentment apareguda al nostre mercat anomenada "Air-Pot", on els arbres són cultivats en una mena de contenidor perforat lateralment i poden ser subministrats en qualsevol època de l'any. Aquesta tècnica redueix l'estrès del trasplantament, ja que l'arbre arriba a l'obra amb la totalitat de l'aparell radical original.

Pel que fa a les mides de presentació, cal no oblidar que l'arbrat juga un paper estrella en les inauguracions dels nous espais. És possiblement l'element (junt amb el mobiliari urbà i els paviments) que influeix més en la percepció general de qualitat sobre l'usuari.

Per tal que l'arbrat generi una bona imatge inicial hi ha dos factors importants: la seva estructura de brancatge, que convé que sigui sencera, i en menor mesura la mida de l'arbre.

Cal evitar els excessos: als nostres viviers no és habitual disposar de perímetres superiors a 25-30, excepte en el cas d'algunes espècies. Els arbres de mida gran tenen un major *shock* de trasplantament i un temps d'establiment més gran (per tant, més cost de manteniment). Generalment, un arbre de mida mitjana creix més ràpidament i acaba "atrapant" a un altre que en el moment de la plantació era més gran. Això és degut a la desproporció relativa entre la mida de l'aparell radical i la de la part aèria, que s'accentua a mesura que creix la mida de subministrament.

La plantació d'arbres exemplars cultivats en viver de mides extraordinàries (superiors a 60 cm de perímetre) cal reservar-la a situacions igualment extraordinàries. El cost d'aquestes operacions és elevadíssim (tant de plantació com de manteniment) i només es poden justificar en situacions excepcionals.

Pel que fa a la recuperació d'arbrat de gran calibre procedent de cultius agrícoles cal anar amb molt de compte. L'efecte de plantar una olivera presumptament centenària pot ser molt potent, però són arbres que necessiten una preparació específica per a tenir èxit en el trasplantament. A més de consideracions ètiques respecte a l'espoliació del patrimoni arbori aliè, cal assegurar que l'arbre s'ha refet de l'arrencada i que ha recuperat el seu vigor intrínsec, per tal que quan el plantem a la seva nova ubicació reprengui un creixement vigorós més enllà d'una simple supervivència gris.

4.2. ARBUSTIVES I ENTAPISSANTS

Pel que fa als formats de plantes arbustives i entapissants, les decisions a prendre en fase de projecte són dues i estan relacionades entre si: la mida de presentació i la densitat de plantació.

Tot i que tradicionalment la mida de presentació s'ha mesurat a partir de la part aèria de la planta, aquesta és una dada que va variant al llarg de la temporada per a la mateixa unitat segons que va creixent o es retalla, raó per la qual cada vegada més s'està complementant, o fins i tot substituint, com a referència per la mida del contenidor (que és tant com dir la mida de l'aparell radical). Els dos paràmetres tenen la seva importància: per una banda la mida de la part aèria afectarà el grau d'impacte visual inicial que tindrà la plantació i la mida de l'aparell radical la seva velocitat o facilitat d'implantació al nou lloc. No són paràmetres independents, cal emprar plantes equilibrades que respectin els formats indicats a les respectives NTJ.

La densitat de plantació que s'especifica als projectes pot seguir dues estratègies diferents, en funció de la gestió posterior. Es pot especificar una densitat alta, que generi un efecte inicial d'atapeïment (i on posteriorment les plantes es faran nosa entre si) o es pot preveure el creixement futur de cada individu, deixant espai suficient entre ells.

La primera estratègia aconsegueix un bon impacte immediat, però condemna el gestor d'espais verds a efectuar aclarides posteriors a mesura que les plantes van creixent. Molt sovint aquesta pràctica no es porta a terme i es converteix en una successió de podes i retalls que desvirtuen la forma natural o harmònica de la planta. Per tant, abans d'especificar altes densitats de plantació, cal consensuar-ho amb el servei de manteniment.

La segona estratègia té un efecte inicial més pobre però estalvia cost de manteniment. Si les plantes estan ben formades, el seu efecte inicial no es veu massa desmillorat pel fet d'estar separades entre si. Sovint val la pena compensar aquest dèficit amb l'estesa d'un encoixinat orgànic que assoleix un doble objectiu: millora l'aparença de l'acabat de les plantacions (compensant el menor impacte visual de la planta) i disminueix dràsticament l'aparició de males herbes durant el temps que les plantes triguen en recobrir el terreny (a més de molts altres beneficis fisiològics i edafològics).

5. Aspectes previs a la plantació

5.1. AVALUACIÓ DEL SÒL

Sempre que sigui possible és recomanable fer una avaluació del sòl existent al lloc. Els factors a valorar són les restriccions per al creixement de les arrels (zones pavimentades, compactades o sense sòl), la textura (una avaluació visual serà suficient en la gran majoria dels casos), el grau de compactació, una estimació sobre l'historial del sòl (abocaments?, de quin tipus?, sòls agrícoles abandonats?, subsòl exposat després d'unes excavacions?), avaluació de l'erosió, si n'hi ha, i sobretot, una indicació sobre la capacitat drenant del sòl i de la capa immediatament inferior.

Aquest darrer aspecte - realment crític - és difícil d'avaluar sense fer proves de camp i en canvi és el més important de tots, especialment per als arbres. Cada any moren molts arbres urbans per manca de drenatge i aireació del sòl.

La manera més pràctica i efectiva d'avaluar el drenatge d'un sòl i del seu subsòl és mitjançant una senzilla prova de camp: s'obren diversos forats "de plantació" en la zona que es vol avaluar i s'omplen d'aigua. Es deixa passar una estona per tal que s'estabilitzi la velocitat d'infiltració (una hora com a mínim, o quan estiguin buits, el que passi abans) i aleshores es tornen a omplir i es mesura la velocitat d'infiltració. És molt important no fer la mesura tot just quan s'acaba d'omplir el forat d'aigua, ja que a l'inici de la prova els valors d'infiltració són anormalment elevats. Es considera raonable plantar sobre sòls que tinguin una velocitat d'infiltració de 25 mm/hora o superiors. Per sota d'això, cal pensar en mesures correctores o en escollir espècies adaptades a les condicions de baixa permeabilitat.

No sempre és possible realitzar aquesta prova en la fase de redacció de projecte. En aquest cas hi ha inspeccions visuals de les condicions del terreny que ens permetran sospitar o descartar problemes de drenatge del subsòl: herbàcies oportunistes pròpies de llocs humits, signes de sedimentació de fins, etcètera. En qualsevol cas, sempre és possible realitzar aquesta prova en fase d'obra, per un cost molt baix, i pot estalviar fracassos sonats en matèria de plantació d'arbrat.

5.2. PREPARACIÓ DEL TERRENY

L'estratègia de la preparació del terreny dependrà bàsicament del que s'hagi observat en l'avaluació del sòl existent (si n'hi ha). Sembla que l'aportació de "terra vegetal" (una barreja prefabricada que inclou bàsicament àrids i compost, apart d'alguns altres ingredients) s'hagi convertit en la solució estàndard per a totes les actuacions, i això no té perquè ser sempre així.

Hi ha algunes situacions on el sòl (o subsòl residual) existent a l'obra pot complir perfectament els objectius agronòmics que es plantegen per a les plantacions o sembres previstes. Caldrà identificar els factors limitadors i corregir-los, cosa que no sempre s'aconsegueix comprant "terra vegetal" i escampant-la per les zones de plantació.

Per exemple, si el problema del lloc és la compactació i la manca de drenatge, els diners del projecte estaran més ben invertits en fer un subsòl profund o una xarxa de rases drenants que no pas aportant grans quantitats de terra vegetal de primera categoria i escampant-la sobre una capa compactada d'argila amb maquinària de moviments de terres.

Una altra possible solució en casos d'aquest tipus consisteix en plantar sobre bermes elevades. Sempre que es faci una aportació de terres sobre les existents, cal preveure la preparació del terreny existent, que consistirà en un treball d'aïreació. Posteriorment es barrejaran les terres d'aportació amb les preexistents per tal d'evitar barreres de drenatge vertical, degudes a canvis sobtats de textura.

En d'altres casos, pot ser interessant considerar una esmena orgànica del sòl existent (per exemple si es tracta d'un subsòl poc fèrtil però amb una bona textura que el faci potencialment útil).

Si finalment l'opció escollida és l'aportació de terra vegetal preparada, cal evitar que es generi una frontera nítida entre la terra d'aportació i l'existent. Es descompactarà la base de treball abans de portar la terra vegetal, se n'aportarà una fracció (entre 5 i 15 cm de gruix) i es llaurarà amb l'objectiu de barrejar els dos materials i crear una franja de transició. Seguidament, s'aportarà la resta de la terra vegetal, amb la maquinària el més lleugera possible per tal d'evitar la compactació i sempre treballant en sec.

En tots els casos sempre s'evitarà el pas de maquinària per sobre de futures zones de plantació amb el terreny mullat, a menys que es tracti de terrenys amb textura sorrenca, que són els únics que poden suportar aquest tracte sense perdre estructura i fertilitat.

5.3. ASPRATGE D'ARBAT

Pel que fa a la necessitat d'aspratge dels arbres no hi ha un consens clar i cal valorar diferents opcions:

- ▶ En situacions excepcionals (cobertes enjardinades, trasplantaments exemplars, etcètera...) és més evident la necessitat d'ancorar els arbres.
- ▶ En la plantació d'arbat a arrel nua, l'aspratge és més necessari que en altres formats de presentació.
- ▶ La instal·lació d'aspres, si està ben realitzada (és a dir, amb els aspres clavats fora del forat de plantació o al fons, sobre el sòl no excavat) pot estalviar molts maldecaps durant la fase d'establiment de l'arbat (generalment es considera els primers dos anys).
- ▶ Cal valorar el cost i la necessitat d'eliminar els aspres al cap de dos anys. És molt habitual trobar aspres mal o gens mantinguts, que al cap d'uns mesos han perdut la seva efectivitat. Quan s'instal·len, cal que els encarregats del manteniment inicial interioritzin la necessitat i conveniència de mantenir aquests elements en condicions i d'eliminar-los a temps.
- ▶ La no instal·lació d'aspres pot ser una opció viable quan els arbres venen de viver amb un pa de terra prou generós com per a garantir l'estabilitat de l'individu, i estan ben plantats (és a dir, sobre una base de sòl ferma i a dins d'un forat ben dimensionat). Efectivament, una proporció dels arbres es podran

moren durant els primers mesos per motius diversos (pans de terra mal preparats, arbres mal plantats, cops...) i caldrà re-situar-los i estabilitzar-los posteriorment, però les arrels no trigaran en desenvolupar una massa suficientment ampla com per a garantir l'estabilitat en la majoria de situacions.

- Cal valorar en cada cas si, pels calibres i formats de presentació del projecte, val més la pena arriscar-se i només preveure una partida d'aspratge en fase de manteniment per un percentatge de les plantacions o fer un aspratge preventiu generalitzat per a tots els arbres ja integrat en fase d'obra.
- Cal valorar la possibilitat que ofereix l'aspratge com a protector temporal de l'arbre, pel que fa als cops i rascades accidentals sobre el tronc en fase d'obra, allà on aquest risc sigui apreciable.

Pel que fa als formats d'aspratge, està guanyant molts adeptes el lligam enterrat del pa de terra. Té un parell d'avantatges que cal calibrar amb racionalitat: per una banda fa que l'arbre "treballi" en el seu format natural, és a dir, flexionant tot el seu eix a partir del coll arran de terra i ajudant d'aquesta forma a construir una estructura resistent. Per l'altra banda, el sistema d'ancoratge queda amagat sota terra, amb els evidents beneficis estètics i de vandalisme.

6. Estabilització superficial de superfícies

6.1. MANTES I MALLES ORGÀNIQUES

Són elements biodegradables de diferents materials, formats i densitats. La seva funció és temporal, pel que la seva utilització es destina a aquelles situacions on la vegetació serà capaç per si sola de subjectar el terreny, un cop s'hagi establert. Cal entendre el seu ús com una ajuda temporal, mentre dura el procés d'establiment de la vegetació per a evitar que s'iniciïn processos erosius durant aquest procés inicial. També cal tenir present que es tracta d'elements complementaris d'alguna altra tècnica (normalment, una sembra o unes plantacions).

El procediment per a triar entre diferents models i densitats està ben documentat en les guies tècniques dels diferents subministradors. No és una bona idea especificar productes d'un gramatge superior al requerit: una manta orgànica de 700 g/m² ofereix més dificultat a la germinació d'una hidrosembra que una de 400 g/m², pel que tot i que la seva resistència als processos erosius inicials serà superior, podria implicar un establiment més lent de la vegetació.

Les hidrosembres se solen acompanyar de mantes, a la vegada que les malles s'utilitzen majoritàriament en combinació amb les plantacions.

6.2. MANTES MIXTES

Hi ha determinades situacions on es preveu un grau d'erosió molt elevat, amb tensions superficials superiors a les que una manta orgànica tradicional pot suportar. Les mantes de fibra rígida de polipropilè estan pensades sobretot per a superfícies que han de conduir aigua (rieres, cunetes, marges de riu, zones recurrentment inundables, etcètera).

En aquests casos hi ha un tipus de mantes orgàniques específicament dissenyades per a aquestes situacions, constituïdes per una matriu de polipropilè flexible però amb gruix, normalment ondulada, que dóna cos i capacitat de resistència davant la tracció a la manta, més una superfície de fibra de coco, biodegradable, que aporta les millores agronòmiques i afavoreix la germinació d'una sembra al seu si. El principi segueix essent que la fracció orgànica acaba desapareixent i, mentrestant, la coberta herbàcia ja ha colonitzat el sòl i ha desenvolupat una capa de protecció suficient, pel que cal entendre aquesta tècnica com a complementària de la sembra.

6.3. HIDROSEMBRA

És la tècnica base d'estabilització de talussos, tot i que no és res més que una evolució bastant bàsica de la sembra clàssica, ja que consisteix en projectar hidràulicament els ingredients sobre la superfície a sembrar, normalment sense preparació del terreny.

El principal secret de les hidrosembres és la correcta tria i dosificació dels ingredients. Les NTJ són una bona guia per a la seva execució i planificació. Els ingredients que componen una hidrosembra són la llavor, el fertilitzant, el coadjuvant biològic i el *mulch* o fibra orgànica.

Sempre que s'especifiqui una hidrosembra en un projecte, cal assegurar que després s'executi en condicions. S'assegurarà una gran part de l'èxit mitjançant la inspecció quantitativa dels ingredients especificats. És molt important calcular les quantitats totals absolutes per a la superfície a tractar de cara a realitzar les inspeccions de forma útil: costa molt de veure a ull si un *mulch* de palla s'ha escampat a raó de 200 g/m², però en canvi és molt simple comptar quantes bales de palla de 35 kg cadascuna o quants sacs de llavor s'han abocat a dins d'una cisterna.

7. Bibliografia

- ARMITAGE, A. (1997). *Herbaceous Perennial Plants*. Champaign, Illinois: Stipes Publishing L.L.C.
- DARKE, R. (1999). *The Colour Encyclopedia of Ornamental Grasses*. London: Weidenfeld & Nicolson, The Orion Publishing Group.
- FILIPPI, O. (2007). *Pour un jardin sans arrosage*. Arlès: Actes Sud.
- NAVES, F., PUJOL, J., ARGIMON DE VILARDAGA, X., SAMPERE, L. (1992). *El Árbol en Jardinería y Paisajismo*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A..
- ROBERTS, J., JACKSON, N., SMITH, M. (2006). *Tree Roots in the Built Environment*, Norwich: TSO (The Stationery Office).
- TROWBRIDGE, P. J., BASSUK, N. L. (2004). *Trees in the Urban Landscape*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, Inc..
- URBAN, J. (2008). *Up by Roots*. Champaign, Illinois: International Society of Arboriculture.

WEBS (CONSULTA 16 DE FEBRER DEL 2012):

- NTJ Normes Tecnològiques de Jardineria i Paisatgisme: www.fjip-ntj.org
- APEVC Associació de Professionals dels Espais Verds de Catalunya: www.apecv.cat
- Cornell University, Horticulture: www.hort.cornell.edu/uhi/
- ISA International Society of Arboriculture: www.isa-arbor.com
- AEP Asociación Española de Paisajistas: www.aepaisajistas.org
- AEA Asociación Española de Arboricultura: www.aearboricultura.org
- AEIP Asociación Española de Ingeniería del Paisaje: www.aeip.org.es
- AEPJP Asociación Española de Parques y Jardines Públicos: www.aepjp.es
- Norma Granada, valoració d'arbrat: www.aepjp.es/normagranada
- Parcs i Jardins, Barcelona (documentació tècnica): <http://www.parcсийardins.cat/>



V
Xarxes de reg



Joan Gual i Martí,
Enginyer agrònom

Índex Xarxes de reg

1. Introducció	102
2. Normativa d'aplicació.....	102
3. Elements d'una xarxa de reg	103
3.1. Capçal de reg	103
3.1.1. Comptador	103
3.1.2. Vàlvules	104
3.1.3. Filtres	104
3.1.4. Grup de Pressió	105
3.1.5. Equips de fertilització	105
3.2. Elements per a l'automatització.....	105
3.2.1. Programador	105
3.2.2. Electrovàlvules	106
3.2.3. Sensors	106
3.2.4. Cablejat.....	106
3.3. Elements per a la distribució de l'aigua.....	106
3.3.1. Canonades	106
3.3.2. Boques de reg.....	107
3.4. Emissors	108
3.4.1. Emissors de reg aeri.....	108
3.4.2. Emissors de reg localitzat	109
3.5. Altres elements	109
3.5.1. Elements de control i maniobra	109
3.5.2. Vàlvules de rentat o descàrrega	109
3.5.3. Arquetes o pericons	109

4. Criteris de disseny	110
4.1. Selecció del sistema de reg	110
4.1.1. Condicionants a considerar	110
4.2. Selecció del tipus d'emissor.....	111
4.2.1. Emissors de reg aeri.....	111
4.2.2. Emissors de reg localitzat	111
4.3. Definició dels sectors de reg	113
4.4. Canonades	113
4.5. El capçal de reg i altres elements de la instal·lació.....	114
 5. Criteris de càlcul.....	 115
5.1. Càlcul del temps de reg necessari	115
5.2. Càlcul hidràulic.....	116
5.2.1. Dimensionat de canonades	116
5.2.2. Càlcul de pèrdues de càrrega.....	118
5.2.3. Dimensionat de la bomba	121
5.3. Càlcul elèctric.....	121
5.3.1. Càlcul de la secció dels cables.....	122
5.3.2. Les proteccions.....	122
 6. Bibliografia.....	 123

1. Introducció

El dèficit hídric i els episodis de sequera que es produeixen al nostre territori, fan que el reg en els espais verds urbans esdevingui necessari per a moltes de les espècies vegetals i situacions. De la mateixa manera, la necessitat d'optimitzar l'aigua i els recursos disponibles, obliga a les administracions a assegurar que l'aigua de reg s'aplica amb la màxima eficiència i amb el menor cost possible. Conseqüentment, les xarxes de reg automàtic són avui en dia presents a pràcticament tots els projectes d'espais verds, fins i tot quan el reg només és necessari durant el període d'implantació de la vegetació.

2. Normativa d'aplicació

No hi ha una normativa d'obligat compliment que reguli com s'ha de dissenyar, calcular i executar una instal·lació de reg en un espai verd. Aquesta desregulació ocasiona que molt sovint aquestes xarxes siguin executades i/o dissenyades amb greus mancances. Davant d'aquesta realitat, i per tal de garantir un òptim funcionament dels regs, és freqüent que alguns municipis elaborin plecs o posin condicions a les instal·lacions (sovint sobredimensionant-les), supòsit que ens obligarà a la pràctica a consultar-ho en cada cas.

Podem destacar les següents normatives existents:

- NTJ 01I Recomanacions de projecte d'infraestructures de reg.
- NTJ 04R instal·lacions de sistemes de reg.
- UNE-EN 12484 *Técnicas de riego. Sistemas de riego automático de espacios verdes.*
- UNE-EN 12723 *Bombas para líquidos. Términos generales para bombas e instalaciones. Definiciones, magnitudes, símbolos y unidades.*
- UNE-EN 12162 *Bombas para líquidos. Seguridad. Procedimientos de ensayo hidrostático.*
- ISO 9912 *Agricultural irrigation equipment. Filters.*
- UNE-EN 1452 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U).*
- UNE-EN 13244 *Sistemas de canalización en materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua, en general, y saneamiento a presión. Polietileno PE.*
- UNE-EN 1074 *Válvulas para el suministro de agua. Requisitos de aptitud al uso y ensayos de verificación apropiados. Parts 1 a 6.*
- ISO 9635 *Agricultural irrigation equipment. Irrigation valves. Parts 1 a 6.*
- UNE-EN 1267 *Válvulas. Ensayo de resistencia al flujo utilizando agua como fluido de ensayo.*
- ISO 9644 *Agricultural irrigation equipment. Pressure losses in irrigation valves. Test method.*
- UNE-EN 736 *Válvulas. Terminología.*

- ▶ ISO 15081 *Irrigation equipment. Graphic symbols for pressurized irrigation systems.*
- ▶ UNE-EN 14268 *Técnicas de riego. Contadores de agua.*
- ▶ UNE-EN 14267 *Técnicas de riego. Hidrantes de riego.*
- ▶ ISO 9911 *Agricultural irrigation equipment. Manually operated small plastics valves.*
- ▶ UNE 68072 *Materiales de riego. Aspersores rotativos. Requisitos generales y métodos de ensayo.*
- ▶ UNE-EN 13742 *Técnicas de riego. Sistemas de aspersión de cobertura total.*
- ▶ ISO 15886 *Irrigation equipment. Irrigation sprinklers.*
- ▶ UNE 68073 *Material de riego. Difusores. Requisitos generales y métodos de ensayo.*
- ▶ ISO 8026 *Agricultural irrigation equipment. Sprayers.*
- ▶ UNE 68075 *Materiales de riego. Emisores. Requisitos generales y métodos de ensayo.*
- ▶ UNE 68076 *Equipos para riego. Sistemas de tuberías emisoras. Características generales y métodos de ensayo.*
- ▶ UNE-EN 13635 *Técnicas de riego. Sistemas de riego localizado. Terminología y datos suministrados por el fabricante.*
- ▶ ISO 9261 *Agricultural irrigation equipment. Emitters and emitting pipe. Specification and test methods.*
- ▶ UNE 53367 *Plásticos. Tubos de polietileno PE32 y PE40 para microirrigación. Características y métodos de ensayo.*
- ▶ EN 15097 *Técnicas de riego. Riego localizado. Evaluación hidráulica.*
- ▶ UNE EN 15099 *Técnicas de riego. Telecontrol de Zonas Regables.*

3. Elements d'una xarxa de reg

3.1. CAPÇAL DE REG

El componen el conjunt d'elements destinats a mesurar, filtrar, tractar i subministrar l'aigua a la xarxa de distribució. En el cas més bàsic estaria format per un comptador i una vàlvula, però en grans instal·lacions pot arribar a ser d'una gran complexitat.

■ 3.1.1. Comptador

La seva funció bàsica és comptabilitzar el volum d'aigua que es consumeix, a la vegada que la seva capacitat limita el cabal màxim de la instal·lació. És un element que podem trobar-nos ja instal·lat en el lloc on s'ha de realitzar la xarxa o en cas contrari s'ha de sol·licitar la seva instal·lació a la companyia d'aigües local.

Els cabals més usals dels comptadors en xarxes de distribució d'aigua urbanes oscil·len entre 1,5 fins aproximadament uns 12 m³/h. En un espai verd s'acostumen a instal·lar soterrats, ubicats en pericons de característiques ja estipulades per la companyia i després d'una clau de pas. Aquest darrer element determinarà el final de la xarxa que és propietat de la companyia i l'inici de la xarxa de reg de l'espai verd.

■ 3.1.2. Vàlvules

Les vàlvules són elements que s'incorporen a la xarxa de reg per tal de regular-ne el funcionament a través de la seva obertura o tancament. Aquesta obertura o tancament pot portar-se a terme de forma manual o automàtica.

3.1.2.1. Vàlvules manuals

Les més corrents són les vàlvules d'esfera, que poden tancar-se ràpidament i mitjançant un gir de 90°, tot i que en funció de les característiques de la instal·lació es poden trobar altres tipus de vàlvules com ara les de comporta (generalment dedicades a seccions grans de canonada i a l'aïllament de trams), de papallona (útils sobretot per a la regulació) o d'assentament.

3.1.2.2. Vàlvules automàtiques

Aquests tipus de vàlvules porten incorporat automatismes d'obertura i tancament, i funcionen segons consignes programades, les més usals són les electrovàlvules (bàsiques per a l'automatisme de la instal·lació, que tractarem en el punt 3.2), vàlvules reductores de pressió, de retenció (permeten el flux d'aigua només en un únic sentit) i les antisifòniques (s'empren per a l'evacuació o la introducció d'aire a les canonades). En determinats casos també podem trobar vàlvules hidràuliques (actuen mitjançant una senyal hidràulica, i conjuntament amb d'altres elements s'acostumen a fer servir per a la regulació de la pressió i el cabal) o vàlvules volumètriques (es tanquen quan ha passat un volum d'aigua programat).

■ 3.1.3. Filtres

S'utilitzen per tal d'evitar l'obturació dels emissors i solen ser necessaris només quan es rega amb aigües que no provenen de la xarxa d'aigua potable o quan l'emissor seleccionat és de reg localitzat. Si l'aigua procedeix de la xarxa d'aigua potable, cas en que només caldrà retenir algunes partícules d'origen mineral, el més comú és col·locar filtres de malla o anelles. Si l'aigua que s'utilitza presenta molts sòlids en suspensió pot efectuar-se un prefiltrat mitjançant un hidrocicló (que els elimina per centrifugació). Si es tracta d'una aigua que presenta partícules orgàniques el filtre més indicat és el de sorra.

La neteja dels filtres pot automatitzar-se mitjançant la inversió del flux d'aigua, operació que es pot fer de forma periòdica o quan es detecta una diferència de pressió fixada entre l'entrada i la sortida del filtre.

La mida i el nombre dels orificis dels filtres de malla o anelles es determina a partir de la mida del conducte de l'emissor i són comuns valors entre 125-300 micres i d'uns 120 mesh, i es recomana no excedir els 200 mesh.

■ 3.1.4. Grup de Pressió

El grup de pressió està format per la bomba, el motor i els accessoris d'aspiració i impulsió. És indispensable quan no disposem de suficient pressió o cabal per a fer funcionar la xarxa de reg, fet que a la pràctica només sol passar quan treballem amb grans superfícies o amb aigües que no procedeixen de la xarxa d'aigua potable. En aquests casos entra en escena forçosament un altre element, un dipòsit o bé un pou, ja que no hi ha la possibilitat de bombejar aigua directament de la xarxa.

Les bombes habituals destinades al reg són centrífugues (l'aigua és impulsada per un mecanisme que té un moviment rotatiu i surt en sentit perpendicular a l'eix de rotació). Aquestes bombes, en funció de la disposició de l'eix de rotació, es classifiquen en horitzontals, verticals i verticals submergides. Les bombes submergides s'utilitzen per a l'aspiració en pous profunds. Per a la resta de casos cal considerar que les bombes horitzontals acostumen a ser més barates i d'un manteniment més fàcil. Un gran avantatge de les bombes verticals és que ocupen menys espai horitzontal (ja que el motor es situa per sobre de la bomba) i que la bomba pot treballar submergida evitant problemes en l'aspiració.

En un espai urbà els motors que s'utilitzen són elèctrics, i ja ens els trobem units a la bomba formant un sol bloc, generalment s'alimenten amb corrent trifàsica i una tensió de 380/220 V. Per ajustar el funcionament del motor a les necessitats reals de treball de la bomba és freqüent l'ús de variadors de freqüència.

Els equips de pressió es poden accionar mitjançant un programador de reg (que és el més recomanable) o per demanda de la xarxa.

■ 3.1.5. Equips de fertilització

En alguns casos es pot instal·lar un dipòsit i un injector que permetin l'aplicació de fertilitzants, fitosanitaris o productes de neteja mitjançant l'aigua de reg. A la pràctica són però molt poc comuns en els espais verds.

3.2. ELEMENTS PER A L'AUTOMATITZACIÓ

■ 3.2.1. Programador

És l'equip que regula l'obertura i tancament de les electrovàlvules. Actuen d'acord a un temps o un volum prefixat i poden tenir diferents prestacions, com ara l'obertura de vàlvules mestres, l'activació de bombes, la utilització de sensors, la possibilitat de telegestió... Se'n troben models tant per endollar a la xarxa elèctrica, amb una alimentació a 220 V i tensió de treball a 24 V, com models amb alimentació per piles, amb una tensió de treball de 9 V.

El més recomanable sol ser la instal·lació de programadors elèctrics, que en un espai exterior cal ubicar-los protegits en l'interior d'armaris. Quan la connexió a la xarxa elèctrica és complexa, o es preveu que el reg només funcioni durant un curt període de temps, emprar programadors a piles, que generalment es col·loquen en l'interior de pericones, es justifica econòmicament.

■ 3.2.2. Electrovàlvules

Són vàlvules que permeten d'obrir o tancar el pas d'aigua mitjançant un senyal elèctric. Es componen d'un cos i una tapa de plàstic o de metall, membrana i solenoide. El solenoide converteix un senyal elèctric, de corrent alterna (solenoide 24 V i programador elèctric) o de corrent continu (solenoide de 9 V i programador a piles), en una acció mecànica mitjançant l'atracció que exerceix sobre un nucli de ferro quan es tanca el circuit elèctric. És aconsellable que permeti l'obertura manual per a poder posar en funcionament la instal·lació en cas d'avaría en la font d'alimentació.

L'elecció es fa en funció del cabal circulant, la pèrdua de pressió tolerable i les recomanacions del fabricant.

Parlem d'*electrovàlvula mestra* en cas que hi incorporem una electrovàlvula protectora de la instal·lació, que s'obre amb la primera electrovàlvula i es tanca amb la darrera.

■ 3.2.3. Sensors

Hi ha un ampli ventall de sensors que poden actuar sobre el programador de reg per tal d'ajustar les programacions a les condicions ambientals o de funcionament de la xarxa. Els més comuns són els de pluja (*mini-click*, cassoleta...) però n'existeixen d'altres com ara sensors de vent, tensiòmetres, cabalímetres...

Conjuntament amb la gestió centralitzada o la telegestió de les programacions, els sensors són eines imprescindibles per a la eficiència dels regs en els espais verds urbans.

■ 3.2.4. Cablejat

Connecten els programadors a les electrovàlvules, mitjançant un cable específic per a cada electrovàlvula i un de comú, o mitjançant 2 únics cables quan les electrovàlvules disposen de decodificadors i el programador ho permet. Les connexions que es realitzaran han de ser estanques i els cables compliran amb les característiques de protecció i d'aïllament segons la norma UNE 21031 o segons els propis requisits del fabricant.

Aquests cables s'estendran a través de tubulars corrugats de diàmetre mínim de 80 mm i a una fondària de 50 cm, i realitzant arquetes de registre al llarg del seu recorregut de manera que es pugui substituir el cable en cas que sigui necessari.

3.3. ELEMENTS PER A LA DISTRIBUCIÓ DE L'AIGUA

■ 3.3.1. Canonades

En el conjunt d'una instal·lació de reg les canonades es classifiquen entre les següents:

- Canonada principal: és la que porta l'aigua des del capçal fins a les canonades secundàries i és en la que es col·loquen les electrovàlvules.
- Canonades secundàries: són les que alimenten els sectors de reg.
- Canonada lateral o terciària: és la que porta muntats els emissors de reg.

Les canonades s'anomenen especificant el material, el diàmetre exterior i la pressió nominal. Disposen d'un codi de color en funció dels usos. Quan condueixen aigua potable s'identifiquen mitjançant una franja blava, en cas d'aigua regenerada la franja és de color morat i en cas d'aigua residual llueixen una franja verda.

El material més comú és el PE (Polietilè) i el PVC (policlorur de vinil), tot i que aquest darrer material cada cop s'utilitza menys degut a la seva rigidesa, fragilitat i als problemes ambientals que genera.

Les canonades de PE segons la seva densitat es distingeixen entre alta (PEAD, PE50, PE 80 o PE 100), mitjana (PEMD, PE 50B, PE 80) o baixa densitat (PEBD o PE 32, que poden ser destinades a un ús agrícola o alimentari). Les canonades més utilitzades pel reg d'espais verds són les de PEBD de 10 o 6 atm de pressió nominal.

Taula 1. Principals diàmetres de canonades per espais verds. Font: UNE 53-131 i UNE 53-112.

Diàm. exterior (mm)	Diàmetre interior (mm)					
	PEBD		PEAD		PVC	
	6 atm	10 atm	6 atm	10 atm	6 atm	10 atm
16	12,0	11,6	-	12,0	-	-
25	20,4	18,0	21	20,4	22,6	22
32	26,2	23,2	28	26,2	29,2	28,4
40	32,6	29,0	35,2	32,6	36,4	36
50	40,8	36,2	44	40,8	46,4	45,2
63	51,4	45,8	55,4	51,4	59,2	57
75	61,4	54,4	66	61,4	70,6	67,8
90	73,6	65,4	79,2	73,6	84,6	81,4
110	90,0	79,8	96,8	90	103,6	99,4
125	102,2	90,8	110,2	102,2	117,6	113

■ 3.3.2. Boques de reg

Són pericons amb una tapa, generalment enrasats a nivell del sòl i proveïts d'una vàlvula manual i d'un acoblament ràpid que permet la connexió d'una mànega. Poden estar normalitzats pel municipi o per l'entitat contractant, demanant-se generalment boques de reg compactes de fosa, amb ràcord tipus Barcelona i resistent al pas de vehicles.

3.4. EMISSORS

Els emissors són els dispositius que controlen la sortida d'aigua des de les canonades laterals. Aquests poden ser per a reg aeri, quan apliquen l'aigua en forma de pluja sobre tota la superfície que es rega, o per a reg localitzat quan apliquen l'aigua en punts concrets.

■ 3.4.1. Emissors de reg aeri

La principal classificació en aquests emissors es basa en si distribueixen l'aigua mitjançant un raig fix, en que parlem de *difusors*, o bé mitjançant un raig rotatiu, en que parlem d'*aspersors*. En aquesta classificació cal probablement incloure a part els dispositius coneguts com a *rotators*, ja que aquests tenen un cos de difusor al que s'aplica un broquet giratori.

Els emissors de reg aeri poden igualment dividir-se en emergents o no, fixos, mòbils o semimòbils.

Els emissors que més es fan servir per a espais verds urbans són fixos, emergents i del tipus aspersors de turbina, difusors o difusors de broquet giratori.

Les principals característiques dels emissors de reg aeri són les següents:

- Difusors: Amplades de 2 a 4 m, pressió ideal de 2 atm, pluviometries de 40 a 50 mm/h. Uniformitat orientativa 70 %.
- Difusors amb broquets giratoris: Amplades de 2 a 8 m, pressió de 2 a 4 atm, pluviometries de 10 a 20 mm. Uniformitat orientativa 75-80 %.
- Miniaspersors: Amplades de 4 a 8 m, pressió de 2 a 3,5 atm, pluviometries de 8 a 15 mm/h. Uniformitat orientativa 80 %.
- Aspersors de turbina: Amplades de 8 a 12 m, pressió de funcionament de 2,5 a 3,5 atm, pluviometries de 8 a 20 mm/h. Uniformitat orientativa 80 %.

Figura 1. Distribució d'aigua d'un aspersor, difusor i rotator (Autor imatges: Hunter).



■ 3.4.2. Emissors de reg localitzat

Podem classificar-los en degoters, canonades exsudants o inundadors.

Els més utilitzats són els degoters, sobretot les canonades amb degoters autocompensants integrats, tot i que en alguns casos es poden utilitzar també degoters punxats.

Les principals característiques de les canonades amb degoters integrats són: cabals dels degoters de 1,5 a 4 l/h, separació dels degoters de 30, 33, 40, 50 o 100 cm, pressió d'1,5 atm o d'1 a 4 atm si són autocompensants, pluviometria segons nombre de degoters per m² (de 2 a 25 mm/h). Uniformitat orientativa 90-95 %.

3.5. ALTRES ELEMENTS

■ 3.5.1. Elements de control i maniobra

En determinats punts de la instal·lació es poden posar manòmetres o altres aparells de mesura i control que indiquin l'estat de la xarxa. Així mateix, es poden posar vàlvules per la sectorització de trams de canonades.

■ 3.5.2. Vàlvules de rentat o descàrrega

Es col·loquen al final o al punt baix de la instal·lació per a poder fer un rentat o una descàrrega de la xarxa, poden ser automàtiques o manuals.

■ 3.5.3. Arquetes o pericons

És on habitualment es registren les vàlvules, la canonada, el cablejat, els programadors a piles i els filtres de petites dimensions. Per evitar danys deguts a vandalisme o pel pas de vehicles generalment són fabricats d'obra i porten tapes de fosa.

Les dimensions més usuales de les arquetes o pericons són de 60 x 60 cm quan inclouen electrovàlvules o de 40 x 40 cm si només es vol registrar el cablejat o una vàlvula de sectorització. Quan és necessari més espai, les arquetes es construeixen unides i la paret compartida es substitueix per una vigueta.

4. Criteris de disseny

4.1. SELECCIÓ DEL SISTEMA DE REG

Una de les primeres grans decisions en el moment de dissenyar un reg és determinar quin sistema de reg fem servir. El tipus de vegetació i les especificitats de l'espai verd que cal regar són condicionants molt importants en aquesta elecció i en la Taula 2 es pot observar les recomanacions fixades per les NTJ.

Taula 2. Idoneïtat dels sistemes de reg segons vegetació i espai verd. Font: NTJ 011

Tipus		Sistemes de reg automàtic		
de vegetació	d'espai verd	Aeri		Localitzat
		aspersió	difusió	degoteig enterrat
Àrees de gespa	Ús ornamental	●	●	○
	Ús esportiu	●		
	en talús	●	○	○
	prats	●		
Arbres i palmeres	Aïllats o en grups			●
	Viaris o d'alineació			●
Arbusts	Aïllats o en grups			●
	Tanques			●
	en talús			●
Plantacions herbàcies	en parterres	●	●	○
Jardineres i similars				●

● Idoni ○ Apte

Durant la selecció del sistema de reg caldrà preveure a més a més d'altres condicionants, per aquesta raó és important conèixer les avantatges i desavantatges de cadascun d'aquests sistemes i les característiques principals dels emissors (veure punt 3.4).

■ 4.1.1. Condicionants a considerar

4.1.1.1. Pluviometria màxima admissible del terreny

S'ha de considerar sobretot quan hem de regar en sòls argilosos o amb pendent, per tal d'evitar el malbaratament d'aigua que suposa realitzar uns regs que no s'infiltraran en el terreny, així com per evitar l'aparició d'escorrenties i l'erosió del sòl. Per això s'ha de comprovar que la pluviometria dels emissors seleccionats no superi els valors de la Taula 3. En cas que els superi s'haurà de valorar si s'ha de canviar el tipus d'emissor o de broquet.

Taula 3. Pluviometria (mm/h) màxima admissible segons tipus de sòl i pendent.
 Font: Fuentes (2003).

Classe de sòl	Pendent 0-5 %		Pendent 5-8 %		Pendent 8-12 %		Pendent > 12%	
	Amb vegetació	Sòl nu	Amb vegetació	Sòl nu	Amb vegetació	Sòl nu	Amb vegetació	Sòl nu
Sorra gruixuda de textura uniforme fins a 1,8 m.	50	50	50	38	38	25	25	12
Sorra gruixuda sobre subsòl més compacte	44	38	31	25	25	19	19	10
Sorrenc franc de textura uniforme	44	25	32	20	25	15	19	10
Sorrenc franc sobre subsòl més compacte	32	19	25	13	19	10	13	7,5
Llimós franc de textura uniforme fins a 1,8 m.	25	13	20	10	15	7,5	10	5,1
Llimós franc sobre subsòl més compacte	15	7,5	13	6,4	10	3,8	7,5	2,5
Argilós fort o argilós franc	5	3,8	3,8	2,5	3	2,0	2,5	1,5

4.1.1.2. Utilització d'aigües de baixa qualitat o regenerada

Els regs localitzats i sobretot els enterrats eviten riscos sanitaris quan s'utilitzen aigües no procedents de la xarxa d'aigua potable.

En condicions d'elevada salinitat el reg per degoters redueix la necessitat de rentats. Per contra, si les aigües que s'utilitzen són molt calcàries o tenen partícules en suspensió l'obturació dels emissors de reg localitzat serà més freqüent.

4.1.1.3. Condicions climàtiques

El vent pot arribar a ser limitador en els sistemes de reg aeri, sobretot quan mullen carrers i poden provocar accidents o molèsties. És aconsellable doncs no utilitzar emissors de reg aeri en rotondes o espais que puguin mullar fàcilment la zona de circulació de vehicles.

4.1.1.4. Condicions d'utilització

El reg localitzat enterrat pot ser útil en condicions de vandalisme o quan el temps disponible de reg és molt limitat, ja que en ser un reg que no afecta els usuaris es pot realitzar a qualsevol hora i en no ser visible no acostuma a ser vandalitzat.

En l'espai públic cal considerar que si la instal·lació de reg per degoters es deixa en superfície i no s'enterra és molt probable que es produeixin danys per animals i vandalisme.

4.1.1.5. Condicions econòmiques

En la majoria dels casos, el reg aeri és més econòmic tant pel que fa a la seva instal·lació com pel que fa al seu posterior manteniment. Les instal·lacions enterrades necessiten d'un manteniment més acurat degut al problema de l'entrada d'arrels als emissors, les obturacions, comprovacions de reg... A més, cal preveure que les reparacions que s'hagin de realitzar solen ser més complexes.

4.2. SELECCIÓ DEL TIPUS D'EMISSOR

Una vegada hem definit el sistema o sistemes de reg a utilitzar en l'espai verd, cal que concretem els tipus d'emissors així com les característiques específiques d'aquests (dades que obtindrem dels catàlegs dels fabricants).

■ 4.2.1. Emissors de reg aeri

Principalment es triaran els tipus d'emissors de reg aeri en funció de l'amplada i la regularitat de la zona a regar, però també caldrà preveure altres condicionants com poden ser la possibilitat de mullar zones no desitjades, el vent, el cabal disponible... Com a criteri bàsic general els aspersors són la millor elecció en zones amples i regulars i els difusors ho són per a zones petites i irregulars.

Per garantir una bona uniformitat de les pluviometries els emissors sempre es col·loquen solapats al 100 % (la distància entre emissors és igual al radi que mullen) i seguint una distribució en quadrat o triangle. En zones on són freqüents vents superiors a 3 m/s la separació entre emissors cal reduir-la seguint les recomanacions dels fabricants.

En zones irregulars, amb elements que obstaculitzen el reg o en els límits de les zones a regar, no sempre és fàcil d'aconseguir un bon solapament entre emissors, no obstant, sempre s'ha d'intentar garantir que qualsevol punt es mulla per almenys 2 emissors.

Un altre aspecte a considerar és que en els difusors els broquets tenen un cabal proporcional a l'angle que reguen, de manera que en un mateix sector és fàcil mantenir una uniformitat, però en els aspersors cal preveure que s'ha d'escollir un broquet que sigui proporcional a la superfície que rega (el broquet per a un aspersor que gira 360° ha de tirar el doble d'aigua que un que només gira 180°).

■ 4.2.2. Emissors de reg localitzat

En el reg localitzat, i tal com ja s'ha comentat anteriorment, principalment s'utilitzen canonades amb degoters autocompensants integrats, amb diàmetres exteriors de 16 o 17 mm. Per garantir el bon funcionament dels emissors cal col·locar un filtre a l'inici de la xarxa, vàlvules antisifòniques en la part més alta (si hi ha un desnivell que ho requereixi) i vàlvules de rentat al final de línia i dels punts baixos (que poden ser automàtiques o manuals). A més cal considerar el següent:

- Per garantir una bona uniformitat de les pluviometries s'hauran de seguir les recomanacions del fabricant pel que fa a la separació entre degoters i entre línies de canonades de degoters. Aquestes recomanacions varien en funció del tipus de sòl.

- ▶ Per al reg de masses d'arbusts sol ser una bona solució utilitzar canonades amb degoters autocompensants integrats amb una separació dels degoters de 30 - 50 cm i una separació entre línies de canonades de 50 cm.
- ▶ Les canonades amb degoters quedaran unides en el seu extrem final per una canonada col·lectora que tanqui el circuit, en el punt baix de la qual s'ubicarà la vàlvula de rentat.
- ▶ Les canonades amb degoters sempre s'estendran seguint el sentit de les corbes de nivell.
- ▶ Quan les canonades amb degoters integrats s'utilitzen per al reg d'arbrat sol ser recomanable que aquestes es col·loquin realitzant un anell obert d'1 m de diàmetre i al voltant del tronc.

La longitud màxima que podem utilitzar de canonades amb degoters autocompensants integrats la determinarem segons les dades facilitades pel fabricant. Aquestes solen ser entre 80 i 200 m, depenent de la pressió i del nombre i característiques del degoter.

4.3. DEFINICIÓ DELS SECTORS DE REG

Una vegada ja s'han seleccionat els emissors i aquests s'han distribuït per l'espai verd, cal agrupar aquells que regaran al mateix temps. Aquestes agrupacions s'anomenen *sectors de reg*.

Com a criteri general, aquests sectors es definiran a partir del cabal disponible i de l'agrupament d'emissors que reguen vegetació amb necessitats d'aigua similars. A més, cal considerar el següent:

- ▶ Quan no hi ha un subministrament d'aigua definit, com a limitador es sectoritzarà el reg de manera que, dins d'un racional nombre i mida dels sectors, es demandi el cabal més baix possible. A nivell de referència podem considerar que un carrer amb arbrat viari sol necessitar un comptador d'1,5 m³/h, una plaça petita de 3 m³/h, una plaça mitjana amb gespa de 6 m³/h i un espai verd gran de 12 m³/h.
- ▶ En el moment de sectoritzar s'uneixen els emissors que reguen zones amb demandes d'aigua molt similars (vigilant les zones amb ombra, punts baixos, ...) i que estiguin aproximadament a la mateixa corba de nivell.
- ▶ Mai s'han d'unir en un mateix sector de reg emissors de característiques diferents (aspersors amb difusors, degoters amb aspersors...).
- ▶ Per racionalitzar la instal·lació cal que intentem obtenir uns sectors de reg on els cabals demandats per cada sector siguin el més similars possible; tot i que això no és sempre possible per a tots els sectors, ja que en un espai verd és freqüent que calgui sectors de poc cabal per tal de regar arbrat o petits grups d'arbustiva i sectors amb un major cabal per al reg de gespes.

El cabal que demanda cada sector s'obté sumant el cabal que requereixen (segons les dades facilitades pel fabricant) tots els emissors que s'han agrupat en el mateix sector. Quan aquesta dada s'utilitzi per a la contractació d'un nou comptador d'aigua cal preveure que sempre cal deixar un marge de seguretat. Quan ja es disposa d'un comptador en l'espai verd, lògicament, el resultat d'aquesta suma ha de ser que el sector de màxima demanda requereix un cabal menor del que disposem.

4.4. CANONADES

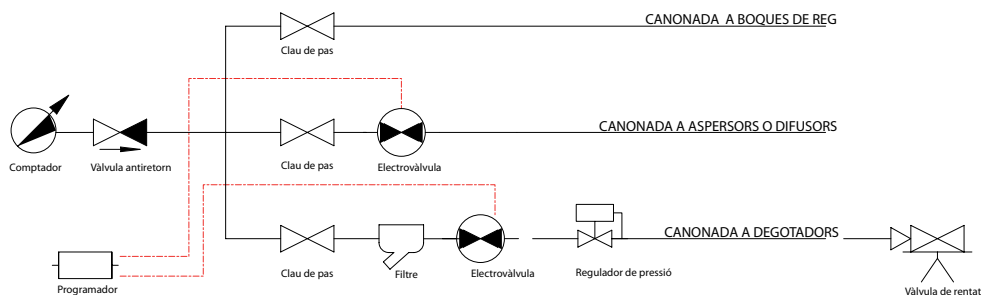
Definits els sectors de reg i els cabals que demanden, s'ha de definir el recorregut i la distribució de les canonades que han de transportar l'aigua des del capçal de reg fins els emissors. Per això cal considerar el següent:

- Quan es distribueixin les canonades en l'espai que ens disposem a regar s'intentarà que les canonades tinguin el mínim recorregut possible, tant per l'estalvi econòmic en la instal·lació que això suposa com per a disminuir pèrdues de càrrega.
- S'intentarà fer passar les canonades pel costat de les zones pavimentades (però no per sota), d'aquesta manera es facilita la posterior localització de les canonades, la detecció de fuites i es disminueix el cost de les reparacions.
- Quan calgui fer passar la canonada per sota de zones pavimentades, caldrà preveure la utilització de pericons de registre i la utilització de passatubs que garanteixin la substitució de trams de la canonada sense necessitat de trencar el paviment.
- Per tal de millorar la distribució de pressions al llarg de la xarxa sovint la realització d'un circuit tancat amb la canonada primària sol ser una bona solució.
- Per millorar la uniformitat del reg i optimitzar la secció de les canonades és preferible alimentar les canonades laterals pel mig en lloc de per un extrem.
- En el cas de xarxes de reg mitjanes o grans és recomanable posar a l'inici de la canonada primària una electrovàlvula mestra, en el cas de xarxes grans és a més recomanable posar vàlvules manuals per a l'aïllament de trams.
- Pel que fa a la profunditat de les canalitzacions, acostumen a ser recomanables de 60 cm per a la canonada principal i de 40 cm per a les secundàries i els laterals. Els laterals de reg amb degoters enterrats s'acostumen a situar a una profunditat màxima de 20 cm.

4.5. EL CAPÇAL DE REG I ALTRES ELEMENTS DE LA INSTAL·LACIÓ

A més de les canonades cal situar la resta d'elements que configuraran la xarxa de reg, que bàsicament es situaran en arquetes al llarg de la canonada primària i en el capçal. La distribució més habitual d'aquests elements és la que es mostra en la Figura 2.

Figura 2. Distribució d'elements en un capçal de reg



L'elecció del diàmetre de les vàlvules que es disposin en la instal·lació és independent del diàmetre de la canonada sobre la que es situen, ja que el diàmetre de les vàlvules es determina segons el cabal mínim i màxim que indica el fabricant i la pèrdua de càrrega admissible, de manera que pel seu dimensionat caldrà consultar les dades facilitades per aquest.

Si és necessària la col·locació de boques de reg, el criteri sol ser disposar-les cada 50 m, de manera que amb una mànega de 25 m es pugui arribar a qualsevol indret de l'espai verd. De totes maneres, la utilització d'aquests elements s'ha de valorar de forma crítica, ja que suposen un cost important i en molts municipis el seu ús s'ha substituït per camions cisterna amb aigua no potable.

5. Criteris de càlcul

5.1. CÀLCUL DEL TEMPS DE REG NECESSARI

Un dels limitadors en el moment de dissenyar un reg és el temps disponible de reg o el que s'anomena també *finestra de reg*. En els espais verds públics, quan es rega mitjançant un sistema aeri, sovint només es pot fer de nit, tant per a evitar molèsties als usuaris, com per a evitar danys per vandalisme o, fins i tot, per no acabar donant mala imatge a la ciutadania en cas que la instal·lació no funcioni correctament.

Per tal de comprovar que disposem de prou temps per realitzar el reg, cal que calculem els temps de reg màxims que requereix cada sector i comprovar que la suma de tots ells no és major al temps de reg disponible. En cas que ho sigui s'hauran de fer més grans els sectors, si és possible, o canviar els emissors seleccionats per uns de major pluviometria.

Per determinar el temps de reg per a cada sector de reg del jardí utilitzarem la següent fórmula:

$$\text{Temps de reg del sector (en hores)} = \frac{(E_{To} * K_j)}{Pr} / E_a$$

On: E_{To} és la evapotranspiració de referència en el mes de màxima demanda (mm).

K_j és la constant de jardí.

E_a és la eficiència d'aplicació, que es farà coincidir amb la uniformitat esperada expressant el valor en tant per 1 (degoters 0.9, aspersors 0.8 i difusors 0.7).

Pr és la Pluviometria de l'emissor de reg seleccionat en el sector (mm/h).

La K_j es determina a partir de la metodologia proposada per Costello *et al.*

$$K_j = K_s * K_d * K_{mc}$$

On: K_s és el factor espècie i pren els següents valors en funció de les necessitats hídriques d'aquestes (en la publicació de WUCOLS III hi apareixen 1300 espècies classificades):

ELEVAT	MODERAT	BAIX	MOLT BAIX
0,7-0,9	0,4-0,6	0,1-0,3	< 0,1

En el cas de les gespes, que són les principals consumidores d'aigua del jardí, prendrem com a valor de referència 0,95 per a les gespes *fredes* (*Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*...) i 0,79 per a gespes *càlides* (*Cynodon dactylon*, *Paspalum vaginatum*...).

Kd és el factor de densitat que depèn de la superfície de fulles i el grau de cobertura del terreny.

ELEVAT	MIG	BAIX
1.1-1.3	1	0.5-0.9

Els valors baixos són per a jardins joves o amb vegetació molt dispersa, els valors mitjans per a jardins densos amb una sola espècie o bé amb varies però una de predominant, i els valors elevats són per a jardins densos amb diferents tipus de vegetació i d'aspecte abundant.

Kmc és el factor microclima. Aquest factor procura reflectir les diferents condicions ambientals que es poden trobar en un jardí i que cal que considerem en determinar les necessitats de reg.

ELEVAT	MIG	BAIX
1.1-1.4	1	0.5-0.9

Aquests valors han estat adaptats per Fabregas *et al* i els valors migs són per aquelles condicions que reben poca influència del lloc i que serien molt similars a les condicions en que es determina la ETo. Els valors elevats els aplicariem en casos de zones molt exposades a forts vents, fonts properes de calor o altres condicions que suposin un augment de l'evapotranspiració. Els valors baixos s'associen als casos contraris, és a dir, a plantacions en cara nord, patis ombrívols o zones molt protegides.

Si del que es tracta és de calcular la necessitat real d'aigua de la vegetació en un moment determinat podem utilitzar la mateixa fórmula però considerant la Eto real i restant-li la pluja efectiva.

La pluja efectiva es defineix com la proporció d'aigua retinduda en la capa radical en relació amb la quantitat de pluja caiguda. La seva magnitud depèn de les característiques del terreny i de la precipitació. Es pot estimar en funció de la precipitació caiguda durant el mes (P):

Quan la precipitació és > 75 mm, $Pe = 0.8P - 25$

Quan la precipitació és < 75 mm, $Pe = 0.6P - 10$

5.2. Càlcul hidràulic

■ 5.2.1. Dimensionat de canonades

El principal criteri per al dimensionat de les canonades de reg es determina a partir de la velocitat màxima admissible de l'aigua, que segons la NTJ 011 no pot ser superior a 1,5 m/s en les canonades primàries ni a 2 m/s en les secundàries. Aquestes velocitats són uns límits de seguretat per evitar danys en la instal·lació i per evitar excessives pèrdues de pressió de l'aigua per fricció.

La manera bàsica per a la determinació del diàmetre de les canonades ve fixat per la següent fórmula:

$$Q = S \cdot V$$

On: Q = Cabal en m³/s
S = Secció interior de la canonada en m²
V = Velocitat de l'aigua en m/s

Fixant en la fórmula la velocitat de l'aigua màxima admesa, així com el cabal del sector de major demanda que ha de circular per la canonada, obtenim el diàmetre interior mínim de la canonada necessària, escollint sempre la d'un diàmetre comercial immediatament superior a l'obtinguda.

A nivell de referència les taules 4 i 5 mostren els cabals màxims que poden circular per diferents diàmetres de canonada a una velocitat d'1,5 m/s i 2 m/s (dades obtingudes a partir de les dades de diàmetres interiors de la Taula 1).

Taula 4. Cabals màxims (en m³/h) per a canonades primàries (v=1,5m/s).

Font: Elaboració pròpia

Diàam. exterior (mm)	Cabal màxim (m³/h) en canonades primàries					
	PEBD		PEAD		PVC	
	6 atm	10 atm	6 atm	10 atm	6 atm	10 atm
16	0,61	0,57	-	0,61	-	-
20	1,09	0,88	-	1,09	-	-
25	1,77	1,37	1,87	1,77	2,17	2,05
32	2,91	2,28	3,33	2,91	3,62	3,42
40	4,51	3,57	5,25	4,51	5,62	5,50
50	7,06	5,56	8,21	7,06	9,13	8,66
63	11,20	8,90	13,02	11,20	14,86	13,78
75	15,99	12,55	18,47	15,99	21,14	19,50
90	22,97	18,14	26,60	22,97	30,35	28,10
110	34,35	27,01	39,74	34,35	45,52	41,90
125	44,30	34,97	51,50	44,30	58,65	54,16

Taula 5. Cabals màxims (en m³/h) per a canonades secundàries (v=2m/s). Font: Elaboració pròpia

Diàm. exterior (mm)	Cabal màxim (m³/h) en canonades secundàries					
	PEBD		PEAD		PVC	
	6 atm	10 atm	6 atm	10 atm	6 atm	10 atm
16	0,81	0,76	-	0,81	-	-
20	1,45	1,17	-	1,45	-	-
25	2,35	1,83	2,49	2,35	2,89	2,74
32	3,88	3,04	4,43	3,88	4,82	4,56
40	6,01	4,76	7,01	6,01	7,49	7,33
50	9,41	7,41	10,95	9,41	12,17	11,55
63	14,94	11,86	17,36	14,94	19,82	18,37
75	21,32	16,73	24,63	21,32	28,19	25,99
90	30,63	24,19	35,47	30,63	40,47	37,47
110	45,80	36,01	52,99	45,80	60,69	55,87
125	59,06	46,62	68,67	59,06	78,21	72,21

La pressió nominal de les canonades de PE o PVC seleccionades cal que superi en 1,5 vegades la pressió de referència utilitzada pel disseny del projecte de reg, essent normalment les de PE de 10 atmosferes de pressió les més recomanables, sobretot per a les canonades primàries.

■ 5.2.2. Càlcul de pèrdues de càrrega

Una vegada seleccionats els diàmetres de les canonades cal comprovar que la pressió que demanda la instal·lació, en el sector més desfavorable, és menor a la disponible. Aquesta serà la que es determini al realitzar el sumatori de tots els elements inclosos en la Taula 6.

Taula 6. Sumatori de pèrdues de càrrega (en mca). Font: NTJ 01I

+ Pressió de funcionament requerida per l'emissor	
+ Pèrdues de càrrega de les canonades primàries	
+/- Desnivell canonades primàries	
+ Pèrdues de càrrega de les canonades secundàries i laterals i accessoris	
+/- Desnivell canonades secundàries i laterals	
+ Pèrdues de càrrega específiques (vàlvules i accessoris)	
+ Pèrdues de càrrega dels filtres	
Pressió necessària total	
- Pressió disponible de referència	
Diferència	

Quan la diferència obtinguda en la Taula 6 és menor a 0 cal canviar el disseny de la xarxa (canviant emissors o incrementant el diàmetre de les canonades, de manera que és necessari menys pressió), o valorar si s'ha d'incorporar un equip de bombament. Quan la diferència és superior a 0 cal valorar la necessitat d'instal·lar un reductor de pressió.

El càlcul de les pèrdues de càrrega de la xarxa de reg es realitzarà segons els punts que es desenvolupen a continuació.

5.2.2.1. Canonada Primària

El procediment universal per al càlcul de pèrdues de càrrega en una canonada és mitjançant la fórmula de Darcy-Weisbach i utilitzant el diagrama de Moody per a la obtenció del paràmetre f o coeficient de fricció.

Per al cas de les xarxes de reg d'espais verds, amb canonades de plàstic i de fins a 125 mm de diàmetre, es considera que aquestes operacions es poden simplificar i utilitzar únicament fórmules empíriques que serveixen per al règim turbulent llis, com és el cas de la fórmula de Blasius:

$$J = 0.00083 * D^{-4.75} * Q^{1.75}$$

On: J = pèrdua de càrrega unitària, expressada en mca per metre lineal de canonada

D = diàmetre interior en m

Q = Cabal en m³/s

Multiplicant el resultat obtingut per la longitud de la canonada primària n'obtindrem la seva pèrdua de càrrega lineal.

5.2.2.2. Canonada secundària i lateral

En les canonades secundàries i laterals, es dona el cas que són conduccions d'aigua amb sortides múltiples al llarg d'ella, uniformement espaiades i per les que es descarrega el mateix cabal. De manera que a mesura que l'aigua avança per aquestes canonades i troba una sortida es van reduint les pèrdues de càrrega. Per evitar haver de calcular les pèrdues de càrrega per cada tram on el cabal es manté constant, es calcula la pèrdua de càrrega per a tota la canonada igual que en el punt 5.2.2.1 i se l'hi aplica un coeficient reductor F (*Factor de Christiansen*).

D'aquesta manera, la pèrdua de càrrega en les canonades secundària i lateral s'obté a partir de la fórmula:

$$h = 1,1 * J * F * L$$

On: h = pèrdua de càrrega en la canonada secundària o lateral expressada en mca

J = pèrdua de càrrega unitària, expressada en mca per metre lineal de canonada

F = Factor de Christiansen que depèn del nombre de sortides i de la distància de la primera d'aquestes a l'origen de la canonada ($x = s$) o ($x = s/2$), on s és la separació entre sortides). Veure valors en Taula 7

L = Longitud de la canonada expressada en m

Taula 7. Valors de F per a canonades de PE segons nº de sortides (n) i distància amb la primera sortida (x). Font: Fuentes (2003)

n	x = s	x = s/2	n	x = s	x = s/2
1	1,000	1,000	11	0,410	0,382
2	0,650	0,532	12	0,406	0,380
3	0,546	0,455	13	0,403	0,379
4	0,497	0,426	14	0,400	0,378
5	0,469	0,410	15	0,397	0,377
6	0,451	0,401	16	0,395	0,376
7	0,438	0,395	17	0,393	0,375
8	0,428	0,390	18	0,392	0,374
9	0,421	0,287	19	0,390	0,374
10	0,415	0,384	20	0,389	0,373

Si la canonada és ascendent o descendent s'hauran de restar o sumar les diferències de cota entre l'inici i el final de la canonada.

Obtingut el valor de h, i considerades les diferències de cota, cal comprovar que la pèrdua de càrrega resultant en la canonada lateral o secundària no sigui superior al 20 % de la pressió de treball de l'emissor (el que suposa una diferència màxima de cabal del 10 % i per tant assegura una uniformitat en el reg). En el cas que no es compleixi cal canviar el diàmetre de la canonada seleccionada per un d'immediatament superior fins comprovar que es compleixi.

En el reg localitzat, si utilitzem canonades amb degoters autocompensants integrats, no cal realitzar aquestes comprovacions per la canonada lateral, ja que el fabricant ja ens indica les distàncies màximes de canonada que es poden utilitzar i la pressió necessària.

5.2.2.3. Accessoris i elements del capçal

Per al càlcul de la pèrdua de càrrega dels accessoris s'acostuma a considerar que representen el 10 % de les obtingudes en les pèrdues de càrrega lineals. Per a les canonades laterals i secundàries aquestes pèrdues de càrrega ja s'han considerat en la fórmula del punt 5.2.2.2., pel que només cal considerar-les per a la canonada primària.

Pel que fa al càlcul de les pèrdues de càrrega dels elements ubicats en el capçal, utilitzarem les dades que en faciliti el fabricant i que generalment s'expressen a partir del cabal. Si no es disposen d'aquestes dades, a nivell de referència es poden utilitzar les de la Taula 8.

Taula 8. Pèrdues de càrrega d'elements del capçal. Font: Fuentes (2003)

Aparell	Pèrdua de càrrega (mca)
Hidrocicló	2-6
Filtre de grava	2-4
Filtre de malla	1-3
Tanc de fertilització	1-4
Injector hidràulic	4-5
Injector venturi	5-20
Regulador de pressió	4-6
Vàlvula	1-3

■ **5.2.3. Dimensionat de la bomba**

En cas de que sigui necessària la utilització d'una bomba, aquesta es dimensiona a partir del cabal màxim i l'alçada manomètrica que necessita la nostra instal·lació. El cabal màxim correspondrà al del sector de major demanda, mentre que l'alçada manomètrica la obtindrem a partir de la següent fórmula:

$$H_m = H_a + H_i + H_t$$

- On H_m = Alçada manomètrica total
 H_a = Alçada d'aspiració
 H_i = Alçada de treball de l'emissor
 H_t = Pèrdues de càrrega totals de la instal·lació

Al seleccionar la bomba s'ha de comprovar, amb les corbes facilitades pels fabricant, que a l'alçada manomètrica necessària el cabal que subministra la bomba és suficient per tal d'alimentar la nostra instal·lació.

5.3. CÀLCUL ELÈCTRIC

Els càlculs elèctrics que requereix una instal·lació de reg són la secció del cable que uneix el programador i les electrovàlvules, així com les proteccions elèctriques necessàries.

■ 5.3.1. Càlcul de la secció dels cables

Per calcular la secció de cable necessari per a les electrovàlvules, s'ha d'escollir la secció mínima normalitzada que compleix els criteris de caiguda de tensió, a partir de la fórmula següent:

$$S = 0.036 * \frac{L * I}{e}$$

On: S = Secció en mm² del cable

L = Longitud del cable en m

I = Intensitat a l'arrencada del solenoide en Ampers

e = Caiguda de Tensió màxima en V

Com a criteri general es considera que la caiguda de tensió màxima admissible és del 20 % de la tensió d'obertura de la electrovàlvula, tot i que poden haver-hi fabricants que utilitzin com a criteri que és del 5 % o del 10 %, fet que s'haurà de consultar en cada cas.

Les seccions normalitzades de cable de coure que més s'utilitzen en els espais verds són les de 0,75 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 mm². A nivell de referència, a la Taula 9 es poden veure les longituds de cable màximes que es poden utilitzar per una caiguda de tensió de fins el 20 % i considerant un sol solenoide de 24 V que requereix 0,4 A per arrencar.

Taula 9. Distància màxima de cable segons secció (I=0,4A, e=4,8V). Font: Elaboració pròpia

	Secció del cable en mm ²				
	0,75	1	1,5	2	2,5
Longitud de cable màxima (m)	250	333	500	666	833

■ 5.3.2. Les proteccions

Es calcularà la potència màxima necessària de la instal·lació (1,8 cops la nominal) i escollirem el magnetotèrmic immediatament superior segons el catàleg. Cal comprovar que la intensitat màxima que pot suportar el conductor és superior a aquesta.

6. Bibliografia

- Fàbregas, X., J. Llorente i I. Pujol-Xicoy, (2006). *Bases per un sistema informàtic de gestió eficient de l'aigua de reg en jardineria i paisatgisme*. Conferència presentada a Barcelona el 16 de novembre de 2006.
- FUENTES, J. (2003). *Técnicas de Riego*. Ediciones Mundi-Prensa
- VV.AA. (2004). *Manual de Riego de Jardines*. Junta de Andalucía

WEBS (CONSULTA 16 DE FEBRER DE 2012):

- NTJ Normes Tecnològiques de Jardineria i Paisatgisme:
www.fjip-ntj.org
- APEVC (Documentació - gestió de l'aigua i reg):
www.apecv.cat
- Manual de Riego de Jardines.
<http://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/43251.html>
- Parcs i Jardins, Barcelona (documentació tècnica):
<http://www.parcсийardins.cat/>



VI

Àrees de jocs infantils i mobiliari



Conxi Barbero Vargas,
Enginyera tècnica agrícola

Eliseu Guillamon Villalba,
Enginyer tècnic agrícola

Índex Àrees de jocs infantils i mobiliari

1. Normativa d'aplicació	128
2. Els elements d'una àrea de jocs. Característiques i usos	129
2.1. Jocs infantils.....	129
2.1.1. Gronxadors	131
2.1.2. Tobogans	131
2.1.3. Tirolines.....	131
2.1.4. Carrussels	132
2.1.5. Balancins.....	132
2.1.6. Xarxes tridimensionals	132
2.1.7. Jocs de sorra, aigua, estàtics,...	132
2.2. Superfícies esmorteïdores.....	133
2.2.1. Sorra i ull de perdiu.....	133
2.2.2. Cautxú	134
2.2.3. Altres materials.....	135
2.3. Tancaments.....	136
2.4. Delimitacions de l'àrea de jocs	137
2.5. Senyalització.....	137
2.6. Altres elements	138
2.6.1. Aparells de gimnàstica per a la gent gran.....	138
2.6.2. <i>Skate parks</i>	139
2.6.3. Cistelles de bàsquet	140
2.6.4. Porteries.....	140
2.6.5. Taules de ping-pong	140
3. Criteris de disseny	141
3.1. L'àrea de joc	141
3.2. Valor lúdic i capacitat	142
3.3. Materials	142
3.4. El cas de la fusta recuperada	143
4. Certificacions.....	143

5. Documentació per a la recepció d'una àrea de joc.....	144
6. Mobiliari urbà.....	145
6.1. Bancs i cadires	145
6.2. Papereres	145
6.3. Fonts per a beure	145
6.4. Aparcabicicletes.....	146
6.5. Senyalització divulgativa	147
6.6. Baranes.....	147
7. Bibliografia	149

1. Normativa d'aplicació

En el moment de dissenyar una àrea de jocs a dins d'un espai públic, és molt important de contemplar la normativa existent i que ens afecta. D'altra manera no podríem garantir que l'espai compleix unes condicions adequades de seguretat i de salubritat o que l'àrea permet el joc dels menors, evitant riscos que perjudiquin la seva salut i integritat física.

La normativa d'aplicació, actualment, és la següent:

- UNE-EN 1176: 2009. *Equipamiento de las áreas de juego y superficies*. CTN: AEN/CTN 172/SC 3 - PARQUES INFANTILES. (BOE núm. 84, 7 d'abril de 2009).
- UNE-EN 1177: 2009. *Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impactos. Determinación de la altura de caída crítica*. CTN: AEN/CTN 172/SC 3 - PARQUES INFANTILES. (BOE núm. 84, 7 d'abril de 2009).
- UNE 147101: 2000 IN. *Equipamiento de las áreas de juego. Guía de aplicación de la norma UNE-EN 1176-1*. CTN: AEN/CTN 172/SC 3 - PARQUES INFANTILES (BOE núm. 69, 21 de març de 2000).
- UNE 147102: 2000 IN. *Equipamiento de las áreas de juego. Guía para la aplicación de la norma UNE-EN 1176-7 a la inspección y el mantenimiento*. CTN: AEN/CTN 172/SC 3 - PARQUES INFANTILES (BOE núm. 238, 4 d'octubre 2002).
- UNE 147103: 2001. *Planificación y gestión de las áreas y parques de juego al aire libre*. CTN: AEN/CTN 172 - PARQUES INFANTILES. (BOE núm. 136, 7 de juny de 2001).
- UNE 172001: 2004 IN. *Señalización de las áreas de juego*. CTN: AEN/CTN 172 - PARQUES INFANTILES. (BOE núm. 294, 7 de desembre de 2004).
- NTJ 13R: 1998. Higiene de les sorreres en àrees de jocs infantils.
- NTJ 09S: 1998. Sorreres en àrees de jocs infantils.

També cal tenir en compte:

- Decret 135/1995, de 24 de març, de desplegament de la Llei 20/1991, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques i d'aprovació del Codi d'accessibilitat.
- Orden VIV/561/2010, d'1 de febrer, *por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados*.

Les normes EN 1176 i EN 1177 han estat redactades pel Comitè Europeu de Normalització. Les normes UNE-EN són la versió oficial en espanyol de les normes europees, que van ser adoptades després de la seva aprovació per part de l'Associació Espanyola de Normalització i Acreditació, AENOR.

La normativa europea referent a les àrees de jocs infantils, per tant, està incorporada al cos normatiu espanyol, però no és d'obligat compliment, llevat que s'especifiqui en una norma jurídica com han fet alguns organismes, com per exemple:

- Decret 127/2001, de la Junta d'Andalusia, de 5 de juny, sobre *medidas de seguridad en los parques infantiles*.
- L'Ajuntament de Madrid va aprovar aquestes normes sobre instal·lacions i elements de jocs en parcs infantils mitjançant acord del plenari municipal, el 22 de novembre de 2001.

- ▶ Decret 245/2003, de la Xunta de Galicia, de 24 de abril, *por el que se establecen las normas de seguridad en los parques infantiles*.
- ▶ Ajuntament d'Oscar, mitjançant la *Ordenanza municipal de áreas verdes y arbolado urbano*. Aprovat per l'Ajuntament en Ple de 07/05/2003. B.O.P. HU. N° 175 de 31 de juliol de 2003. (Article 28. *Criterios generales de instalación, mantenimiento, gestión y uso de las áreas infantiles*).

Altres organismes tenen un plec específic pel disseny, la construcció, el manteniment i la gestió d'àrees de jocs infantils, com és el cas de Barcelona, Mérida, Masnou...

2. Els elements d'una àrea de jocs. Característiques i usos

2.1. JOCS INFANTILS

El joc és una activitat fonamental en el desenvolupament del nen, ja que afavoreix l'aprenentatge i la relació entre infants. Els jocs infantils són aparells que han de facilitar aquest joc, per això a vegades estan dirigits a nens de diferents edats. L'edat recomanada de cada element la determinen els fabricants i cal dir que l'actual norma UNE-EN 1176: 2009 defineix els elements de joc per habilitats i no per edat recomanada d'ús.

D'altra banda, la norma contempla que els elements de joc han d'oferir als usuaris uns riscos acceptables pel seu aprenentatge i diversió, però alhora els ha de protegir dels danys que no siguin capaços de preveure quan s'utilitzi l'equip correctament o d'una forma raonable. És per això que la protecció contra l'atrapament i contra les caigudes involuntàries són requisits molt destacats per la norma.

Per projectar una àrea de jocs és necessari tenir la informació adequada per tal de poder triar i distribuir els jocs segons les característiques i necessitats de l'àrea. Aquesta documentació l'ha de lliurar el fabricant o distribuïdor, en l'idioma del país on s'ha d'instal·lar l'element, i com a mínim serà la següent:

- ▶ Fitxa tècnica de l'element.
- ▶ Fitxa dels materials.
- ▶ Espai mínim necessari.
- ▶ Alçada de caiguda lliure.
- ▶ Requisits de la superfície.
- ▶ Grup d'edat a qui es destina.
- ▶ Funció lúdica i d'aprenentatge.
- ▶ Número d'usuaris que poden fer servir el joc a la vegada.
- ▶ Disponibilitat de subministrament de peces.
- ▶ Garantia dels materials i certificats de qualitat.
- ▶ Certificació de compliment de la normativa UNE-EN 1176, de cada element de joc.
- ▶ Manual d'instal·lació.

- Manual de funcionament.
- Manual d'inspecció.
- Manual de manteniment de l'equip.

Tots els jocs han de tenir el corresponent certificat d'homologació, que acredita que han estat fabricats en compliment amb les exigències de la norma. Aquests certificats han d'estar emesos per una entitat reconeguda per l'Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) o entitat equivalent.

Han d'estar construïts amb materials de bona qualitat, amb una gran resistència a la corrosió atmosfèrica, a l'atac químic i als esforços mecànics. Han de tenir una superfície sense incrustacions, esquerdes ni escrostonaments. S'han d'admetre relleus lleugers, depressions i estries, pròpies del procés de fabricació, sempre que no tinguin una fondària superior a 0,2 mm.

Els elements que continguin fusta han de trobar-se lliures de defectes, com ara estelles i nusos. A la vegada, és recomanable que aquests elements disposin d'un certificat de gestió forestal acreditat, com per exemple FSC (Forest Stewardship Council), DGQA (Distintiu de Garantia de Qualitat de la Generalitat de Catalunya), PEFC (Sistema Paneuropeu de Certificació forestal) o equivalent.

D'altra banda, en el moment de l'execució de l'obra, s'ha de tenir en compte que:

- Els jocs subministrats han de ser nous i han d'incloure totes les instruccions necessàries per la seva correcta instal·lació, en l'idioma del país on s'ha d'instal·lar, així com dels corresponents certificats.
- Els jocs han d'anar identificats amb una placa o distintiu on consti el nom i la direcció del fabricant, la referència de l'element, l'any i el número de fabricació i la data de la norma vigent. És aconsellable que, en aquesta placa o distintiu, s'afegeixi l'edat d'ús recomanada pel fabricant i el número d'usuaris que poden fer servir l'equip a la vegada.
- El muntatge dels jocs s'hauria de portar a terme, preferentment, per part del fabricant o per muntadors especialitzats.
- Els jocs han d'estar totalment preparats per a ser col·locats horitzontalment, independentment del pendent del paviment de la zona de joc, han de tenir la marca de la línia del terra (cota 0).
- Cal respectar les distàncies de seguretat entre els diferents elements que formen part d'una àrea de jocs. No es poden solapar les àrees de seguretat entre dos elements amb moviment forçat o entre un amb moviment forçat i un altre estàtic.
- La distància mínima entre dos elements estàtics ha de ser d'1,5 m.
- Els fonaments dels jocs no han de presentar riscos d'ensopegades o impactes. Segons la norma UNE-EN 1176-1, quan van instal·lats sobre paviments disgregats, si el fonament és arrodonit la distància fins a la superfície ha de ser com a mínim de 20 cm, en cas contrari la distància hauria de ser de com a mínim de 40 cm.

Existeixen diferents tipologies de jocs: estàtics, dinàmics i la combinació d'aquests dos en forma d'estructura. Les parts de la norma UNE-EN 1176 de la 2a. a la 6a. i l'11a. recullen els requisits de seguretat i mètodes d'assaigs addicionals específics dels diferents tipus d'equips: gronxadors, tobogans, tirolines, carrussells, balancins i xarxes tridimensionals.

■ 2.1.1. Gronxadors

La norma UNE-EN 1176-2 defineix diferents tipus de gronxadors, amb un o varis eixos de rotació, amb un punt de suspensió o de contacte múltiple. A més, es fabriquen amb diferents tipus de seients: plans, plans amb barra limitadora, bressol, pneumàtic, cistella i adaptat. També s'ha de preveure el següent:

- ▶ Els gronxadors necessiten, per la seva àrea de seguretat i perquè és un element amb molt de moviment, un gran espai a dins de l'àrea de jocs. És per això que s'ha de tenir en compte la superfície de la qual es disposa.
- ▶ Els gronxadors s'han d'ubicar, preferentment, apartats de les portes i situats en una cantonada de l'àrea, per tal d'evitar possibles impactes amb els usuaris quan el gronxador està en moviment.
- ▶ L'actual norma permet barrejar en el mateix gronxador un seient bressol amb un seient pla.
- ▶ La norma indica la distància lliure que hi ha d'haver entre la part inferior del seient i el terra. Aquesta varia depenent del tipus de seient, 35 cm com a mínim en els plans en repòs i en els d'un punt de suspensió de mínim 40 cm en repòs.
- ▶ És recomanable que la distància entre la tanca, o qualsevol altre tipus d'element de l'àrea de jocs, i el lateral del seient del gronxador sigui d'1,5 m com a mínim.

■ 2.1.2. Tobogans

Hi ha diferents tipus de tobogans, segons la norma UNE-EN 1176-3: ondulats, integrats en el relleu, combinat helicoidal, corbs, autoportants, túnel, túnel combinat i multipistes. En tots ells s'ha de considerar el següent:

- ▶ S'han de col·locar amb la rampa de descens orientada entre el nord-est i el nord-oest per tal d'evitar un escalfament excessiu provocat pels raigs del sol.
- ▶ Es considera que a la secció de sortida del tobogan l'usuari no pot parar quan vol, és per això que el paviment de seguretat que s'ha d'instal·lar a la sortida ha de ser el corresponent a l'alçada de caiguda d'1 metre.
- ▶ La norma indica quina ha de ser l'alçada del final de la secció del tobogan, segons la longitud de la rampa de descens.

■ 2.1.3. Tirolines

Les tirolines són elements que necessiten molt d'espai per a la seva àrea de seguretat i pel seu moviment, és per això que cal tenir molt en compte la superfície de la qual es disposa, a més del següent:

- ▶ S'han d'ubicar, a dins de l'àrea de jocs, apartades de les portes i situades en una cantonada, per mirar d'evitar possibles impactes amb els usuaris quan l'element està en moviment.
- ▶ La distància mínima que ha d'haver-hi entre els cables de dos tirolines en paral·lel és de 2 metres.
- ▶ La velocitat màxima del carro de desplaçament no pot ser superior a 7 m/s.
- ▶ La distància que hi ha d'haver entre la part inferior del seient i el terra varia depenent de si es tracta d'un seient o bé d'un agafador rígid o no rígid.

- Cal que el fabricant faciliti la informació específica per cada tirolina, tant pel disseny com per a la instal·lació i el manteniment d'aquests elements.
- És necessari en el moment de dissenyar i instal·lar una tirolina, disposar de la informació topogràfica de l'espai on es vol situar.

■ 2.1.4. Carrussells

Existeixen diferents tipus de carrussells: de cadires rotatòries, clàssic, bolets rotatoris o barres de desplaçament penjants, de recorregut prefixat, discos rotatoris gegants. Per dissenyar un espai amb aquest tipus d'elements cal tenir en compte:

- L'espai de caiguda i l'espai lliure en els carrussells és el mateix.
- L'espai lliure als costats i per sobre del carrussell ha de ser de 2 m com a mínim.
- La velocitat de rotació no pot ser superior a 5 m/s.

■ 2.1.5. Balancins

Els balancins quasi sempre són presents a les àrees de jocs. N'hi ha de diferents tipus, com per exemple les anomenades *molles d'un usuari* i balancins per a dos o més usuaris. Aquests elements poden tenir diferents tipus de moviments, com ara unidireccionals, multidireccionals o rotatius.

L'actual norma UNE-EN 1176-1 obliga a que els elements amb una alçada de caiguda inferior a 60 cm i amb moviment forçat tinguin paviment esmorteïdor en tota l'àrea de seguretat.

■ 2.1.6. Xarxes tridimensionals

Les xarxes tridimensionals poden ser piràmides, hamaques, xarxes planes retorçades una sobre l'altra...

La norma UNE-EN 1176 recull els requisits de seguretat addicionals específics d'aquests tipus d'elements, com ara la protecció en les caigudes en les xarxes tridimensionals, mida de la malla, protecció davant lesions en l'espai de caiguda, elements convergents, el marcatge de l'element i dels assaigs específics que s'han de portar a terme...

■ 2.1.7. Jocs de sorra, aigua, estàtics,...

La norma UNE 147103:2001 defineix uns requisits sobre els jocs de sorra i fang, els jocs amb aigua i jocs de pilota, entre d'altres tipus.

Pel que fa als jocs de sorra i fang, la norma indica que han d'estar ubicats en espais parcialment ombrívols i protegits del vent. Entre d'altres aspectes, especifica també que cal preveure l'evacuació de l'aigua en aquests espais.

Si s'utilitzen equipaments de jocs d'aigua, aquests han d'estar connectats a la xarxa d'aigua potable i a la xarxa de clavegueram.

Si cal fer làmines d'aigua, no han de tenir una profunditat superior a 40 cm i s'ha de poder entrar i sortir amb facilitat.

Altres tipus d'equipaments de jocs serien, per exemple, els jocs de taula, de música, jocs de traça verticals o horitzontals, sorrals, casetes, etcètera, coneguts com a *jocs estàtics*.

Alguns d'aquests elements tenen mecanismes que fa que no sigui aconsellable d'instal·lar-los sobre paviments sense cohesió, ja que es poden espatllar amb el contacte amb partícules del paviment.

2.2. SUPERFÍCIES ESMORTEÏDORES

Són els paviments que s'han d'instal·lar sota els elements de joc amb una alçada de caiguda superior a 60 cm i a tots els elements amb moviment forçat. Tenen les següents característiques principals:

- ▶ Han de cobrir la totalitat de l'àrea d'impacte.
- ▶ No han de presentar arestes ni materials perillosos.
- ▶ El seu gruix dependrà de l'alçada de caiguda específica de cada equipament de joc i del material esmorteïdor que es faci servir.
- ▶ El paviment de les àrees de joc es pot realitzar pensant en que esdevingui un altre element de joc.

Els paviments esmorteïdors poden ser de diferents tipus, els principals dels quals es descriuen a continuació.

■ 2.2.1. Sorra i ull de perdiu

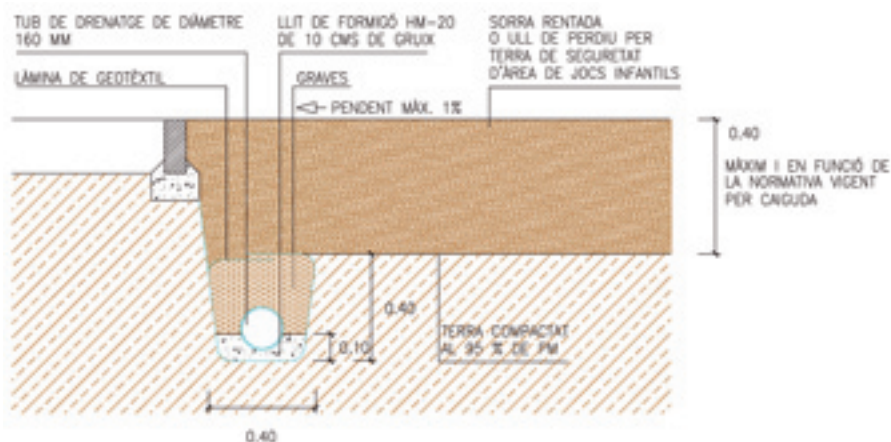
La sorra que es fa servir com a paviment esmorteïdor ha de ser rentada i sense partícules de fang o argil·loses. Amb una mida de partícules entre els 0,2 i 2 mm i amb una barreja de grans homogènia.

L'ull de perdiu ha de ser rodó i rentat, de dimensions entre 2 i 8 mm i amb una barreja de partícules homogènia.

Segons la norma UNE-EN 1176-1, el gruix mínim de paviment (de sorra o d'ull de perdiu) per a un element amb una alçada de caiguda lliure menor o igual a 2 metres ha de ser de 20 cm. Per a un element amb una alçada menor o igual a 3 metres ha de ser de 30 cm. Cal tenir en compte que, com a mínim, és necessari d'afegir 10 cm més de gruix per compensar el desplaçament de les partícules.

La superfície del paviment amb sorra ha de ser horitzontal i amb un pendent màxim d'1%, amb el material disgregat, homogeni i sense clots. El límit que envolti la sorra ha d'evitar que el material s'escampi fora i se n'ha de preveure un drenatge correcte.

Figura 1. Esquema per a la realització de superfícies esmorteïdores de sorra o ull de perdiu



■ 2.2.2. Cautxú

El paviment de cautxú pot ser en lloseta o continu. La norma UNE-EN 1176-1 no defineix quin és el gruix mínim per les diferents alçades de caiguda crítica d'aquest material. Aquestes dades les ha de donar el fabricant, mitjançant l'assaig d'alçada de caiguda crítica (HIC) conforme a la norma UNE-EN 1177. És un paviment que es pot col·locar sobre una base de formigó, d'asfalt o sobre una base granular compactada (segons el fabricant).

Les llosetes estan compostes de cautxú reciclat triturat, pigments i un lligant. S'instal·len enganxant-les entre si, entre les juntes i per la base. Hi ha llosetes de diferents gruixos, segons l'alçada de caiguda crítica (HIC), així com de diferents colors. Són poroses i disposen d'un sistema de drenatge en la part inferior per a l'evacuació de l'aigua. Poden tenir diferents formes, quadrades, rectangulars o en forma bisellada, utilitzant-se aquesta darrera com a peça perimetral.

El paviment de cautxú continu ha de ser porós i sense juntes, s'ha d'instal·lar *in situ* en diversos gruixos depenent de l'alçada de caiguda de cada element de joc i està format per:

- Capa d'imprimació.
- Base de goma de cautxú negre reciclat (SBR), barrejat amb un lligant. Pot tenir diferents mides segons el fabricant. El gruix d'aquesta capa varia segons l'alçada de caiguda.
- EPDM (grànuls acolorits de goma de diferents mides, segons el fabricant) de 10 o 20 mm de gruix. Aquesta capa també es barreja amb un lligant. L'aspecte final és granular i amb porositat, l'EPDM pot tenir diferents colors, segons el pigment, i permet de realitzar-hi molts tipus de dibuix.

Per a la realització d'un paviment de cautxú continu cal tenir en compte el següent:

- La instal·lació s'ha de fer amb personal amb experiència, ja que si no és probable que puguin aparèixer fissures, esquerdes, pèrdua de la intensitat del color, diferents tonalitats per a un mateix color,...

- ▶ Cal assegurar-se que el material és de qualitat.
- ▶ Cal tenir en compte les condicions meteorològiques, ja que només pot instal·lar-se en un determinat rang de temperatures i sense pluja.
- ▶ S'ha de garantir l'evacuació de l'aigua per tal d'evitar que es podreixi. Si el cautxú està anivellat amb la superfície que l'envolta, s'ha de construir un drenatge per sota del cautxú i connectar-lo a la xarxa de clavegueram. Si el cautxú està per sobre del paviment que l'envolta, com aquest material és permeable, s'haurà de garantir l'evacuació de l'aigua per sota del cautxú cap als embornals que es projectin o als ja existents.
- ▶ El fabricant d'aquest material ha de lliurar els certificats corresponents dels assaigs efectuats per a la obtenció del HIC depenent del gruix del material, i segons les especificacions de la norma UNE-EN 1177.
- ▶ Val a dir que el rendiment d'aquest material pot variar segons les condicions ambientals, com per exemple les gelades.

Figura 2. Àrea de jocs amb paviment esmorteïdor de cautxú



■ 2.2.3. Altres materials

La norma UNE-EN 1176-1 inclou la gespa, l'escorça i els encenalls de fusta com a altres materials esmorteïdors. A la vegada que defineix les alçades de caiguda crítiques associades a aquests materials.

No obstant, per les dificultats del seu manteniment posterior, no acostumen a ser materials recomanables.

2.3. TANCAMENTS

La norma UNE 147103 fa referència a la delimitació de les àrees de jocs infantils. Quan les àrees de jocs estan a prop de carrers, pendents, zones d'aparcament, entre d'altres perills, és obligat de tancar-les. Aquest tancament pot ser mitjançant vegetació, tanques de fusta o metàl·liques, o qualsevol altre element que compleixi amb l'apartat de riscos d'atrapaments, sortints i cantonades, així com amb els requisits d'estabilitat estructural continguts en la norma.

Cal que aquests tancaments no puguin ser creuats amb facilitat, i si són de vegetació s'haurà de tenir en compte que les plantes no siguin perilloses ni tòxiques.

Altres aspectes que cal tenir en compte amb els tancaments són:

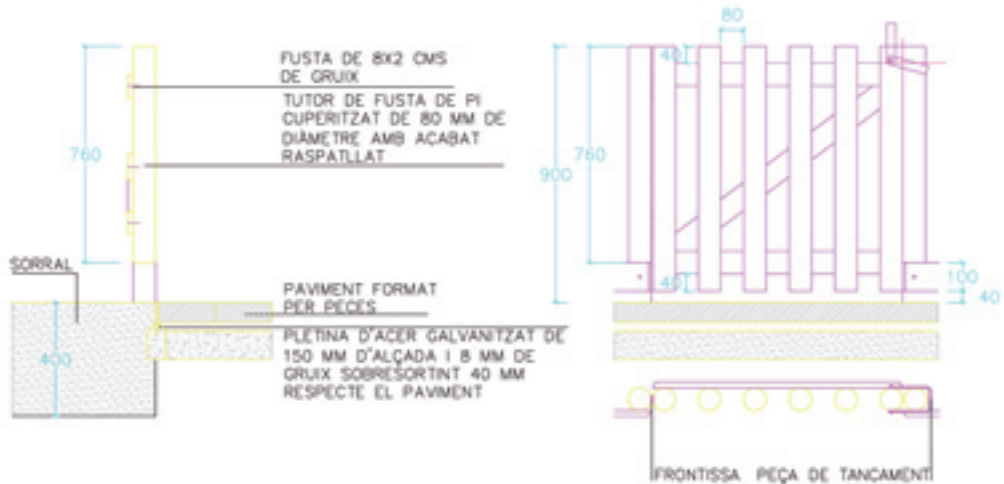
- Han de ser estables i no escalables. Amb una alçada mínima de 80 cm i amb una sortida com a mínim. La porta ha de tenir una amplada mínima lliure de pas de 90 cm i no ha d'envair cap àrea de seguretat dels elements de joc.
- Preveure tancament a les àrees per a nens menors de 6 anys i les que tinguin qualsevol punt del seu perímetre a menys de 15 metres de la calçada (en el Decret 127/2001, de la Junta d'Andalusia, i en el Decret 245/2003, de la Xunta de Galícia, s'estableix a menys de 30 metres de la calçada).
- Els materials emprats han de ser de primera qualitat. Si la tanca és de fusta, ha d'estar lliure de defectes i s'ha d'acreditar el certificat de gestió forestal.
- Tots els cantells de la tanca han de ser arrodonits. Si és necessari, el sòcol anirà arranat a nivell de terra. El conjunt de la tanca ha de complir amb els requisits referits a l'atrapament, sortints i cantells de la norma.

Els principals tipus de tancaments emprats són:

- Tanca de fusta de pi tractada, cuperitzat-autoclau, o metàl·lica de 2 m de longitud, en muntants d'una alçada mínima de 0,8 m i lames verticals separades entre elles per 9 cm. Les lames estan subjectades per dos llistons horitzontals. La distància del llistó superior de la tanca amb la part superior de les lames ha de ser inferior a 4 cm.
- Tanca formada per troncs independents cilíndrics o quadrats de fusta de pi tractada, cuperitzat-autoclau, o metàl·lica, amb una alçada mínima de 80 cm. Amb tots els cantells superiors arrodonits. Col·locats a topall i encastats 55 cm aproximadament en fonament amb tac químic o de formigó. El diàmetre mínim de cada element ha de ser de 8 cm.

Les portes dels tancaments han de tenir com a mínim 90 cm d'amplada lliure de pas. Han d'estar integrades per lames, travessers o elements iguals que els de la resta de la tanca, subjectades per frontisses anti-atrapament d'acer galvanitzat i amb una balda per tancar l'àrea. La balda de la porta també ha de complir amb els requisits de sortints i cantells que determina la normativa.

Figura 3. Detall d'un tancament



2.4. DELIMITACIONS DE L'ÀREA DE JOCS

A banda dels tancaments citats anteriorment, és possible delimitar les àrees de jocs mitjançant altres tipus de materials que es poden instal·lar sols o conjuntament amb les tanques. Aquests límits no poden envair cap àrea de seguretat dels elements de joc.

Els materials que cal fer servir han de ser de primera qualitat, amb els cantells arrodonits i el conjunt ha de complir amb els requisits referits a l'atrapament, sortints i cantells que determina la normativa. Els materials més utilitzats són:

- ▶ Fusta: rolls tornejats i travesses ecològiques de fusta.
- ▶ Formigó: peces prefabricades amb les arestes arrodonides.
- ▶ Xapa metàl·lica: aquest tipus d'element cal que estigui totalment arranat amb el paviment, i quan s'instal·la conjuntament amb una tanca ha de quedar instal·lat per la banda de fora de l'àrea de jocs.
- ▶ Cautxú.

2.5. SENYALITZACIÓ

La norma UNE-EN 1176-7 recomana que es senyalitzin les àrees de jocs infantils i enumera la informació que haurien de tenir els cartells.

La norma UNE 172001:2004 IN amplia aquesta informació definint uns requisits mínims sobre la senyalització a les àrees de jocs.

Les senyalitzacions s'han d'ubicar a prop dels accessos de les àrees delimitades. Si aquesta té més d'una porta, i no fos possible de senyalitzar-les totes, cal instal·lar el cartell a l'accés més visible. Si l'àrea no està definida, cal instal·lar el cartell a l'espai més visible.

La informació dels cartells en les àrees de jocs ha de tenir inscripcions i/o pictogrames que donin com a mínim la següent informació:

- Edat recomanada de l'àrea de jocs.
- Número de telèfon del servei de manteniment.
- Número de telèfon del servei d'emergències.
- Prohibició de l'entrada als animals de companyia, excepte gossos pigall.
- Indicació que l'ús correcte dels elements de joc queda sota la responsabilitat de pares i acompanyants adults.
- Indicació que els menors de 3 anys han d'estar acompanyats i supervisats per un adult.
- Indicació que està prohibit fumar a dins de les àrees de jocs.
- Indicació que s'ha de mantenir l'espai net.

Aquesta informació ha de ser clara i comprensible i el format del cartell haurà de complir amb els requisits referits a l'atrapament, sortints i cantells continguts als apartats 4.2.5 i 4.2.7. de la Norma UNE-EN 1176-1, així com amb els requisits d'estabilitat estructural continguts en l'apartat 4.2.2.

Altres tipus de senyalització que recomana la norma UNE 172001:2004 IN són la informació addicional sobre l'ús correcte del joc o que tots els equips estiguin marcats amb l'edat d'ús recomanada pel fabricant.

En el moment d'instal·lar un cartell, també s'ha de tenir en compte el codi d'accessibilitat i la indicació que l'alçada lliure d'obstacles cal que sigui de 210 cm o bé disposar d'un element de protecció identificable en aquells llocs on l'alçada lliure sigui inferior. A partir de l'ordre ministerial VIV/561 aquesta alçada ha quedat incrementada en 10 cm.

2.6. ALTRES ELEMENTS

■ 2.6.1. Aparells de gimnàstica per a gent gran

Els aparells de gimnàstica per a la gent gran són d'introducció recent en els espais públics, però el seu nombre s'ha incrementat ràpidament. Aquestes àrees de gimnàstica fomenten la pràctica regular d'exercici a l'aire lliure i estan dissenyades per a què siguin fàcils d'utilitzar.

No existeix una norma específica per a aquests aparells, és per això que molts fabricants han construït i han certificat aquests elements en compliment amb la norma UNE-EN 1176.

En el moment de dissenyar un espai amb aquests elements, s'aconsella senyalitzar-los amb cartells informatius que continguin inscripcions i/o pictogrames que donin com a mínim la següent informació:

- Indicació expressa que s'han de seguir les instruccions consignades en cada aparell (la majoria dels fabricants senyalitzen cada element de joc amb les instruccions d'ús necessàries).
- Indicació que l'ús correcte dels elements de joc queda sota la responsabilitat dels usuaris.

- » Indicació expressa que cal consultar el metge abans de fer els exercicis.
- » Prohibició de l'ús dels aparells als menors de 12 anys o fora de l'edat recomanada pel fabricant.
- » Prohibició de l'entrada als animals de companyia.
- » Número de telèfon del servei de manteniment.
- » Número de telèfon del servei d'emergències.

D'altra banda, considerant les normatives d'accessibilitat, cal que aquest cartell estigui situat per sobre dels 2,20 m.

Figura 4. Àrea de gimnàstica per a la gent gran



■ 2.6.2. Skate parks

Són les instal·lacions per a la pràctica del patinatge, que requereixen d'un paviment lliscant dur, com ara el formigó, i que es poden trobar dins d'un espai verd, en instal·lacions esportives o en recintes específics.

La seves especificacions pel que fa a la mida del terreny necessari i a l'orografia requerida fan que no sigui fàcil d'integrar en un espai verd de mides mitjanes o petites.

Estan regulades per la norma UNE-EN 14974:2006+A1:2011, *Instal·lacions para usuarios de equipos de deportes sobre ruedas. Requisitos de seguridad y métodos de ensayo*, i es consideren instal·lacions esportives.

N'hi ha de molts tipus de materials, de fusta premsada, de xapa metàl·lica, de formigó prefabricat, de formigó de polímers, de fabricades *in situ* amb un formigó especial, etcètera. Cada material i cada acabat té diferent grau d'acceptació entre les diferents especialitats de patinadors.

Per a la seva correcta ubicació, es recomana que no es trobin en llocs de pas de grans espais i que no es situïn en espais de mida limitada, ja que aquestes instal·lacions no són massa compatibles amb la resta d'usos dels espais verds.

■ 2.6.3. Cistelles de bàsquet

Com la resta dels elements esportius estan regulats per la normativa d'equipaments esportius. En concret, per la norma UNE-EN 1270/2006 *Equipos de campos de juego. Equipos de baloncesto. Requisitos funcionales y de seguridad. Métodos de ensayo.*

Aquests elements es troben, freqüentment, en els espais verds de manera aïllada, sense formar una pista de joc esportiu, però es recomana que es reservi la seva instal·lació per a les pistes de joc esportiu, siguin o no reglamentàries.

Són elements no massa compatibles amb d'altres jocs esmentats, per la qual cosa cal no ubicar-los conjuntament.

■ 2.6.4. Porteries

Les que es solen instal·lar en espais públics estan regulades com a elements esportius per la norma UNE-EN 749:2004/AC:2006 *Equipos de campos de juego. Porterías de balonmano. Requisitos de seguridad y funcionales, métodos de ensayo.*

Aquests elements es poden instal·lar en els espais verds, però es recomana que es reservin únicament per a les pistes de joc esportiu, siguin o no reglamentàries.

Igual que les cistelles de bàsquet, no són elements massa compatibles amb d'altres jocs esmentats, per la qual cosa no s'han d'ubicar conjuntament.

■ 2.6.5. Taules de ping-pong

Les taules de ping-pong són un cas similar a la resta d'elements esportius, però les seves petites dimensions i les seves limitades necessitats d'espai fan que siguin molt utilitzades en els espais verds, sense distinció de zones d'ús.

Es regulen per la norma UNE-EN 14468-1: 2005: *Tenis de mesa. Parte 1: Mesas para tenis de mesa, requisitos funcionales y de seguridad, métodos de ensayo.*

Cal afegir que la norma UNE 147103:2001 fa referència als jocs de pilota en general i defineix uns requisits mínims, com per exemple que les superfícies per a aquest tipus d'elements necessiten tenir unes dimensions adequades segons la seva funció o que han d'estar separades de les superfícies transitades amb xarxes d'uns 4 metres d'alçada, entre d'altres.

3. Criteris de disseny

3.1. L'ÀREA DE JOC

Les àrees de joc s'han de situar en llocs segurs, tant per als usuaris de l'àrea com per als usuaris de l'espai públic.

Hi ha espais que poden convertir-se en segurs mitjançant un tancament adequat, ja sigui artificial o natural. En canvi, hi ha d'altres espais que no poden esdevenir àrees de jocs, per més que posem vorades, límits o tanques; són espais amb un elevat desnivell, de pas freqüent de la gent, amb intens trànsit de vehicles...

També hi ha espais que no poden contenir elements de joc per les seves escasses dimensions o característiques estètiques. Com per exemple en nuclis antics, jardins petits, espais catalogats d'interès cultural, etcètera.

Quan dissenyem una àrea de jocs cal pensar en que l'espai tingui ombra a l'estiu i que a l'hivern sigui assolellat. Així com que la vegetació que s'utilitzi dins l'àrea i la que es trobi al voltant no sigui tòxica ni perillosa.

Figura 5. Àrea de jocs amb vegetació i tancament pel trànsit proper de vehicles



3.2. VALOR LÚDIC I CAPACITAT

A banda de tots els aspectes normatius, el sentit comú, etcètera, també cal tenir en compte el valor lúdic i la capacitat pròpia de cadascun dels elements de jocs, així com del conjunt de l'àrea. Per això cal considerar el següent:

- L'agrupació d'elements per a grups d'edats molt diferents en espais petits pot portar a problemes de convivència.
- És important elaborar un estudi previ dels usuaris teòrics de l'àrea de jocs, així com de l'existència o no d'altres àrees al voltant, de quin tipus i per a quines edats recomanades.
- Cal preveure el nombre d'usuaris potencials per tal de definir la capacitat màxima dels elements de joc i del conjunt de l'àrea, ja que això ens pot fer decidir entre un element o un altre (per exemple, un gronxador normal té capacitat per a 2 usuaris simultanis, mentre que un tobogan té una fila dinàmica d'usuaris en moviment constant).
- Si l'espai que s'ha de projectar es suficientment gran es poden triar jocs de diferents edats i no necessàriament separats per un límit físic sinó agrupant-los de manera adequada i segons l'edat. Així, els pares amb fills de varies edats els poden vigilar en una mateixa àrea de jocs.
- Si l'espai ho permet i és suficientment gran, s'haurien de fer zones d'estada pels pares i acompanyats dels nens.

3.3. MATERIALS

Actualment hi ha elements de joc de molts tipus de materials:

- Fusta natural.
- Fusta tornejada.
- Fusta laminada.
- Fusta aplacada.
- Acer inoxidable.
- Ferro pintat.
- Plàstic massís.
- Placa de plàstic.
- Combinacions dels materials anteriors.

En la tria del material per als elements de jocs i per a l'àrea haurem de considerar les necessitats estètiques de l'entorn, de manera que en la mesura del possible l'àrea de jocs s'integri amb allò que l'envolta. Òbviament, aquesta tria quedarà condicionada per les disponibilitats del mercat i per les limitacions del pressupost, però a més hauríem de considerar altres aspectes com:

- El metall en un ambient marí es degrada amb més facilitat.
- La fusta natural en ambients secs es clivella més fàcilment.
- El plàstic en plaques i les plaques de fusta en llocs d'elevat vandalisme són més sensibles a les trenques.

3.4. EL CAS DE LA FUSTA RECUPERADA

La reutilització d'antigues travesses de ferrocarril i d'antics pals de telèfon va permetre de resoldre moltes obres públiques i privades a un cost força ajustat. Utilitzant-se en àrees de joc o en espais públics com a element estructural, jardineria, paviments...

Aquests materials de fusta recuperats van ser tractats amb un potent biocida, la creosota, un compost que és cancerigen.

L'aparició de la ORDEN PRE/2666/2002, de 25 de octubre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos, va definir perfectament els usos i aplicacions no permesos dels materials tractats amb creosota.

Per tant, la fusta recuperada tractada amb creosota no es pot fer servir per a:

- ▶ Construcció d'elements de joc.
- ▶ Construcció de mobiliari.
- ▶ Altres elements o tancaments d'àrees de joc.
- ▶ Altres elements en espais públics on hi hagi risc de contacte freqüent amb la pell.
- ▶ Qualsevol element en espais tancats dels edificis.

4. Certificacions

Una certificació és un procés tècnic administratiu pel qual una empresa acreditada certifica que una àrea de joc compleix, o no, tota la normativa d'aplicació.

L'acreditació de cada element ja ve del procés de fabricació, però la certificació de l'àrea vetlla per la correcta instal·lació, muntatge i seguretat de tots els elements i de l'àrea.

El certificat emès és vàlid per 12 mesos, però s'ha de tenir en compte que qualsevol modificació posterior a l'emissió, tant de l'àrea com d'alguns dels seus elements, invalida el certificat d'inspecció. També s'invalida si no es porten a terme les operacions de manteniment que marca la norma UNE-EN 1176 i si no es porta un registre d'aquestes operacions.

Les empreses certificadores també estan capacitades per a fer inspeccions periòdiques (trimestrals o anuals) acreditant el compliment de la normativa de l'àrea de jocs inspeccionada mitjançant informes. Aquesta documentació, a l'igual que els certificats de les àrees de jocs, té una validesa de tres mesos o bé un any (segons el tipus d'inspecció feta) i si no s'efectua cap canvi i es porta a terme el manteniment definit per la normativa.

5. Documentació per a la recepció d'una àrea de joc

En el moment de la recepció d'una obra nova de construcció d'una àrea de joc s'haurà de recollir la documentació següent relativa als jocs infantils:

- Plànol de l'àrea de jocs amb la llegenda identificativa dels equipaments de joc (nom, model, referència).
- Plànol de muntatge dels jocs infantils.
- Manual de funcionament, d'inspecció i manteniment.
- Tipus i qualitat dels materials dels jocs.
- Certificació de qualitat dels materials (origen de la fusta...).
- Àmbits de seguretat dels equipaments dels jocs.
- Edat indicada dels usuaris dels elements de joc.
- Senyalització dels elements de joc.
- Garantia per defectes de fabricació (mínim de 2 anys).
- Garantia per defectes de la instal·lació (mínim de 2 anys).
- Garantia de subministrament d'elements dels equipaments de joc per a possibles reposicions (mínim de 10 anys).
- Certificació de compliment de la normativa UNE-EN 1176 de cada element de joc.
- Certificació del paviment de cautxú (HIC).
- Instruccions per al manteniment i inspecció del cautxú.
- Certificat del conjunt de l'àrea de jocs i de tots els seus elements.

6. Mobiliari urbà

El mobiliari urbà, com ara bancs, papereres, fonts, etcètera, pot formar part de l'àrea de jocs o no. Quan aquests elements estan instal·lats en l'interior o en el entorn immediat de l'àrea de joc, han de complir amb els requisits referits a l'atrapament, sortints i cantells continguts en els apartats 4.2.5 i 4.2.7 de la Norma UNE-EN 1176-1, així com amb els requisits d'estabilitat estructural continguts en l'apartat 4.2.2. A més, caldrà col·locar-los de manera que es respecti una distància mínima de seguretat d'1,5 m per totes les bandes.

Tots els elements de mobiliari dels espais verds s'han de col·locar seguint sempre les normatives vigents en matèria d'accessibilitat (capítol I, punt 2.3.4 d'aquesta guia).

6.1. BANCs I CADIREs

Preferentment, els bancs i les cadires han d'instal·lar-se en zones d'estada o en punts concrets del recorregut dels espais on l'amplada mínima de pas ho permeti.

No és recomanable la seva utilització com a elements per tal d'evitar el pas o l'estacionament de vehicles, ja que això en pot dificultar la seva utilització pràctica, a més de suposar un risc afegit per als usuaris.

Cal col·locar-los separats de qualsevol zona plantada (gespes, arbustos i entapissants), entre 90 cm i 150 cm, per tal d'evitar el trepig i l'erosió del terreny.

6.2. PAPERERES

La seva col·locació haurà de ser, preferentment, en les sortides de les zones d'estada i en els inicis i finals dels recorreguts de vianants. S'ha de preveure a més que el lloc on estiguin ubicades sigui de fàcil accés als operaris de manteniment i que no se'n dificulti el seu buidatge.

No s'han de situar a menys d'1,5 m de bancs i cadires, a causa de les molèsties que pot causar el seu contingut, les olors, etcètera.

No es recomanable la seva utilització per tal d'evitar les entrades o els estacionaments de vehicles, ja que la freqüència dels cops suposarà un manteniment molt costós.

Cal col·locar-ne en nombre i capacitat suficient a les dimensions i intensitat d'ús de l'espai públic.

6.3. FONTs PER A BEURE

Per tal de garantir la salubritat de l'aigua es recomana que estiguin ubicades a un màxim de 25 m respecte el comptador, i que disposin d'una línia d'abastament i una clau de pas pròpia.

La ubicació de les fonts públiques ha de ser en llocs d'ús estratègic, com ara zones de jocs infantils, zones amb elevada intensitat de pas...

S'han d'instal·lar sense cap canvi de nivell respecte al paviment circumdant i no poden contenir elements sortints en les zones de pas.

L'accionament cal que sigui de fàcil maneig, evitant aquells accionaments en que s'intueixi una escassa durabilitat.

Han de disposar de claus de pas o reguladors que permetin regular el cabal o tancar l'alimentació en cas necessari.

Per al seu manteniment posterior, es recomana que la canonada de desguàs de la font sigui com a mínim de 150 mm de diàmetre.

6.4. APARCABICICLETES

La bicicleta és un medi de transport que cada dia és més utilitzat. Actualment, no hi ha una normativa específica que reguli els aparcabicycles però disposem de diversos referents actuals, com ara:

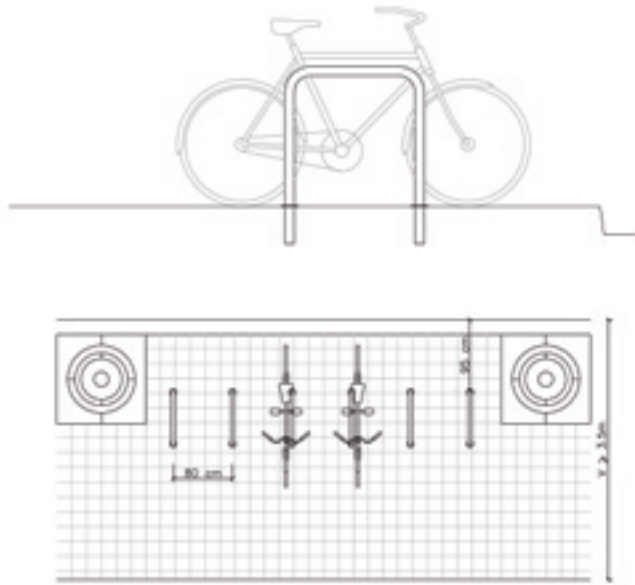
- *Manual de aparcamientos de bicicletas* (BACC-IDAE, 2009).
- Manual per al disseny de vies ciclistes de Catalunya (PTOP 2007).

A més, en l'annex 2 del Decret 344/2006, de 19 de setembre, de regulació dels estudis d'avaluació de la mobilitat generada, de la Generalitat de Catalunya, s'inclou un quadre en que s'estableixen reserves mínimes d'aparcament de bicicletes, que en el cas de zones verdes correspon a 1 plaça de bicicleta per cada 100 m² de sòl.

En tots els casos es recomana que es situïn en l'espai de rebuda dels espais verds, que comptin amb l'espai suficient per tal de garantir l'accessibilitat i el correcte aparcament de la bicicleta (amb una suficient amplada i sense obstacles), així com que mai no es situïn en l'interior de les àrees de joc.

D'altra banda, en el moment de triar un aparcabicycles, cal tenir en compte el disseny i el material del que estan fets, assegurant que siguin pràctics i segurs. Els models més recomanables són els que permeten de recolzar la bicicleta correctament i lligar-la per 2 punts (tipus U invertida o similars).

Igualment, és molt recomanable de senyalitzar l'espai dels aparcabicycles i, quan sigui possible, d'afegir la indicació expressa de com cal fer-los servir.

Figura 6. Esquema per a la instal·lació d'aparcabicicletes

6.5. SENYALITZACIÓ DIVULGATIVA

La senyalització dels espais verds pot arribar a ser molt complexa, en funció del tipus d'espai, la seva utilització, els valors naturals o culturals de seu entorn, etcètera.

La col·locació dels elements de senyalització divulgativa, ambiental, indicativa, direccional, etcètera ha de ser, preferentment, a les sortides i entrades de les zones d'estada, o bé en punts concrets dels recorreguts.

Les seves característiques, mides, suports, etcètera també han de complir els paràmetres del Codi d'accessibilitat per que fa a l'alçada dels panells, nombre de suports, vol, etcètera.

6.6. BARANES

És recomanable que en el moment d'ubicar i dimensionar les baranes o tancaments en l'espai públic, es correspongui amb allò que indica el Codi d'Accessibilitat i l'ordre VIV/561/2010, per escales, rampes, tancament de parterres, etcètera.

Cal destacar que, si s'han d'instal·lar en espais amb desnivell, s'aconsella que els criteris a seguir siguin els que estan reflexats al *Código Técnico de la Edificación* (CTE), encara que en l'àmbit d'aplicació de

la LOE (*Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación*) no estiguin inclosos els espais verds. Conseqüentment, quan hi han desnivells amb una diferència de cota superior a 0,55 m cal instal·lar barreres de protecció que compleixin els requisits següents:

- Han de tenir una alçada mínima de 0,9 m. Quan la diferència de cota sigui superior a 6 metres l'alçada mínima serà de 1,10 m.
- No poden ser fàcilment escalables.
- No poden tenir obertures que puguin ser travessades per una esfera de 10 cm de diàmetre.

7. Bibliografia

WEBS (CONSULTA 16 DE FEBRER DE 2012):

- *Decret 135/1995, de 24 de març, de desplegament de la Llei 20/1991, de 25 de novembre, de promoció de l'accessibilitat i de supressió de barreres arquitectòniques, i d'aprovació del Codi d'accessibilitat. DOGC núm. 2043, de 28/04/1995.*
<http://www.amtu.cat/amtu/anexes/PMR/DECRET135cat.pdf>
- *Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados*
<http://www.boe.es/boe/dias/2010/03/11/pdfs/BOE-A-2010-4057.pdf>
- *Decreto 127/2001, de la Junta de Andalucía, de 5 de junio, sobre medidas de seguridad en los parques infantiles.*
<http://www.juntadeandalucia.es>
- *Decreto 245/2003, de la Xunta de Galicia, de 24 de abril, por el que se establecen las normas de seguridad en los parques infantiles.*
<http://www.xunta.es>
- *Plec de prescripcions tècniques per al disseny, l'execució i la recepció de les àrees de joc infantil, de l'Ajuntament de Barcelona*
<http://www.parcсийardins.cat/>
- *Manual de aparcamientos de bicicletas IDAE - BACC 2009 para el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE) del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio*
<http://www.enbicipormadrid.es/2010/05/manual-de-aparcamientos-de-bicicletas.html>



VII

Elements ornamentals d'aigua



David López i Gutiérrez,
Expert en fonts ornamentals

Índex Elements ornamentals d'aigua

1. Introducció	154
2. Normativa aplicable	154
3. Tipus de circuits hidràulics	155
3.1. Circuit obert	155
3.2. Circuit tancat	155
4. Tipus de fonts ornamentals.....	156
4.1. Fonts tradicionals sense vas compensador	156
4.2. Fonts seques amb vas compensador	156
4.3. Fonts amb diversos vasos d'aigua	157
5. Ubicació de la font ornamental	158
6. Materials i característiques del vas de la font	158
6.1. Materials de construcció estructural	158
6.2. Materials de recobrint.....	158
6.3. Color del vas	159
7. Impermeabilització de la font	159
7.1. Tipus d'impermeabilitzacions	159
7.2. Punts crítics de la impermeabilització.....	160
7.3. Proves d'estanquitat i garanties	160
8. Elements del vas de la font.....	161
8.1. Entrada d'aigua	161
8.2. Arquetes d'aspiració i desguàs	161
8.3. Desguàs i sobreeixidor	161
8.4. Arquetes decantadores i sorralles	162
8.5. Sondes de nivell.....	162

9. Localització dels equips hidràulics	162
9.1. A l'interior del vas de la font.....	162
9.2. En sales de màquines.....	163
9.2.1. Tipus de sales de màquines	163
9.3. Característiques generals de les sales de màquines	163
10. Qualitat de l'aigua.....	164
10.1. Tractament físic.....	164
10.2. Tractament químic.....	165
10.3. Altres tractaments.....	166
11. Brolladors i elements ornamentals de la font	166
11.1. Selecció del tipus de brollador	166
11.2. Càlcul hidràulic ràpid.....	166
12. Comandament elèctric de la font	168
12.1. Emplaçament dels armaris elèctrics.....	168
12.2. Controladors de la font	169
12.2.1. Relotges	169
12.2.2. PLC's	169
12.2.3. Anemòmetres i pluviòmetres.....	169
13. Tipus d'enllumenat de la font.....	170
13.1. Làmpades d'incandescència.....	170
13.2. LEDs	170
14. Bibliografia	171

1. Introducció

Les fonts ornamentals constitueixen un dels elements ornamentals urbans més significatius i singulars d'un parc o un jardí públic.

Una font ben dissenyada aporta un sentiment característic en el conjunt de l'entorn urbà. No obstant, una font mal dissenyada pot produir l'efecte completament oposat. És per això que un bon disseny, tant estètic com tècnic, és el que garanteix el futur i la continuïtat d'una font ornamental.

Una font que no compti amb els elements bàsics ben dissenyats, com per exemple que presenti un dèficit en el tractament d'aigües, es converteix en una font de problemes que acabaran per produir el tancament de la instal·lació, convertint-la en el millor dels casos en una jardineria ornamental. Per tal d'evitar aquesta mena de situacions a continuació exposarem un seguit de criteris bàsics que caldrà tenir en compte en el moment de crear una font ornamental.

2. Normativa aplicable

La normativa que regula la instal·lació de les fonts ornamentals és:

- Reglament electrotècnic per a la baixa tensió, R.D. 842/2002 del 2 d'agost.
- Especial atenció a la ITC-BT-30 *Instalaciones en locales de características especiales* i a la ITC-BT-31 *Instalaciones con fines especiales*.
- Ordre del 9 de desembre de 1975 per a instal·lacions de subministrament d'aigua.
- R.D. 865/2003, de 4 de juliol, pel qual s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i el control de la legionel·losi.
- Decret 352/2004, del 27 de juliol, pel qual s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i el control de la legionel·losi.
- Normativa de la companyia subministradora d'aigua.
- Normativa de la companyia subministradora elèctrica.
- Normativa particular de cada ajuntament o entitat pública.

3. Tipus de circuits hidràulics

Bàsicament, hi ha dos tipus de circuits hidràulics en una font ornamental urbana: el circuit obert i el circuit tancat.

3.1. CIRCUIT OBERT

Aquest tipus de circuit és el que més s'utilitzava antigament per a les fonts petites. Es tracta d'un circuit en el que l'aigua del brollador és aigua que prové de la xarxa i, mitjançant un sobreeixidor, torna al clavegueram.

La pressió de la xarxa és la que fa la funció de brollador. És un sistema obsolet d'un rendiment hídric nefast, que provoca un consum d'aigua extremadament elevat. No disposa d'equips de bombeig ni de tractament d'aigües per tal que l'aigua es regeneri constantment.

Avui en dia, en molts ajuntaments, està completament prohibit dissenyar circuits d'aquest tipus. Fins i tot les fonts d'aigua potable que disposaven d'aquest tipus de circuit, en les que hi rajava l'aigua constantment, han estat modificades instal·lant aixetes per tal d'evitar el malbaratament d'aigua.

L'únic sistema de circuit obert que és permès avui de dissenyar és aquell en que s'utilitzi la derivació d'aigua de rius o de canals d'aigua per generar un element d'aigua ornamental. Tot i que serà necessària l'autorització de l'agència responsable dels recursos hídrics de la zona on es vulgui aplicar aquest tipus de sistema.

Actualment, els sistemes oberts que es troben a dins del medi urbà estan aturats en la majoria del territori català a l'espera de ser convertits en sistemes tancats.

3.2. CIRCUIT TANCAT

És el sistema que s'utilitza actualment i consisteix en utilitzar aigua, ja sigui potable, freàtica o d'altres fonts inicials, per a omplir el sistema hidràulic de la font i, mitjançant equips de bombeig, utilitzar la mateixa aigua per tal de generar l'efecte ornamental desitjat.

Aquest tipus de circuit promou l'estalvi d'aigua, però és important de senyalitzar-lo correctament de cara als ciutadans per prevenir-los que l'aigua no és potable.

4. Tipus de fonts ornamentals

Prendrem com a referència el tipus de vas receptacle que utilitza la font ornamental per tal de classificar les diferents tipologies de fonts ornamentals.

4.1. FONTS TRADICIONALS SENSE VAS COMPENSADOR

Aquest tipus de fonts són les que fan servir el mateix vas ornamental de la font per acumular l'aigua necessària per al funcionament del circuit i igualment utilitzar-la per a l'efecte ornamental a través dels equips de bombeig.

La gran majoria de les fonts urbanes adopten aquest tipus de sistema, que és de fàcil manteniment i en general dóna molt bon resultat.

Figura 1. Font amb vas ornamental.



4.2. FONTS SEQUES AMB VAS COMPENSADOR

Les fonts seques es caracteritzen per no disposar d'un vas receptacle d'aigua visible. Són les que s'instal·len en places dures de formigó o paviment, fent servir les pendent de la plaça per tal de dirigir l'aigua fins al dipòsit compensador, que és on s'emmagatzema l'aigua que es destinarà al circuit hidràulic.

Es tracta de fonts que requereixen d'un manteniment superior, doncs l'aigua circula a través d'un paviment que pot ser transitat per vianants i vehicles, i que per tant arrossega tota la brutícia generada per aquests.

Han de disposar d'un control físic i químic de l'aigua molt acurat, ja que solen ser fonts on els nens i nenes hi juguen a l'estiu, i eventualment poden arribar a beure'n aigua.

En aquest tipus de font és molt important que es tinguin en compte les pendents de la plaça, per tal d'evitar que tota l'aigua de pluja o la provinent de la neteja dels serveis urbans vagi a parar a l'interior de la font. Per això, el conjunt de la font i el seu entorn cal dissenyar-los elevant la font i generant contrapendents al seu voltant, de manera que tota l'aigua que no sigui de la font no entri a l'interior del sistema, o bé instal·lant canals de recollida d'aigües pluvials en tot el perímetre de la font, que derivin l'aigua bruta cap al clavegueram. A més, haurem de considerar el següent:

- ▶ El dipòsit compensador cal dimensionar-lo de manera justa per al funcionament de la font, donant un marge de seguretat mínim d'un 1,5 %, ja que com menys quantitat d'aigua s'hagi de tractar més aconseguirem d'ajustar les despeses de la font. A més, no ens interessa de tenir-hi un gran volum d'aigua que no utilitzem.
- ▶ Abans de l'entrada d'aigua de retorn de la font al dipòsit compensador és molt important de disposar d'una arqueta decantadora, de fàcil neteja i accés, per tal de captar en ella tots els sòlids i evitar així que entrin a l'interior del dipòsit compensador (en el punt 8.4 d'aquest capítol s'explica com ha de ser una arqueta decantadora).
- ▶ És important de deixar un marge de seguretat al voltant de la font seca que pugui absorbir les esquitxades d'aigua provocades pel brollador. Si no es tenen en compte aquestes esquitxades la major part de l'aigua de la font es perdrà cap a la plaça.
- ▶ La recollida d'aigua cal fer-la a través de reixes que compleixin els requisits d'accessibilitat, per tal d'assegurar-se que els vianants no prenguin mal.

4.3. FONTS AMB DIVERSOS VASOS D'AIGUA

Les fonts d'aquest tipus solen ser cascades o bé les clàssiques fonts romàntiques on l'aigua cau d'un vas a l'altre. Pel que fa al seu disseny poden incloure un vas compensador o no.

Si no disposen de vas compensador significa que el vas inferior de la font és el que emmagatzema l'aigua que es farà servir per al sistema de la font. No obstant, pot donar-se el cas que el vas inferior estigui amagat i, per aquest motiu, calgui utilitzar un dipòsit compensador. Si és així aplicarem les mateixes premisses de disseny que en una font seca.

5. Ubicació de la font ornamental

La ubicació de la font ornamental és un factor clau, i per triar-la caldrà tenir en compte el següent:

- S'evitarà de situar la font sota els arbres, sobretot si són de fulla caduca.
- En el cas de les fonts seques, tal com ja hem explicat, es tindran en compte les pendents de la plaça per tal d'evitar que l'aigua provinent de la pluja i la neteja vagi a parar a l'interior de la font.
- S'evitarà la localització de sorolls de nens a l'entorn de la font. És molt típica la tendència dels nens i nenes a tirar cubells de sorra a l'interior de la font.
- Els vasos d'aigua a nivell de terra són extremadament bruts i delicats. En la mesura del possible caldria aixecar com a mínim 20 centímetres el vas de la font per tal d'evitar que la brutícia, com ara bosses de plàstic, fulles i pols, vagin a parar directament a l'interior del vas.

6. Materials i característiques del vas de la font

A continuació es presenten diferents tipologies de colors i materials per a la construcció dels vasos de la font.

6.1. MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ ESTRUCTURAL

Els materials més emprats en la construcció estructural del vas receptacle d'una font són:

- **Bloc de formigó armat i reblert.** S'utilitza en molts vasos d'alçada no superior a 1 m. És de fàcil aplicació i dóna molt bons resultats. És important que el bloc vagi armat amb ferro en el seu interior i, sobretot, de lligar la solera de la font amb el ferro de l'armadura. Cal que el bloc estigui completament reblert de formigó per tal d'evitar al màxim els moviments estructurals que poden generar esquerdes. És necessari de revocar la cara interior de la bassa per a la posterior aplicació de la impermeabilització.
- **Encofrat de formigó.** És una molt bona opció a partir de vasos d'1 metre d'alçada o de grans superfícies. Exigeixen personal més experimentat per a la seva aplicació. És de gran robustesa i fiabilitat. Tot i que els costos són una mica més elevats que el bloc de formigó en petites basses, no és així en basses grans. No és necessari que es revoqui posteriorment amb formigó per a l'aplicació de la impermeabilització.
- **Vasos de formigó prefabricat.** És una bona opció que redueix els costos de l'obra, però cal assegurar l'assentament de les peces, de manera que no generin moviment entre elles.

6.2. MATERIALS DE RECOBRIMENT

Després d'aplicar la impermeabilització del vas (procés explicat en el punt 7 d'aquest capítol), és important determinar quin tipus d'acabat es desitja per l'interior de la font.

En molts casos s'hi deixa el mateix material emprat per a la impermeabilització, però en altres casos es poden utilitzar materials com *gresite*, lloses, rajoles o altres tipus de paviments ornamentals.

El més important és que el material emprat sigui el menys porós possible, per tal d'evitar la creació de biofilms en les parets d'aquest. Cal que sigui un material que faciliti la posterior neteja amb aigua a pressió i que, com ja hem indicat, no disposi de forats que s'acabaran omplint de brutícia.

6.3. COLOR DEL VAS

Si escollim un color de vas clar la brutícia es veurà molt menys que si utilitzem colors foscos.

Si arribat el cas decidim de col·locar un vas de color negre, és molt important que en el disseny hidràulic es tinguin en compte uns descalcificadors, per a evitar que el color negre es torni blanc en poc temps.

7. Impermeabilització de la font

La impermeabilització del vas de la font és un dels aspectes més importants a considerar en el disseny inicial. Sigui quin sigui el material emprat per al vas d'aigua, serà necessari d'impermeabilitzar-lo. Si la font no és completament estanca, anirà perdent aigua constantment, provocant un consum d'aigua excessiu i un mal ús dels nostres recursos hídrics. A més, pot provocar l'enfonsament de l'entorn o fins i tot de la base de la font si l'aigua va minant l'interior de les terres que suporten la seva estructura.

És per tant necessari i obligatori d'impermeabilitzar el vas receptacle d'aigua d'una font.

7.1. TIPUS D'IMPERMEABILITZACIONS

Actualment hi ha molts tipus d'impermeabilitzacions en el mercat. A continuació, farem referència a les més emprades, definint els seus corresponents pros i contres. És una classificació derivada de l'experiència en nombroses fonts i en cap cas mira de promoure o de deixar de costat cap fabricant i/o material impermeabilitzant.

D'igual manera que el material és molt important, també ho és l'industrial que l'aplica. Un bon material combinat amb una mala aplicació no serveix de res. És per això que les tasques d'impermeabilització les han de portar a terme personal qualificat i especialitzat.

Els principals materials per a impermeabilitzacions són :

Políester amb fibra de vidre. D'altíssima qualitat, dona molt bons resultats i és de fàcil reparació en cas que hi hagi cap problema. Molt bona neteja posterior gràcies a la seva capacitat de dificultar l'adherència de biofilms.

Té escassa adherència amb materials que no siguin PVC, com per exemple polietilens i polipropilens.

Necessita d'una aplicació de sorra per tal de col·locar el material de revestiment del vas, però si es decideix de no afegir cap material de revestiment no li cal ni protecció solar ni mecànica.

Té un preu alt en el mercat, que no sol ser competitiu, raó per la qual hi ha molt poques fonts que tinguin aquest tipus d'impermeabilització.

Ciments Bicomponents. Hi ha moltes marques i fabricants. Per relació qualitat/preu és el més utilitzat i el que dona millors resultats. És d'asseccament ràpid i no té problemes d'adherència amb els diferents materials hidràulics de la font.

No necessita tractament per al posterior recobriments amb el material ornamental d'obra. Tampoc necessita protecció després de la seva aplicació.

Teles asfàltiques o butíliques. Aquest tipus de materials no solen ser efectius en fonts ornamentals. Són de difícil aplicació i tenen problemes d'adherència amb els materials de les canonades com el Polietilè.

Necessiten de protecció solar i, per tal d'aplicar un recobriments d'obra, caldrà sempre un revocat a posteriori de la seva aplicació.

Pintures de clorcautxú. Són aptes per a aplicacions en terrats i paviments, però en cap cas s'utilitzaran per a la impermeabilització d'una font ornamental, doncs no estan dissenyades per a retenir aigua constantment sinó només per a l'evacuació.

De la mateixa manera, cal vigilar amb les impermeabilitzacions de tipus transparent i d'altres de similars ja que solen donar problemes en masses d'aigua constants.

Formigó projectat. És molt utilitzat per a piscines, però no gaire en fonts ornamentals, ja que solen donar punts de fuga.

7.2. PUNTS CRÍTICS DE LA IMPERMEABILITZACIÓ

Com ja s'entreveu en els comentaris anteriors, cal estar molt atent amb els punts crítics de cara a aplicar qualsevol sistema impermeabilitzant.

Les cantonades completament rectes, així com els punts de trobada entre la solera i les parets de la font, caldrà suavitzar-les amb l'aplicació de mitges canyes de material específic per a aquesta finalitat.

S'ha de vigilar en l'entrega del material impermeabilitzant amb les canonades i tubs passamurs, doncs solen haver-hi problemes d'adherència entre diversos materials.

Conseqüentment, l'especialista en impermeabilitzacions haurà de trobar les solucions adequades per a resoldre qualsevol punt crític.

7.3. PROVES D'ESTANQUITAT I GARANTIES

És necessari i molt important la realització de proves d'estanquitat una vegada que el producte ha estat aplicat.

En cap cas es procedirà a la col·locació del material de revestiment del vas de la font sense haver-se fet una prova d'estanquitat de com a mínim 2 dies.

A fi que es pugui assegurar que la feina s'ha fet correctament, l'aplicador ha d'estar homologat pel fabricant del producte impermeabilitzant i cal que compti amb una garantia del producte i de l'aplicació de com a mínim 5 anys.

8. Elements del vas de la font

Independentment del tipus de font que es projecta, hi ha uns elements indispensables per garantir-ne el seu correcte funcionament.

8.1. ENTRADA D'AIGUA

Per tal d'assegurar el subministrament d'aigua a la font necessitem una canonada d'aportació d'aigua al seu interior. El diàmetre d'aquesta canonada variarà en funció del volum de la font. No obstant això, s'ha de pensar que aquesta canonada només serveix per a omplir la font quan aquesta és buida i per a l'aportació de l'aigua que es va perdent per evaporació, pel qual no es requerirà un gran volum d'aigua per a l'abastiment.

El que sí que caldrà és que existeixi un sistema d'ompliment automàtic que, a través d'unes sondes i una electrovàlvula, asseguri el subministrament d'aigua a la font.

Complementàriament a aquesta electrovàlvula per a l'ompliment automàtic també farà falta la creació d'un *by-pass* per tal de poder omplir la font de forma manual en cas d'avaria.

8.2. ARQUETES D'ASPIRACIÓ I DESGUÀS

Amb l'objectiu de poder aspirar, o fins i tot de situar-hi bombes submergibles, és necessària la creació d'una arqueta a l'interior del vas, protegida amb una reixa de pas no superior a 1 cm per tal d'evitar l'entrada de sòlids a les bombes.

Aquesta arqueta i la seva reixa han d'estar dimensionades segons el cabal circulat, amb un 50 % de previsió per saturació.

8.3. DESGUÀS I SOBREEIXIDOR

El desguàs de la font estarà situat en el punt més baix de la bassa, generalment a l'interior de l'arqueta d'aspiració i desguàs. Cal que estigui sempre per sota de les canonades d'aspiració i arran de terra, per assegurar que la bassa pot buidar-se completament per a efectuar-hi tasques de manteniment.

La vàlvula de desguàs pot ubicar-se en l'interior de la font (*vàlvula de pont*) o bé en el seu exterior, ja sigui en una arqueta situada al costat de la font o, en cas que n'hi hagi, a través de la sala de màquines.

Sempre és millor de col·locar la vàlvula de desguàs en una arqueta exterior per a evitar possibles problemes d'inundació a l'interior de la sala de màquines, tot i que això presenta conseqüentment el risc que algú aliè al personal autoritzat pugui manipular la vàlvula i buidar la font.

Pel que fa al sobreexidor, caldrà instal·lar-lo sempre per sobre del nivell de l'aigua, amb una reixa de pas entre 0,5 i 1 cm que eviti la saturació de la canonada. A més, haurem de considerar el següent:

- ▶ Depenent del tipus de font i dels brolladors que aquesta pugui tenir, pot ser necessari de situar la cota de la part inferior del sobreexidor uns 5 cm per sobre del nivell màxim de l'aigua, per tal d'evitar que

amb l'onatge provocat pels brolladors l'aigua es perdi cap al clavegueram. Aquest marge variarà en funció del tipus de font.

- El sobreexidor es canalitzarà directament cap al clavegueram, sense vàlvules ni pas a la sala de màquines.
- En cas d'haver-hi dipòsits compensadors o diferents vasos, el sobreexidor sempre es situarà en el vas inferior.

8.4. ARQUETES DECANTADORES I SORRALS

Cal ubicar arquetes decantadores sempre que hi hagi un dipòsit compensador.

Aquest tipus d'arqueta disposa de dos compartiments separats per un mur d'uns 15 cm d'alçada que ajuda a decantar la sorra que arriba amb l'aigua de recollida. A sobre d'aquest mur compta amb una reixa de pas entre 0,5 i 1 cm fàcilment desmuntable per a la seva neteja.

És necessari que l'arqueta tingui un desguàs per al seu buidat i que sigui completament impermeable i estanca.

8.5. SONDES DE NIVELL

Les fonts comptaran amb sondes de nivell màxim i de nivell mínim.

Les sondes de nivell màxim serveixen per a activar l'ompliment automàtic de l'entrada d'aigua.

Les sondes de nivell mínim s'empren per a que, en cas que la font es quedi sense aigua, s'activi el mecanisme que impedeixi a les bombes de posar-se en funcionament, i evitar així que es puguin cremar.

9. Localització dels equips hidràulics

Bàsicament, hi ha dos tipus de localització dels equips de bombeig: en l'interior del vas o en cambres seques (sales de màquines).

9.1. A L'INTERIOR DEL VAS DE LA FONT

S'utilitzen bombes submergibles, col·locades en l'interior d'arquetes en el vas d'aigua, per a poder crear els efectes de brolladors ornamentals, cascades, etcètera. Es tracta d'un sistema molt econòmic, ja que no necessita de grans traçats de canonades ni de la creació de cambres seques, però és de difícil manteniment i genera molts problemes per a l'obtenció de les bombes.

És un mètode que acostumen a emprar-lo les empreses no especialitzades en fonts ornamentals. Tot i que hi ha casos en que la propietat pot demanar conscientment del que fa aquest tipus d'instal·lacions. Normalment es desaconsella totalment el seu ús per l'elevat cost de manteniment posterior que provoquen, si exceptuem en les instal·lacions modulars que requereixin d'aquests equips.

9.2. EN SALES DE MÀQUINES

Els equips de bombeig utilitzats són bombes centrífugues que es situen en cambres seques.

Tenen un cost inicial una mica més elevat que les instal·lacions submergibles però faciliten el manteniment posterior i acaben resultant molt més rendibles.

A més, com veurem més endavant, tota font ornamental requereix de sistemes de filtració d'aigua que s'han de situar en cambres seques, així que la sala de màquines cal crear-la igualment.

■ 9.2.1. Tipus de sales de màquines

Les sales de màquines poden estar situades en superfície, soterrades o semisoterrades. Independentment d'aquest fet, classifiquem les sales de màquines segons el seu sistema de fabricació.

9.2.2.1. *Fabricades in situ*

Són aquelles sales de màquines que es construeixen *in situ*, en el lloc mateix, ja sigui amb blocs de formigó, encofrats o fins i tot amb mòduls de formigó prefabricat.

Aquestes sales són més costoses, és freqüent que tinguin entrades d'humitats i requereixen de molt de temps en obra per tal de dur-se a terme.

És la sala típica que encara a dia d'avui es sol fer.

9.2.2.2. *Prefabricades*

És un tipus de sala de màquines completament modular, que es fabrica en les instal·lacions del fabricant i arriba a l'obra ja completament muntada, comptant ja amb tot l'equipament interior tant elèctric com hidràulic.

En ser fabricades en una sola peça garanteixen l'estanquitat i eviten l'entrada d'humitats en el seu interior.

El temps de muntatge en obra es redueix a només unes hores.

9.3. CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LES SALES DE MÀQUINES

Totes les sales de màquines han de comptar amb els següents elements i/o característiques:

- **Alçada.** En el cas que a la sala hi hagi d'accedir un operari, disposarà d'una alçada mínima d'1,90 metres. No obstant, en sales petites que són semblants a arquetes, sempre i quan es pugui accedir amb la trapa completament oberta, podran ser de diferent alçada. En tots els casos l'operari de manteniment ha de poder realitzar les seves tasques d'una manera ergonòmicament correcta.
- **Trapa d'entrada.** En el cas de les sales soterrades, la trapa d'entrada serà completament estanca per a evitar l'entrada d'aigua a l'interior de la sala, i disposarà dels elements de seguretat necessaris per a que cap persona no autoritzada pugui accedir a l'interior. La trapa ha de ser de fàcil manipulació, pel qual no s'han d'utilitzar trapes de clavegueram ni cap que superi els 15 Kg de pes.

- **Escala d'accés.** Igualment, en el cas de les sales soterrades, es disposarà d'una escala d'accés amb esglaons antilliscants i barana lateral, així com amb un pom extensible que faciliti el pas de l'exterior a l'interior de la sala.
- **Desguàs.** Entre les diferents possibilitats de l'obra, el millor és disposar d'un desguàs natural en l'interior de la sala de màquines. En cas que això no sigui possible, caldrà ubicar una arqueta en l'interior de la sala de màquines completament impermeable, on s'hi emplaçarà una bomba de desbast. Aquesta arqueta ha de tenir constantment aigua per tal que la bomba no aspiri bosses d'aire.
- **Aixeta d'aigua.** En l'interior de la sala es disposarà d'una presa d'aigua per tal de facilitar les tasques de manteniment.
- **Llum i presa de corrent.** En l'interior de la sala hi haurà d'haver la llum suficient per a que l'operari pugui realitzar les tasques de manteniment, així com una presa de corrent de 220 V per a poder-hi endollar qualsevol eina de mà.
- **Ventilació.** La sala cal que disposi de ventilació natural o forçada, que ha de ser suficient per a la regeneració del volum d'aire interior i evitar l'estancament de gasos i condensacions.

10. Qualitat de l'aigua

La normativa disposa l'obligatorietat de realitzar un tractament físic i/o químic que garanteixi la qualitat de l'aigua de la font. Sota cap concepte s'hauria de construir una font ornamental sense aquest tractament de l'aigua.

10.1. TRACTAMENT FÍSIC

Els tractaments físics es refereixen a aquells tractaments que serveixen per a millorar la qualitat física de l'aigua, per portar a terme els quals es solen utilitzar equips de filtració.

Les fonts ornamentals han de garantir una filtració de tot el volum d'aigua almenys 3 vegades al dia. En casos de grans llacs aquest cabal de filtració podria disminuir-se en 2 vegades al dia.

Els equips de filtració més utilitzats en fonts són:

Equips de filtració de sílex. Són filtres amb càrrega de sílex amb diferents granulometries, que passen l'aigua a través d'un llit de sorra i filtren tota la matèria orgànica amb un micratge de 30 micres.

Utilitzen una vàlvula de 6 vies per a les tasques de filtrat i neteja. Provoquen un contrarentat dels equips per tal de netejar el sílex de l'interior del filtre.

Aquesta vàlvula pot ser manual (cas en que les tasques de manteniment hauran de ser molt rigoroses) o automàtiques. Aquestes darreres detecten les pujades de la pressió de l'aigua i, automàticament, procedeixen a realitzar les tasques de contrarentat del filtre.

Aquests equips tenen molt poc consum energètic i d'aigua, i són especialment indicats per a les fonts ornamentals amb volums d'aigua de fins a 200 m³. A partir d'aquestes quantitats, els filtres necessiten grans dimensions, fet que produeix elevats costos de construcció de les sales de màquines.

Equips de filtració d'anelles. Es solen utilitzar per a instal·lacions de reg.

L'aigua passa a través d'unes anelles de plàstic, amb una capacitat de filtració de 80 micres o superior. Aquestes anelles es troben situades en uns cartutxos que disposen de vàlvules hidràuliques per a procedir als seus contrarentats automàtics.

Aquests filtres es solen utilitzar per a volums de bassa superiors a 200 m³, ja que la seva qualitat de filtració és inferior a la del sílex i requereixen d'elevades despeses energètiques per a poder efectuar els contrarentats de les anelles.

No obstant, per a grans volums d'aigua, ocupen molt menys espai que els equips de sílex, cosa que pot arribar a ser un bon argument per a procedir a la seva instal·lació.

10.2. TRACTAMENT QUÍMIC

Legalment, és obligatori de disposar d'un residual desinfectant químic en aigua per a garantir que la població bacteriana de l'aigua queda sota control.

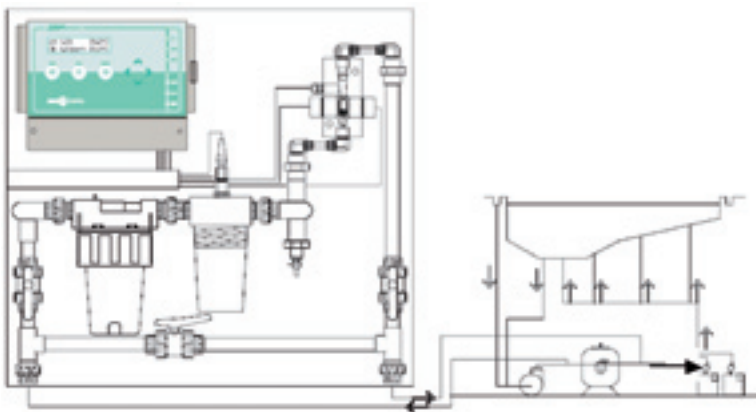
El producte més utilitzat en aigua és l'hipoclorit sòdic. Aquest no deixa de ser el mateix que el lleixiu convencional però en altres concentracions.

El clor, a causa del seu elevat poder d'oxidació, s'utilitza en el tractament d'aigües com a oxidant, bactericida i biocida.

No obstant, amb la introducció del clor en l'aigua s'eleva els valors de pH, pel que caldrà injectar productes que disminueixin el valor de pH i mantinguin un punt d'equilibri.

Els nivells de clor lliure en aigua d'una font s'han de mantenir entre 0,7 i 1 ppm i els nivells de pH han d'oscil·lar entre 7,2 i 7,8. Per garantir que aquests valors es mantenen dins el rang fixat caldrà instal·lar sistemes de control automàtic. Aquests sistemes, mitjançant unes sondes de control connectades a una bomba dosificadora, injectaran el producte químic a l'aigua en funció dels paràmetres que nosaltres haurem marcat.

Figura 2. Diagrama d'instal·lació d'un equip electrònic de control estàndard



Pel que fa a l'emmagatzematge del producte químic, s'instal·laran cubetes de seguretat per tal que si es produeix una fuga en el contenidor del producte químic aquesta quedi reduïda a dins d'un altre contenidor d'igual volum.

10.3. ALTRES TRACTAMENTS

A part dels tractaments que acabem d'esmentar, existeixen d'altres tractaments complementaris per al manteniment de la qualitat de l'aigua:

- **Equips d'ultrasons.** Aquests equips transmeten un patró vibracional d'ultrasons a través de l'aigua, provocant així la implosió de la vacuola de la cèl·lula. No afecten a les persones ni als animals i, segons les dades tècniques del fabricant, pot disminuir l'ús de clor en un 70 % i evita l'ús d'alguicides.
- **Equips de llum ultraviolada.** S'empra aquest tipus d'equip en cas de disposar d'una font amb aerosolització i per tal d'evitar una possible propagació de *Legionella pneumophila*. S'instal·la en la impulsió de les bombes que produeixen l'aerosolització.

11. Brolladors i elements ornamentals de la font

Aquests elements són els que definiran la figura artística de la font.

11.1. SELECCIÓ DEL TIPUS DE BROLLADOR

Tenim molts models de brolladors, així com fabricants diversos.

El més important de cara a escollir-lo és determinar primer si el tipus de brollador és dependent del nivell de l'aigua o no. En cas que el brollador depengui del nivell de l'aigua s'haurà de controlar molt bé la cota de la bassa i el brollador.

11.2. CÀLCUL HIDRÀULIC RÀPID

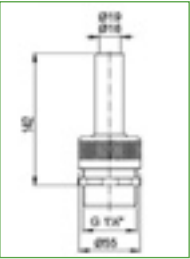
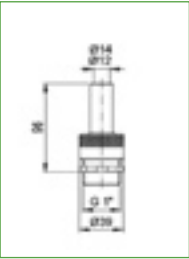
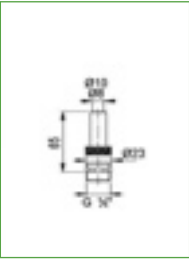
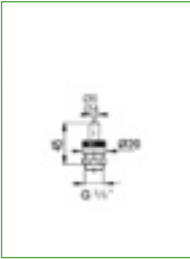
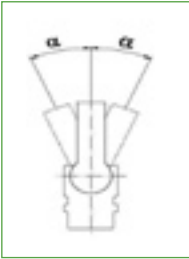
Per a poder calcular el cabal i la pressió necessària per al circuit hidràulic d'una font prendrem com a punt de partida les taules proporcionades pels fabricants de brolladors.

En la taula 1 trobarem un exemple d'aquestes dades, per a un brollador anomenat *Lanza I* de 8 mm.

Taula 1. Dades d'un brollador. Font: Catàleg Safe-Rain.

RAIG DE LLANÇA																
Referència	F 2313832		F 2313865		F 2311233		F 2311266		F 2311031		F 2311064		F 2311536		F 2311569	
Conexió	G 3/8" M		G 3/8 M		G 1/2" M		G 1/2" M		G 1" M		G 1" M		G 1 1/2" M		G 1/2" M	
Diàmetre de sortida	4 mm		6 mm		8 mm		10 mm		12 mm		14 mm		16 mm		19 mm	
Alçada del raig (m)	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P	Q	P
	L/min.	m.c.a.	L/min.	m.c.a.	L/min.	m.c.a.	L/min.	m.c.a.	L/min.	m.c.a.	L/min.	m.c.a.	L/min.	m.c.a.	L/min.	m.c.a.
0,25	1,73	0,30	3,0	0,10	8,5	0,30	13,0	0,30	24,9	1,00	22	1,00	47	1,00	56	1,10
0,50	2,45	0,60	4,5	0,35	10,0	0,60	17,0	0,70	30,0	1,40	32	1,30	53	1,40	75	1,50
0,75	3,02	0,90	5,6	0,70	12,0	0,90	20,0	1,00	33,8	1,60	40	1,70	57	1,80	82	2,00
1,00	3,50	1,20	7,0	1,00	14,0	1,25	23,0	1,25	37,0	1,80	46	1,90	62	2,10	88	2,32
1,25	3,93	1,51	8,2	1,30	16,5	1,50	24,5	1,60	41,0	2,20	52	2,30	70	2,56	93	2,60
1,50	4,32	1,80	9,5	1,60	18,0	1,80	28,0	1,90	44,0	2,40	58	2,60	75	2,80	106	2,80
1,75	5,04	2,42	10,8	1,85	19,5	2,0	32,5	2,20	47,5	2,70	62	3,00	81	3,10	111	3,10
2,00	5,20	2,80	11,7	2,20	21,5	2,20	33,0	2,50	50,0	3,0	70	3,20	87	3,30	122	3,50
2,50	5,68	3,05	13,5	2,90	24,5	2,80	38,0	3,10	56,0	3,50	74	3,90	98	4,0	138	4,10
3,00	6,30	3,30	15,0	3,50	27,5	3,40	42,0	3,70	62,0	4,10	86	4,60	106	4,40	150	5,00
3,50			16,0	4,20	30,0	4,0	46,5	4,15	67,0	4,80	94	5,30	115	5,40	160	5,50
4,00			16,8	4,80	32,5	4,50	50,0	5,0	72,0	5,30	102	5,90	124	6,00	173	6,10
5,00					37,0	5,60	58,0	6,20	82,0	6,50	116	7,30	138	7,00	195	7,50
6,00					42,0	6,60	64,0	7,50	91,0	7,60	128	8,60	151	8,40	214	8,70
7,00							69,0	8,70	100,0	8,80	140	10,0	165	9,00	233	10,0
8,00									107,0	10,0	150	11,30	177	10,10	250	11,50
9,00											160	12,50	187	12,50	270	12,60
10,00											168	14,00	197	13,90	286	14,10
11,00													207	15,40	305	15,50
12,00													215	15,90	320	16,80
13,00															332	17,80
14,00															345	19,50
Material	Llautó		Llautó		Llautó		Llautó		Llautó		Llautó		Llautó		Llautó	
Pes (kg)	0,05		0,05		0,10		0,08		0,34		0,33		0,90		0,87	
Centradors	1		1		1		1		2		2		2		2	
Angle α	18º		18º		12º		12º		18º		18º		20º		20º	

Q: Cabal P: Pressió M : Mascle L/min : litres/minut m.c.a. : metres de columna d'aigua (Mesures en mm.)



Si, per exemple, volem instal·lar 10 brolladors *Lanza 1* de 8 mm amb una alçada de l'aigua de 1,5 m, observant la taula determinem:

Q unitari de cada brollador = 18 l/min a una pressió de treball d'1,8 m.c.a..

Per tant, 10 brolladors * 18 l/min = 180 l/min a una pressió de treball d'1,8 m.c.a..

Hem de considerar que la pressió és la mateixa en tot el circuit, pel que en el moment de sumar brolladors sumem el cabal de cada brollador, però la pressió es manté constant.

A més, hem de tenir en compte que la pressió indicada per les taules de brolladors es refereix a la pressió en el punt de sortida del brollador, pel que per determinar la pressió necessària de l'equip de bombeig caldrà determinar les pèrdues de càrrega de tot el circuit i sumar a aquestes la pressió en el punt de brollador, indicada pel fabricant.

A partir del cabal i la pressió necessària en determinarem l'equip de bombeig i la secció de canonada. Aquests càlculs es realitzen de la mateixa manera que s'han descrit en el capítol V d'aquesta guia.

12. Comandament elèctric de la font

Depenent de la complexitat de la font, l'armari de comandament serà més o menys complicat. Per a la seva realització sempre caldrà respectar i complir les normes de REBT. Posteriorment a la realització de la font ornamental, l'instal·lador haurà de legalitzar la font ja sigui amb una memòria tècnica, si la instal·lació no supera els 5 KW de potència, o mitjançant un projecte elèctric realitzat per un enginyer col·legiat.

En cap cas pot autoritzar-se la posada en funcionament d'una font ornamental sense que s'hagin complimentat tots els documents i tràmits legals posteriors a l'obra.

12.1. EMPLAÇAMENT DELS ARMARIS ELÈCTRICS

És altament recomanable que els armaris elèctrics estiguin situats en el mateix lloc on es troben els equips de bombeig per tal de facilitar les tasques de manteniment.

En els casos on la font ornamental estigui realitzada amb bombes submergibles, l'armari elèctric s'haurà d'emplaçar el més a prop possible de la font ornamental i, en el cas que es trobi a l'aire lliure, protegit amb un embolcall metàl·lic amb clau.

12.2. CONTROLADORS DE LA FONT

La font ha de disposar d'una autonomia per a la seva posada en funcionament, per tal d'evitar que la persona encarregada del manteniment n'hagi d'estar pendent constantment.

A aquest efecte hi ha diferents tipus de controladors, que descriurem a continuació:

■ 12.2.1. Relotges

En el cas de les fonts senzilles, disposaran necessàriament de com a mínim un rellotge per a l'encesa de les bombes i d'un altre per a l'encesa dels llums.

Cal diferenciar aquests dos tipus d'enceses per tal que la font no resti amb els llums permanentment encesos.

Pel que fa als llums, és preferible de disposar d'un rellotge astronòmic per tal de garantir l'estalvi energètic. Aquest tipus de rellotges van equipats amb un sistema de coordenades integrat que modifica l'horari en funció de l'època de l'any en la que es troba.

■ 12.2.2. PLC's

En les fonts una mica més complexes, la solució òptima és disposar d'un PLC que ajudi a controlar tots els elements d'encesa i aturada de la font i els possibles sistemes de seguretat.

Els PLC's incorporen pantalles tàctils que ens faciliten la manipulació d'horaris i sistemes de la font.

No obstant, aquests tipus d'equips requereixen de programadors especialitzats i encareixen inevitablement el producte final.

■ 12.2.3. Anemòmetres i pluviòmetres

Per tal de controlar el funcionament de la font segons les condicions atmosfèriques s'utilitzen:

- ▶ **Anemòmetres.** Necessaris per tal d'evitar que l'aigua d'un brollador vessi fora de la font quan el vent bufa excessivament.
- ▶ **Pluviòmetres.** S'utilitzen per a aturar la font els dies de pluja, ja que socialment no resulta gaire acceptable que una font funcioni quan plou.

13. Tipus d'enllumenat de la font

No cal dir que un element a bastament important d'una font és la seva il·luminació, ja que una font guanya molt de protagonisme quan està ben il·luminada.

Actualment, la tecnologia en aquest camp ha avançat molt i ens permet de realitzar grans il·luminacions a canvi de poc consum. No obstant, podem fer un breu repàs d'aquest i altres sistemes per adonar-nos de quina n'ha estat l'evolució.

13.1. LÀMPADES D'INCANDESCÈNCIA

Segons la localització i el grau de protecció IP, les podem classificar en:

- **En sec a l'interior d'una sala:** Aquest sistema es feia servir antigament ja que no existien focus submergibles. Es col·locaven els projectors en l'interior d'una cambra seca localitzada en la part inferior de la font. Això es traduïa en uns alts costos en tasques d'obra civil i en tasques de manteniment del vidre i la silicona (que impermeabilitzava el vidre). Avui en dia no té gaire sentit de fer servir aquest sistema, tot i que hi ha fonts que el segueixen utilitzant.
- **Submergibles:** Els projectors s'ubiquen en l'interior de la font per tal d'il·luminar els elements ornamentals.

13.2. LEDs

La tecnologia LED ha permès la substitució dels antics sistemes d'incandescència, afavorint un gran estalvi energètic.

Avui en dia és el sistema més utilitzat i, de fet, ja no s'acostuma ni a plantejar cap sistema que no funcioni amb aquesta tecnologia.

És més car que la incandescència, però aquest increment és perfectament amortitzable mitjançant l'estalvi que suposa en la factura de la llum i el canvi de làmpades, a més del rendiment lumínic.

14. Bibliografia

WEBS (CONSULTA 16 DE FEBRER DE 2012):

- Reglament electrotècnic de Baixa Tensió (REBT 2002 RD 842/2002):
<http://www.ffii.nova.es/puntoinformcyt/legislacionsi.asp?idregl=76>
- R.D. 865/2003, de 4 de juliol, pel qual s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i el control de la legionel·losi:
<http://www.boe.es/boe/dias/2003/07/18/pdfs/A28055-28069.pdf>
- Decret 352/2004, del 27 de juliol, pel qual s'estableixen els criteris higiènic-sanitaris per a la prevenció i el control de la legionel·losi:
http://www.gencat.cat/diari_c/4185/04202051.htm
- Informació per a la prevenció de la legionel·losi en fonts ornamentals:
http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/9_leg.pdf

The background of the slide is a close-up, slightly blurred photograph of a technical drawing or architectural plan. Several yellow folding rulers are laid out diagonally across the page, with their scales clearly visible. A pair of black compasses is also visible, resting on the drawing. The overall tone is professional and academic.

VIII

Organització d'un projecte



Lluís Fontanet i Roig,
Arquitecte tècnic

Índex Organització d'un projecte

1. Contractació.....	176
1.1. Qui fa l'encàrrec.....	176
1.2. Encàrrec.....	176
1.2.1. Què s'encarrega exactament.....	176
1.2.2. Documentació que cal aportar.....	176
1.2.3. Assessorament.....	177
1.3. Competències.....	177
1.4. Responsabilitats.....	177
1.5. Benefici de l'actuació professional.....	177
1.5.1. Ingressos.....	177
1.5.2. Despeses.....	178
2. Informació necessària.....	178
2.1. Diàleg amb el promotor.....	178
2.2. Informació Urbanística.....	178
2.3. Estudis previs existents.....	179
2.4. Informació de serveis/elements existents.....	179
2.4.1. Serveis existents de companyies.....	179
2.4.2. Serveis existents municipals.....	179
2.4.3. Afectacions a tercers (àmbit d'afectació).....	180
2.5. Directrius tècniques de redacció de projectes d'urbanització.....	180
2.5.1. Criteris de càlcul.....	180
2.5.2. Criteris de materials.....	180
2.5.3. Criteris de disseny.....	181

3. Organització formal d'un projecte	181
3.1. Memòria.....	181
3.2. Plànols.....	183
3.3. Pressupost	184
3.3.1. Documents d'un pressupost.....	184
3.3.2. Proposta de resum per capítols.....	184
3.4. Plec de condicions	185
3.5. Estudi de seguretat i salut.....	185
 4. Bibliografia.....	 186

1. Contractació.

1.1. QUI FA L'ENCÀRREC

Podem distingir entre dos tipus de promotors en un espai verd urbà: els privats i els públics. Quan el promotor és una entitat pública, la contractació de la redacció d'un projecte, o de la part que ens encomanin, segueix la llei de contractes de l'estat; mentre que, quan es tracta d'un promotor privat, aquesta contractació es realitza mitjançant la signatura d'un contracte o d'un full d'encàrrec professional.

Les administracions informen d'aquestes ofertes de feina a través de les seves pàgines web, en l'apartat que acostuma a denominar-se "perfil del contractant".

Els honoraris que es determinen per l'execució de les feines són lliures, tot i que és competència dels col·legis professionals d'assessorar al respecte.

Del 100% dels honoraris corresponents a un projecte, la proporció econòmica varia en funció del gremi. Els arquitectes i arquitectes tècnics comparteixen un criteri comú, pel qual és habitual que la redacció s'endugui el 70 % dels honoraris i la direcció d'obra el 30 %.

1.2. ENCÀRREC

■ 1.2.1. Què s'encarrega exactament

Hem de tenir molt clar que és el que se'ns està encarregant. L'encàrrec pot ser per a la realització d'un *estudi de detall*, un *projecte bàsic*, un *projecte executiu*, per a una *modificació de planejament*, un *projecte d'urbanització*, un *projecte de rehabilitació d'urbanització*...

Tot projecte executiu ha d'adjuntar un *estudi de seguretat i salut*. Donat que no és obligatori que el redactor de l'estudi de seguretat i salut sigui el mateix que el del projecte, ha de quedar clar si l'hem de realitzar nosaltres o no.

Hi ha alguns casos en que l'encàrrec de redacció també inclou la direcció d'obra posterior.

■ 1.2.2. Documentació que cal aportar

Existeixen diverses normatives que fan referència a la documentació que s'ha d'incloure en un projecte:

- Reial decret 314/2006 de 17 de març pel que s'aprova el Codi tècnic de la edificació
- Decret legislatiu 1/2010, de 3 d'agost, pel que s'aprova el text refós de la Llei d'urbanisme
- Llei 30/2007, de 30 d'octubre, de contractes del sector públic.
- ..

A priori, cal però que tinguem clar quina i quanta documentació s'ha d'aportar: nombre de plànols necessaris, nivell de definició del pressupost (no és el mateix fer una memòria valorada que un pressupost complert amb justificació de preus), si cal fer un estudi bàsic de seguretat i salut o un estudi de seguretat i salut...

A la vegada, cal definir quants exemplars del projecte cal presentar (a nivell de costos no és el mateix lliurar 2 que 7 còpies de la documentació).

■ 1.2.3. Assessorament

No només ens contracten per a redactar un projecte, sinó pels nostres coneixements. Tenim la competència i l'obligació d'assessorar, si no ens posen entrebancs i ens ho deixen fer.

1.3. COMPETÈNCIES

Cal disposar de la titulació universitària competent per a l'encàrrec rebut (per a l'assessorament podeu adreçar-vos al col·legi professional). En un espai verd podem trobar diverses titulacions:

Carreres superiors (abans del pla Bolonya): arquitecte, enginyer agrònom, enginyer de camins, canals i ports (ECCP), biòleg...

Carreres tècniques (abans del pla Bolonya): enginyer tècnic agrícola, arquitecte tècnic (aparellador), enginyer tècnic d'obres públiques (ETOP), topògraf...

Altres estudis: calculista d'estructures, enginyer d'instal·lacions (electricitat, industrial...).

1.4. RESPONSABILITATS

Hem de disposar d'una assegurança de responsabilitat civil, que ens cobrirà dels possibles danys que es deriven de deficiències en la redacció del projecte, errors de càlcul...

No existeix cap assegurança en el cas que es deriven responsabilitats penals de la nostra actuació, atès que es considera que l'actuació incorre en delictes.

Hem de ser conscients que durant l'execució de l'obra igualment podem prendre mal nosaltres, raó per la qual també necessitem una assegurança mèdica personal (autònom, assalariat, assegurança mèdica privada).

1.5. BENEFICI DE L'ACTUACIÓ PROFESSIONAL

■ 1.5.1. Ingressos

Les formes de pagament, el termini de pagament i altres aspectes relacionats han de quedar fixats en el moment de la contractació del treball professional. Es poden pactar pagaments parcials en funció del lliurament de la documentació, etcètera.

Sempre és aconsellable de no lliurar la documentació en format editable fins després del cobrament final dels honoraris. És a dir, podem lliurar la informació en format paper i en format pdf, i posteriorment lliurar els fitxers DOC, DWG, TCQ...

■ 1.5.2. Despeses

En tant que redactors hem de ser conscients que s'hauran de fer càlculs (estructurals, hidràulics, elèctrics, del reg), pressuposts..., pel que s'ha de preveure si necessitarem d'especialistes i per tant tindrem despeses pels serveis d'altres tècnics.

No hem d'oblidar-nos d'altres costos, com per exemple pot ser una *assegurança decennial*, que si hem de contractar-la generarà una despesa durant 10 anys un cop finalitzem la nostra activitat.

Els nostres honoraris són fixes un cop fet l'encàrrec de redacció d'un projecte, pel que pel nostre benefici econòmic cal que a priori es defineixi bé l'encàrrec i d'aquesta manera no haver de fer més feina de la necessària.

2. Informació necessària

2.1. DIÀLEG AMB EL PROMOTOR

Hem de tenir clar què se'ns demana i què se n'espera de l'espai urbanitzat, raó per la qual el diàleg amb el promotor, o el responsable de l'encàrrec, és bàsic i totalment necessari. Evitar els malentesos ens estalviarà molt de temps en la redacció, i permetrà que no calgui fer moltes versions de la proposta.

Com ja hem indicat, podem trobar-nos dos tipus de promotors: privats o públics. Sigui quin sigui el tipus de promotor, quasi sempre el gestor final d'un espai públic acaba esdevenint una administració, pel que sempre serà necessari el diàleg amb aquesta.

Un cas en que el promotor és de tipus privat és quan, per exemple, l'espai públic es genera per a una Unitat d'Actuació en que el promotor haurà de cedir l'espai urbanitzat a un ajuntament. Un altre cas seria quan ens trobem una urbanització promoguda per una Junta de Compensació, en el qual s'urbanitzen terrenys qualificats com a "*urbanitzable programat*".

També podem trobar-nos que el promotor sigui una altra administració que posteriorment acaba cedint l'espai urbanitzat a l'ens local. Aquest seria el cas de les obres promogudes per l'INCASOL, Mancomunitat de Municipis, Empreses municipals d'habitatges...

Cal preveure sempre que l'usuari final ha de poder assumir el cost del manteniment de l'obra realitzada. A vegades les administracions poden rebre grans subvencions per a la construcció d'un espai, però cal no oblidar en el projecte que la intervenció s'ha d'ajustar a les possibilitats del pressupost destinat al manteniment de l'ens local pertinent.

2.2. INFORMACIÓ URBANÍSTICA

La informació urbanística és la informació que necessitem per a saber les característiques de l'espai en el que estem treballant. No podem construir una gasolinera es un espai qualificat com a espai verd, o un carril bicicleta en una reserva d'espai per a una futura via de tren. Per a conèixer aquesta informació cal que consultem el següent:

- 】 Planejament urbanístic del municipi.
- 】 Qualificació urbanística de l'espai.
- 】 Disponibilitat dels terrenys.
- 】 Àmbits de prospecció arqueològica...
- 】 ...

2.3. ESTUDIS PREVIS EXISTENTS

Són els estudis ja realitzats que ens ajudaran o guiaran en el desenvolupament del nostre projecte. Aquests poden ser:

- 】 Plans parcials d'aplicació.
- 】 Plans de mobilitat
- 】 Estudis geotècnics.
- 】 Estudi de conques hidrogràfiques
- 】 ...

2.4. INFORMACIÓ DE SERVEIS/ELEMENTS EXISTENTS

■ 2.4.1. Serveis existents de companyies

És molt important d'obtenir la informació de la localització de les infraestructures de serveis existents, tant per a les connexions que calgui fer en el nostre projecte com per a evitar el risc i l'alt cost que pot representar l'afectació accidental d'una xarxa existent.

Molta d'aquesta informació es pot obtenir de la web <https://ewise.acefat.com>, o a través de les companyies de la zona encarregades dels serveis de:

- 】 Gas Natural.
- 】 Aigua.
- 】 Electricitat.
- 】 Telecomunicacions.

■ 2.4.2. Serveis existents municipals.

Algunes de les infraestructures de serveis depenen directament dels municipis i cal consultar-los a ells la seva localització i característiques. Aquest és el cas de:

- 】 Sanejament (clavegueram), tant en baixa com col·lectors en alta.
- 】 Enllumenat públic.
- 】 Semaforització.

- RSU - recollida pneumàtica de residus urbans.
- Telecomunicacions: xarxa privada municipal.

■ 2.4.3. Afectacions a tercers (àmbit d'afectació)

Si el nostre projecte es troba en l'àmbit d'afectació de determinades infraestructures o d'espais amb una protecció específica, caldrà realitzar les consultes i aprovacions si s'escau de l'ens gestor que correspongui. Els àmbits on ens podem trobar aquestes afectacions són:

- Ferrocarrils.
- Aeroports.
- Carreteres
- Costes.
- Espais fluvials.

2.5. DIRECTRIUS TÈCNiques DE REDACCIó DE PROJECTES D'URBANITZACIó

Molts ens locals solen disposar d'unes directrius tècniques bàsiques, que són el punt de partida tècnic que ha de regir la redacció del nostre projecte. Poden afectar a diferents criteris, tal com s'explica en els punts que segueixen.

■ 2.5.1. Criteris de càlcul.

Cal que ens indiquin els barems de càlcul de les instal·lacions que utilitza el municipi. És important, ja que és possible que els criteris municipals siguin més restrictius que els indicats per la normativa. Com per exemple:

- Clavegueram: xarxa unitària o separativa, període de retorn...
- Enllumenat públic: nivells lumínics, uniformitat, coeficient de manteniment, caiguda màxima de tensió permesa (per exemple, el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió -REBT- indica que la caiguda màxima de tensió d'una línia és el 3%, però pot ser que el municipi obligui a que sigui el 2% per a permetre futures ampliacions de línia).
- Xarxa de reg: límits en cabals de comptadors a contractar d'aigua (afecta al número de sectors de la xarxa de reg)...

■ 2.5.2. Criteris de materials.

Hem de conèixer quins materials/elements estan permesos o prohibits en el municipi. Com per exemple:

- Clavegueram: tipus/material dels tubs de clavegueram, models homologats de tapes de registre...
- Enllumenat públic: tipus de llum (VSAP, VHM...), telegestió...
- Xarxa de reg: qualitat del tubs de reg (alimentari o agrícola), models homologats de programadors de reg, emissors, marques de telegestió...

■ 2.5.3. Criteris de disseny.

Ens han d'indicar quins criteris estàndards de disseny s'empren al municipi. Com per exemple:

- ▶ Clavegueram: distància màxima entre pous de registre, autorització d'arquetes cegues...
- ▶ Enllumenat Públic: alçada màxima dels projectors, ubicacions no permeses...
- ▶ Xarxa de reg: distància màxima entre boques de reg, ús d'aigua regenerada...

3. Organització formal d'un projecte

El projecte que haurem de lliurar al final del nostre encàrrec haurà de tenir tota la documentació necessària per a la seva execució per part del promotor, ja que serà un document annex al contracte que es signarà entre el promotor i l'empresa constructora.

Quan el promotor no sigui una administració pública, haurem de lliurar-lo visat, mentre que en cas contrari només cal que sigui aprovat per part d'aquesta administració.

És molt important no cometre errors i que els diversos documents del projecte tinguin coherència i diguin el mateix. Per exemple, si a la memòria s'indica que el paviment de sauló portarà drenatge, cal que aquest estigui dibuixat en el plànol de drenatge i comptat en el pressupost. Si, en canvi, s'indica a la memòria que la barana serà d'inoxidable, en el plànol de detall diu que és galvanitzada i en el pressupost la tenim pintada segur que se'n presentarà un problema en el moment de l'execució.

Com a norma general un projecte està estructurat tal com es recull en els punts que segueixen.

3.1. MEMÒRIA

És on s'explica amb paraules en què consisteix el projecte. Qui és el promotor, quin cost té, quins serveis l'afecten, quines normatives ha de complir, com són els materials...

Els capítols que normalment s'inclouen en una memòria són els següents:

- 1.- Descripció del projecte.
 - 1.1.- Objecte del projecte.
 - 1.2.- Emplaçament.
 - 1.3.- Promotor.
 - 1.4.- Condicionaments generals.
 - 1.5.- Informació urbanística.
 - 1.6.- Serveis afectats.
 - 1.7.- Estat actual.
 - 1.8.- Expropiacions i ocupacions temporals.
 - 1.9.- Fitxa estadística de l'obra.

- 2.- Justificació de la solució adoptada.
 - 2.1.- Solució adoptada.
 - 2.2.- Enderrocs.
 - 2.3.- Replanteig general. Topografia.
 - 2.4.- Moviment de terres.
 - 2.5.- Traçat.
 - 2.6.- Xarxa de drenatge i clavegueram.
 - 2.7.- Estructura i obra civil.
 - 2.8.- Xarxa de serveis.
 - 2.9.- Enllumenat públic.
 - 2.10.- Vialitat: ferm i pavimentació.
 - 2.11.- Semaforització. Senyalització.
 - 2.12.- Xarxa de reg.
 - 2.13.- Jardineria.
 - 2.14.- Mobiliari urbà.
 - 2.15.- Jocs infantils.
- 3.- Barreres arquitectòniques.
- 4.- Programa de treball del projecte.
- 5.- Termini d'execució.
- 6.- Programa de control de qualitat.
- 7.- Classificació del contractista.
- 8.- Justificació de preus.
- 9.- Pressupost.

Haurà de contenir a més les memòries annexes necessàries, de tal manera que justifiquin les afirmacions fetes en la memòria. Aquestes memòries per tant solen incloure càlculs, descripcions o justificacions tècniques sobre diferents capítols de la memòria. Generalment poden ser les següents:

- Antecedents i treballs previs.
- Planejament.
- Topogràfics, estudi geotècnics...
- Moviment de terres.
- Xarxa de drenatge.
- Ferms i paviments.
- Càlcul estructural de murs.
- Enllumenat.
- Reg.

- 】 Plantacions.
- 】 Senyalitzacions.
- 】 Serveis afectats.
- 】 Fitxa resum de l'actuació.
- 】 Justificació de preus.
- 】 ...

3.2. PLÀNOLS

És la documentació gràfica d'allò que s'ha projectat. Els plànols a adjuntar i escales més usuals són les següents:

- 】 Situació (1:10.000).
- 】 Emplaçament (1:5000).
- 】 Topogràfic (1:500 o inferior).
- 】 Estat actual (1:500 o inferior). Hauria d'incloure la informació de tots els serveis existents.
- 】 Proposta (1:500 o inferior). Aquest és el plànol que veuran els polítics, ciutadans..., pel que cal que estigui clar i consensuat per totes les parts. Fins que la proposta no està lligada no s'hauria de generar la resta del projecte.
- 】 Definició geomètrica (1:500 o inferior). És el plànol de replanteig.
- 】 Paviments (1:500 o inferior).
- 】 Instal·lacions (1:500 o inferior). Es realitza un plànol per a cada tipus d'instal·lació com ara enllumenat, drenatge i clavegueram, reg, semaforització... S'ha d'incloure tant la informació dels serveis propis com del afectats.
- 】 Obres de fàbrica, estructures i murs.
- 】 Plantacions (1:500 o inferior).
- 】 Mobiliari urbà i àrees de jocs (1:500 o inferior).
- 】 Senyalitzacions (1:500 o inferior).
- 】 Detalls (1:50, 1:10 ...).
- 】 ...

Si el municipi on hem de realitzar el projecte no té una cartografia actualitzada, en webs com la de l'Institut Cartogràfic de Catalunya se'n pot extreure documentació gràfica útil.

3.3. PRESSUPOST

El pressupost és la relació valorada de les partides d'obra que formen part del projecte. Molts cops ens indiquen quin és el pressupost màxim per a fer l'actuació, fet que ens marcarà el tipus d'actuació que podrem portar a terme.

■ 3.3.1. Documents d'un pressupost

Els documents que s'inclouen en un pressupost són:

- Quadre de preus n.I. És el document en que s'indica la descripció de la partida i l'import en número i lletra.
- Quadre de preus n.II. És el document en que hi ha la justificació de preus de la partida, sense comptar la mà d'obra, és a dir, materials i maquinària. Aquest document s'utilitza en els casos en que alguna de les parts rescindeixi el contracte, ja que l'altre pot reclamar indemnització econòmica de la part material.
- Justificació de preus. És el document en el qual hi ha el desglossament dels elements que conformen una partida d'obra.
- Amidaments. És el desglossament de l'amidament de cada partida d'obra. Les unitats de mesura usuals són: U (unitats), M o ML (metre lineal), M² (metre quadrat), M³ (metre cúbic), KG (Quilogram), HA (Hectàrea), PA (partida alçada).
- Relació valorada. És la multiplicació de l'amidament pel preu unitari de cada partida.
- Resum de pressupost. És el resum per capítols de la relació valorada.
- Últim full (PEM, DG, BI, PEC). La suma de la relació valorada rep el nom de *Pressupost d'execució material* (PEM). Per tal que una empresa funcioni, necessita una sèrie de despeses estructurals alienes a l'obra, aquestes despeses tenen el nom de *Despeses generals* (DG) i la llei indica que són un 13% del PEM. La llei indica també que el *Benefici industrial* (BI) sigui del 6% del PEM. Ja portem el 19%. A la suma del PEM + DG + BI li apliquem el 18% de l'IVA i obtindrem el *Pressupost d'execució per contracte* (PEC), que és el 1,4042 del PEM.

Podem obtenir els preus de les diferents partides necessàries per a l'execució del nostre projecte dels bancs de preus existents (banc de l'ITEC, Base de preus de jardineria i paisatgisme BPJP09, *Base de precios paisajismo 2011...*).

Per a l'elaboració dels documents del pressupost existeixen diferents programes molt útils com ara: TCQ, Presto, Menfis, Arquímides...

■ 3.3.2. Proposta de resum per capítols.

Els capítols amb els que es proposa que es divideixi el pressupost d'un espai verd són els següents:

- Enderrocs i moviment de terres.
- Sanejament i drenatge.
- Ram de paleta.
- Paviments.

- » Enllumenat públic.
- » Xarxa de reg.
- » Jardineria.
- » Mobiliari urbà i jocs infantils.
- » Senyalització i semaforització.
- » Serveis afectats.
- » Seguretat i salut.

3.4. PLEC DE CONDICIONS

En un projecte d'obres, els *Plec de condicions* o *clàusules*, són els documents on es regulen les condicions tècniques, jurídiques i administratives d'una contractació. Poden ser de dos tipus: de *Condicions tècniques* o de *Condicions administratives*. Pel seu caràcter de regulador en les obligacions de les parts normalment ja estan normalitzats per l'entitat contractant.

El *Plec de condicions tècniques* és el document que indica com s'ha d'executar, quins són els límits de qualitat, límits de tolerància en l'execució i com cal mesurar-ho. Quan hi ha problemes en l'execució de les obres és el document que ens ajudarà a resoldre les discrepàncies existents.

El *Plec de clàusules administratives* apareix quan es lícita l'obra i és on es regulen els aspectes jurídics i econòmics. Aquest document no l'acostuma a elaborar el redactor del projecte sinó els serveis jurídics de l'entitat contractant.

3.5. ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

És un "miniprojecte" per si sol, per tant està format per una memòria, plànols, plec de condicions i pressupost. El seu contingut queda regulat per l'article 5 del Reial decret 1627/97, de 24 d'octubre (BOE de 25 d'octubre), pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció, així com la Llei 31/1995, de 8 de novembre de prevenció de riscos laborals, el RD 171/2004, de 30 de gener, el RD 604/2006 de 19 de maig i posteriors.

Quan es compleixen determinats requisits, en lloc de l'*Estudi de seguretat i salut*, només cal elaborar un *Estudi bàsic* i no cal incloure plànols, amidaments i pressupost. Els requisits que s'han de complir per a realitzar un *Estudi bàsic* són:

- » L'obra no ha de ser de túnels, galeries, conduccions subterrànies ni preses.
- » El PEM ha de ser inferior a 450.000 €.
- » La durada estimada de les obres ha de ser inferior a 30 dies laborables.
- » No pot haver-hi en cap moment més de 20 treballadors simultàniament.
- » La suma del total de dies de treball de tots els treballadors ha de ser inferior a 500 dies.

4. Bibliografia

WEBS (CONSULTA 16 DE FEBRER DE 2012):

- Guia per a la redacció de projectes d'obra civil i espais verds de l'AMB
www.amb.cat
- Informació de serveis:
<https://ewise.acefat.com>
- Institut cartogràfic de Catalunya
www.icc.cat
- Llei 30/2007, de 30 d'octubre, de contractes del sector públic
www.boe.es/boe/dias/2007/10/31/pdfs/A44336-44436.pdf
- Reial decret 314/2006 de 17 de març pel que s'aprova el Codi tècnic de la edificació
www.boe.es/boe/dias/2006/03/28/pdfs/A11816-11831.pdf



Dissenyar un espai verd urbà és molt més que conjugar criteris estètics i conceptuals. Si no volem que l'espai fracassi en poc temps, hem de considerar un ampli ventall d'aspectes tècnics que n'assegurin la funcionalitat, la seguretat i la sostenibilitat.

En aquesta Guia, sota la direcció de l'enginyer agrònom i tècnic municipal de parcs i jardins Joan Gual i Martí, un equip multidisciplinari de professionals dels espais verds desenvolupa els més rellevants d'aquests criteris tècnics necessaris. Entre d'altres, es destaquen aspectes tals com l'ordenació, l'accessibilitat, el drenatge, el paviment, l'enllumenat, la vegetació, el reg, la seguretat dels jocs infantils, els elements ornamentals d'aigua o el rigor necessari en la redacció del projecte.

Recollint les principals normatives d'aplicació, criteris de disseny i càlcul, així com recomanacions i solucions pràctiques aportades pels propis autors i autores, aquesta Guia esdevé un document útil i de referència per al projectista.