

LA COBERTURA DE L'ARBRAT A LA CIUTAT

CIUTATS PER A VIURE



**Diputació
Barcelona**



**Diputació
Barcelona**

Àrea d'Acció Climàtica

Gerència de Serveis de Medi Ambient
Oficina Tècnica d'Educació i Promoció Ambiental
Comte d'Urgell, 187
Edifici del Relotge, 2a planta
08036 Barcelona
Tel. 934 022 949
ot.educaciopa@diba.cat

LA COBERTURA DE L'ARBRAT A LA CIUTAT

CIUTATS PER A VIURE



**Diputació
Barcelona**

Redacció

Arbol, Investigación y Gestión, S.L. - www.doctorearbol.com

Carmina Ramírez Yébenes, Biòloga

Gerard Passola Parcerissa, Biòleg

Susana Brosed Bolea, Paisatgista

Coordinació

Eulàlia Codinach Vanaclocha

Oficina Tècnica de Canvi Climàtic i Sostenibilitat.

Àrea de Medi Ambient. Diputació de Barcelona

Il·lustracions

Susana Brosed Bolea, Paisatgista

Fotografies

www.unsplash.com

Disseny i maquetació

Btcom

Susana Brosed Bolea

© del text: els autors

© de l'edició: Diputació de Barcelona

Barcelona, agost 2019

ÍNDEX

1 / Introducció	6
2 / Definició de <i>URBAN FORESTRY</i>	7
3 / Beneficis associats al <i>URBAN FORESTRY</i>	13
3.1 / L'arbrat com a màxim generador de beneficis	13
3.2 / Valoració dels beneficis en funció de l'escala	22
4 / La cobertura dels arbres	23
5 / Funcionalitats pràctiques a l'hora de gestionar les nostres infraestructures verdes mitjançant la cobertura arbòria	26
5.1 / Planificació de noves plantacions amb criteris de cobertura arbòria	28
5.2 / Disseny i estratègies dels llocs de plantació. Cas d'estudi 1	32
5.3 / Planificació de la poda de l'arbrat amb criteris de cobertura arbòria. Cas d'estudi 2	47
6 / Factors de la gestió ordinària afavorits per una gestió de la cobertura eficient	52
6.1 / La salut de l'arbrat	53
6.2 / La gestió de les plantacions	53
6.3 / Un manteniment adequat	54
6.4 / La gestió del risc	54
6.5 / La gestió del reg	54
6.6 / Millora de la diversitat vegetal i faunística	55
7 / Com determinar la cobertura que tenim a la nostra ciutat	56
7.1 / L'índex de vegetació diferenciada normalitzada: NDVI	56
7.2 / Càlcul de la cobertura arbòria: I-Tree Canopy	60
7.3 / Càlcul de la cobertura arbòria: Satèl·lits	62
7.4 / Càlcul de la cobertura arbòria: Sistema LIDAR	63
7.5 / Càlcul de la cobertura arbòria: Estimació mitjançant l'inventari	64
8 / Referències internacionals i nacionals	65

1/ INTRODUCCIÓ

Aquesta guia s'ha redactat amb l'objectiu d'apropar els nostres coneixements a la gestió pràctica de les infraestructures verdes urbanes. Gestionant les nostres àrees verdes i el nostre arbrat urbà podem augmentar la nostra salut, la qualitat del medi, el nostre benestar, i l'adaptació i reducció del canvi climàtic.

Cada vegada més, s'estudia la relació de les infraestructures verdes, parcs, jardins, arbres..., amb més aspectes de la vida humana, especialment en ciutats, i les conclusions no fan sinó reafirmar la seva necessitat per fer-la més HABITABLE, SANA I RESILIENT. És des d'aquest punt de vista que l'esforç per a la millora de les àrees verdes té un autèntic sentit i es converteix en una eina imprescindible per a la construcció de ciutats més humanes.

Els estudis científics sobre el canvi climàtic indiquen que les nostres ciutats s'enfrontaran a unes temperatures més altes, sequeres, augment de la contaminació, empitjorament de la salut i clima extrem, com es representa en el Tercer informe sobre el Canvi Climàtic a Catalunya.

També indiquen que la xarxa d'espais verds i arbrat urbà aporten grans beneficis pel que fa a aquestes amenaces, ajuden a mitigar l'efecte illa de calor, millorar

la qualitat de l'aire, captar l'aigua de pluja, millorar la nostra salut i per tant, augmentar la nostra qualitat de vida.

Aquesta visió ens du a plantejar-nos els espais verds i l'arbrat urbà com un recurs que ens aporta beneficis necessaris per al nostre dia a dia, dels que no podem prescindir, i que per tant, és necessari conservar, millorar i adaptar-nos al nous escenaris.

Històricament, les ciutats s'han desenvolupat a través de plans urbanístics generant "infraestructures grises" en un entorn industrialitzat, però avui en dia, les necessitats són diferents, necessitem d'una connexió amb la natura més oberta i dinàmica, on la nostra salut, benestar, socialització i comunicació, formin part d'un entorn més humanitzat i naturalitzat.

D'aquest concepte sorgeix el que es coneix com *ecologia urbana*, l'objecte de la qual són les interrelacions entre els habitants d'un entorn urbà i les seves múltiples interaccions amb l'ambient. És indubtable admetre que l'ecologia urbana ofereix grans beneficis i està estretament interrelacionada amb les diferents àrees municipals com són urbanisme, mobilitat, infraestructures, qualitat de l'aire, etc.

2/ DEFINICIÓ DE URBAN FORESTRY

Cada vegada més, els estudis demostren que els espais verds, a més de ser aliats per a la construcció de resiliència, intervenen de manera extraordinària en la millora de la qualitat de vida de les persones a les ciutats. Entre les diferents maneres en que apareixen les àrees verdes dins les ciutats, l'arbrat urbà en constitueix la més significativa, degut a la relació directa que estableix l'arbre amb l'espai dels carrers i de la població en general.

El gran nombre de beneficis que és capaç de generar l'arbrat urbà afecta a multitud d'aspectes de la vida a la ciutat, a tants i de manera tan intensa que podem afirmar que la vida digna a la ciutat és possi-

ble, tan sols, gràcies a la seva presència. Per això, la gestió dels arbres no és un tema menor, i ha d'entendre's com un dels aspectes de major transcendència en la gestió de les ciutats actuals. Només així es podrà garantir el màxim de beneficis de l'arbrat.

Urban Forestry és el nou concepte acceptat a nivell mundial per a la gestió de l'arbrat urbà i dels espais verds (Infraestructura Verda Urbana). L'objectiu principal d'aquesta disciplina rau en la millora del medi ambient urbà mitjançant la plantació, manteniment i conservació de l'arbrat urbà, així com també la investigació i divulgació dels beneficis que aquest és capaç de generar.

OBJECTIUS DEL URBAN FORESTRY

Augmentar la cobertura verda

Crear un patrimoni verd sa i segur

Proporcionar l'espai adequat per a que l'arbre es desenvolupi de manera correcta i saludable

Augmentar la biodiversitat d'espècies per tal d'aconseguir una major resiliència

Plantar "L'arbre correcte en el lloc correcte" (Alex T. Shigo)

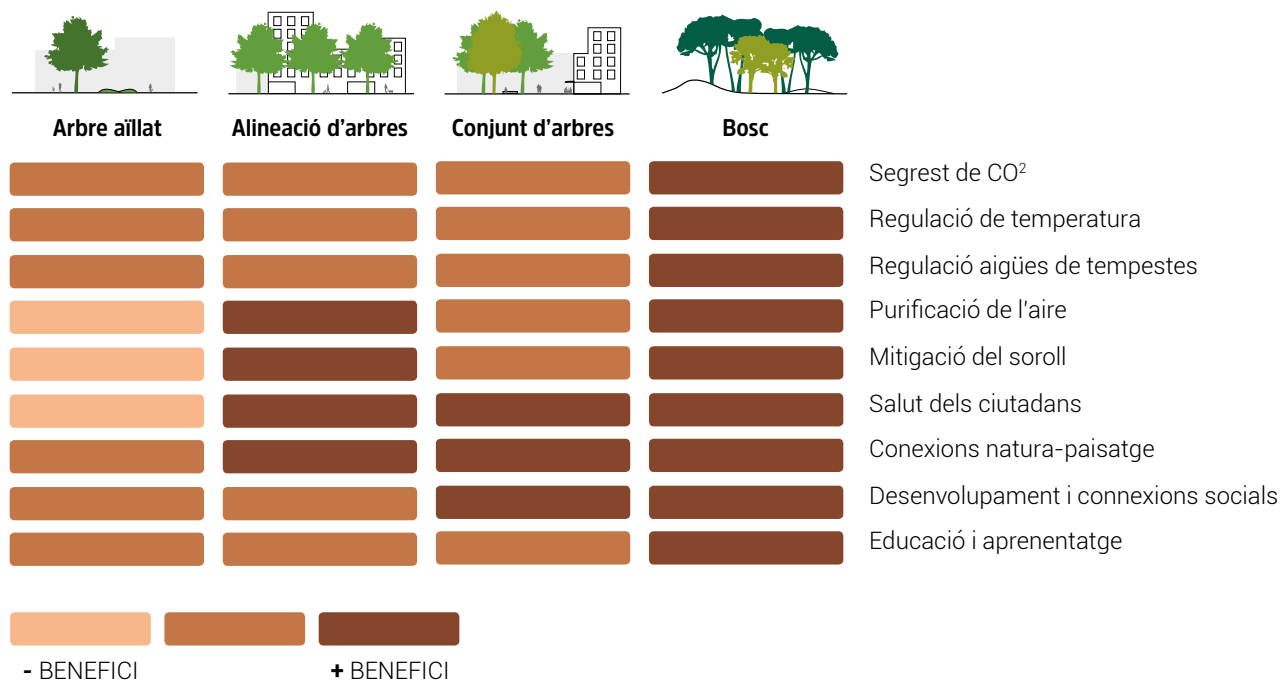
Hem de ser molt conscients que el concepte d'*Urban Tree Forestry* no és merament un concepte relacionat amb la jardineria, va molt més enllà; tracta d'associar idees i aspectes complexos que configuren l'ecosistema urbà actual amb la finalitat de fer que aquest sigui sostenible en l'espai i el temps. Un projecte d'*Urban Forestry* s'inicia coneixent quins seran els beneficis que ens generaran els arbres que plantarem, els quals seran descrits més endavant en aquest document.

El gran desafiament de les ciutats d'avui en dia és aconseguir un equilibri, és a dir, una convivència harmoniosa entre el desenvolupament urbà i la natura. Això implica planificar el creixement de les urbs de tal manera que les espècies vegetals comptin amb l'espai adequat per establir-se i aconseguir un desenvolupament correcte.

UN ARBRE NO FA UN BOSC

Un arbre aïllat o distant d'altres no és capaç de crear un clima local equilibrat i està exposat al vent i a les inclemències del temps. Dit d'una altra manera, ho té difícil per sobreviure. Però les comunitats d'arbres que configuren el verd urbà creen un ecosistema que esmorteix la calor i el fred extrems, emmagatzemen certa quantitat d'aigua i augmenten la humitat ambiental, entre d'altres coses (Wohlleben, 2016). Per tant, els beneficis potencials que

poden oferir els arbres a la societat poden ser copsats quan els individus són concebuts com un tot, com, tal vegada, un super organisme el qual és alimentat de les sinèrgies aparegudes pel conjunt d'arbres que el conformen. A continuació es mostra una matriu on es pot observar en quin grau els arbres generen més o menys beneficis en funció de com sigui la seva disposició dins de la ciutat.

**Figura 1**

Matriu elaborada a partir del document *Delivery of ecosystem services by urban forests* (Davies H. et al., 2017)

LA COBERTURA ARBÒRIA: LA RESPOSTA A (GAIREBÉ) TOT

Es podria dir, sense gaire marge d'error, que la proporció de cobertura verda és potser el paràmetre més important del verd urbà, atès que els valors de les altres variables van a l'alça o a la baixa en funció del comportament d'aquest. En altres paraules, es podria definir la **cobertura arbòria** com la força motriu que s'amaga rere la capacitat dels ar-

bres de proporcionar beneficis a una comunitat. D'aquesta manera, tal i com constaten Clark et al., (1997), l'extensió de la cobertura verda d'una ciutat esdevé un indicador de la sostenibilitat del verd urbà d'aquesta. I la cobertura depèn, sobretot, de la quantitat de fulla.

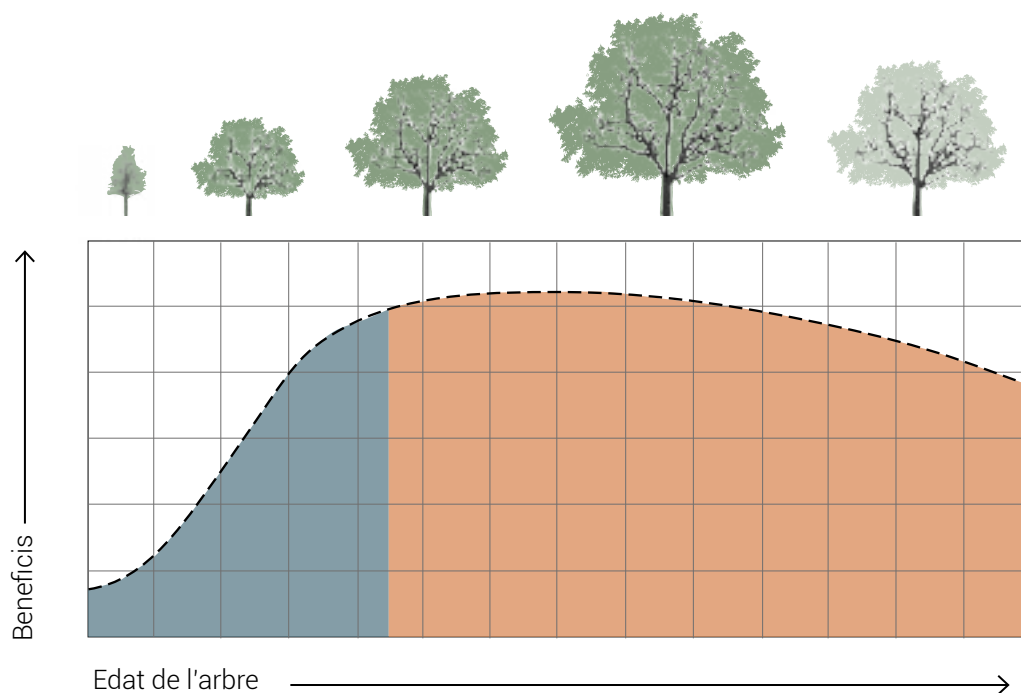


Figura 2
Representació esquemàtica que mostra la relació que es dona entre els beneficis generats pels arbres i la seva àrea foliar, mida i edat

Ara bé, cal recalcar que aquí s'està fent referència a un conjunt d'individus que tenen en comú el fet de compartir un mateix espai, però si aquest anàlisi es trasllada a nivell individual, els beneficis que pot aportar un arbre són proporcionals a la seva mida. Això és degut a que els beneficis associats als arbres depenen de la seva massa

foliar (Ross, 2008). Podem dir doncs, que *necessitem fulles, no arbres* (D. Nowak).

Per tant, la situació ideal a aconseguir és una elevada proporció de cobertura verda, la qual estigui conformada per pocs individus de grans dimensions.

NO EXISTEIX L'ARBRE PERFECTE

Degut a la complexa realitat de les ciutats d'avui en dia, tot arbre és susceptible de generar algun problema, per mínim que sigui, als ciutadans (producció de fruits enganxosos, pèrdues de mirandes, acumulació de fulles seques als carrers...) però, sent conscients de que tot té els seus pros i les seves contres, els beneficis que genera la seva presència superen, amb

escreix, qualsevol tipus de problema plantejable. Si la solució passés per eliminar els arbres susceptibles a generar aquests problemes, acabaríem desarboritzant la ciutat. Per tant, en el procés de selecció de l'arbrat per a plantació, és d'importància capital seguir la premissa l'arbre adequat, en el lloc adequat, explicada en l'apartat següent.

Per a una mateixa proporció de cobertura verda



Figura 3

Representació esquemàtica que compara l'escenari actual (molts arbres de port petit) respecte l'escenari ideal (menys arbres però de port gran) dels arbres de ciutat donada una mateixa proporció de cobertura verda

“L'ARBRE ADEQUAT, EN EL LLOC ADEQUAT”

“L'arbre adequat, en el lloc adequat”, premissa encunyada pel biòleg Alex T. Shigo, defineix molt bé un dels pilars fonamentals en què se sustenta la gestió del verd urbà: escollir l'espècie que més s'adapti a l'ambient on haurà de viure per evitar, d'aquesta manera, estressos gratuïts tant a nivell de salut, per part de l'arbre, com econòmic, per part nostra. Esdevé, per tant, de vital importància decidir raonadament i a consciència l'arbre que ha de ser plantat i ser coneixedors dels requeriments que necessita, quines variables l'afectaran, l'espai on haurà d'ubicar-se, així com els altres serveis i activitats de la via pública amb què es relacionarà. De

fet, alguns autors són del parer que la plantació d'un arbre hauria de dur-se a terme amb la participació dels veïns del barri. D'aquesta manera, s'aconsegueix que la ciutadania se senti part íntegra i responsable del procés, sentint que allò els pertany i assegurant, així, un èxit major per a que la iniciativa tiri endavant.

Cal no oblidar que els arbres acompanyen els ciutadans, de la mateixa manera que els ciutadans acompanyen els arbres, per tant, els arbres esdevindran una herència molt preuada per a les properes generacions, complint-se així, el principi de sostenibilitat.



3/ BENEFICIS ASSOCIATS AL URBAN FORESTRY

3.1. L'arbrat urbà com a màxim generador de beneficis

A continuació detallarem només alguns dels beneficis principals que l'arbrat urbà té la potencialitat de generar, i ho farem de manera concisa, ja que són innumbrables les referències i estudis publicats que els evidencien i de-

tallen. Tot aquest conjunt de beneficis –anomenats també *serveis ecosistèmics*– contribueixen substancialment en la millora de la salut i qualitat de vida dels ciutadans, esdevenint, d'aquesta manera, un element clau per a la ciutat.

3.1.1. BENEFICIS DE CAIRE AMBIENTAL

MILLORA DE LA QUALITAT DE L'AIRE

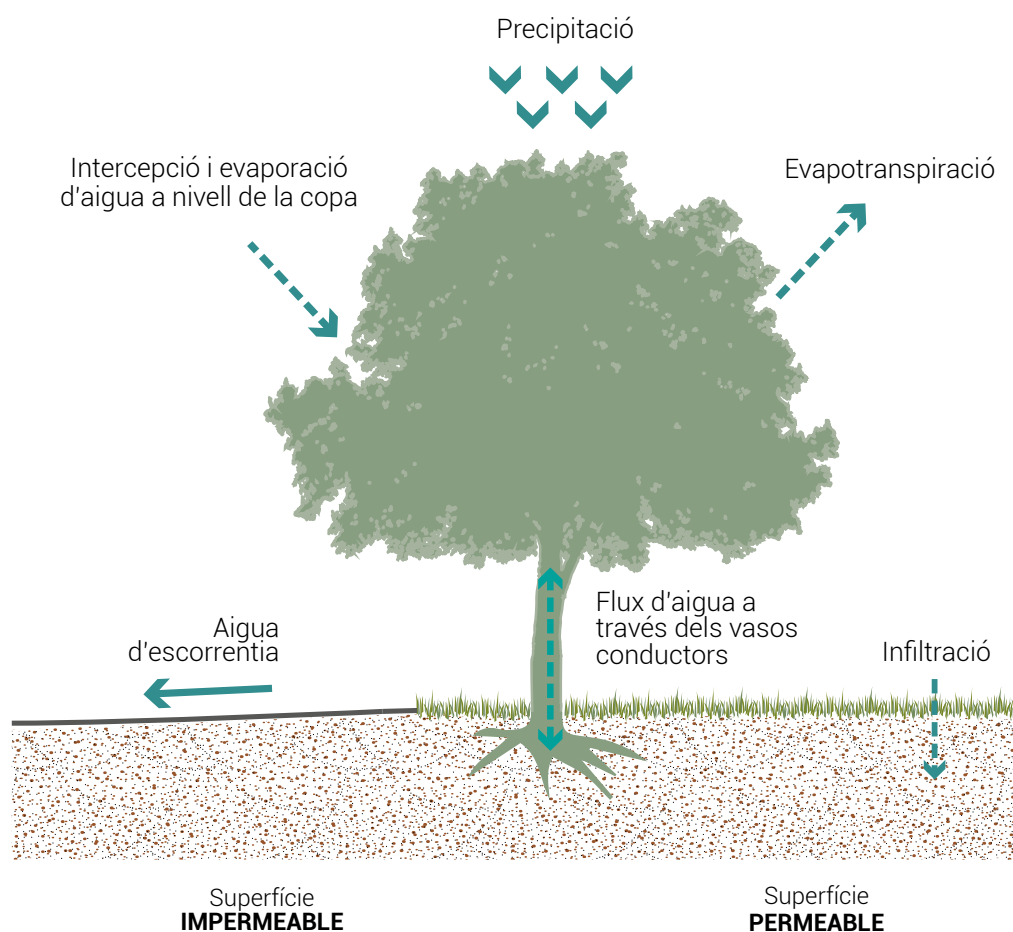
L'arbrat urbà influeix en la qualitat de l'aire, sobretot a nivell local:

- És un filtre de contaminants atmosfèrics, sobretot de petites partícules causants del deteriorament de la salut (asma, malalties pulmonars, malalties cardiorespiratòries, al·lèrgies...) incloent NO₂, SO₂, CO₂ i PM_{2,5}
- Capta el CO₂ atmosfèric, influenciant el cicle del carboni tant a nivell local com regional.
- Afavoreix la recirculació de l'aire mitgant la temperatura, controlant la humitat de l'aire, els vents, creant ambients protectors enfront de meteorologies extremes, etc...

L'arbrat urbà és un filtre de contaminants atmosfèrics, capta CO₂, millora la qualitat de l'aire i regula la temperatura.

AUGMENT DE LA CAPTACIÓ D'AIGUA I MILLORA DE LA SEVA QUALITAT

L'arbrat i les zones permeables dels espais verds són àrees que intercepten, retenen, i per tant, disminueixen el flux de la precipitació fluvial que arriba a terra, tancant així, el cicle de l'aigua al tornar-lo a les capes freàtiques o a l'atmosfera mitjançant l'evapotranspiració.



Les arrels absorbeixen la humitat del sòl i augmenten el potencial d'emmagatzematge de l'aigua d'escorrentia.

Figura 4
Representació esquemàtica sobre les interaccions que es donen entre l'aigua i l'arbre urbà

- Intercepten la quantitat d'aigua rebuda durant les tempestes, fent que s'alenteixi el cabal d'aigua que arriba als sòls i reduint, així, el dany per erosió.
- Retenen l'aigua caiguda durant les tempestes, reduint la velocitat d'escorrentia i disminuint considerablement els danys a terra i el risc d'inundacions.
- Capten l'aigua superficial, retinent-la a nivell radicular i canalitzant-la cap a les capes freàtiques.
- Filtren els contaminants a través del sistema radicular i l'àrea foliar retornant l'aigua més neta.

REDUCCIÓ DE L'EFFECTE ILLA DE CALOR A LA CIUTAT

Les infraestructures grises, edificacions, paviments... emmagatzemen i emeten calor, i juntament amb la contaminació atmosfèrica, la impermeabilització dels sòls, l'activitat industrial i l'ús massiu dels vehicles, augmenten, considerablement, la temperatures a les ciutats (*efecte Illa de calor*). Tal increment esdevé major en les zones del centre i va disminuint a mesura que augmenta la quantitat d'arbrat i de superfícies naturals.

Las copes dels arbres ajuden a esmorteir les temperatures extremes gràcies a la seva ombra, i la humitat ambiental s'incrementa degut a l'evapotranspiració.



Figura 5
Esquema gràfic del fenomen *Illa de calor*

- Esmorteix les temperatures extremes, disminuint les altes temperatures estivals gràcies a l'ombra de les seves copes.
- Redueix l'arribada de raigs UV a capes inferiors de la seva copa, arribant a reduir l'índex de radiació UV fins a un 50%.
- Incrementa la humitat ambiental degut a l'evapotranspiració i a la retenció de la humitat de cobertes vegetals inferiors, millorant la sensació tèrmica.
- La col·locació estratègica de l'arbrat urbà pot fer disminuir la temperatura de l'aire entre 2°C i 8°C.
- En carrers o paviments durs, l'ombra de les copes de l'arbrat urbà interfereix en la radiació de calor que incideix a terra i reté la captació de calor i emissió.

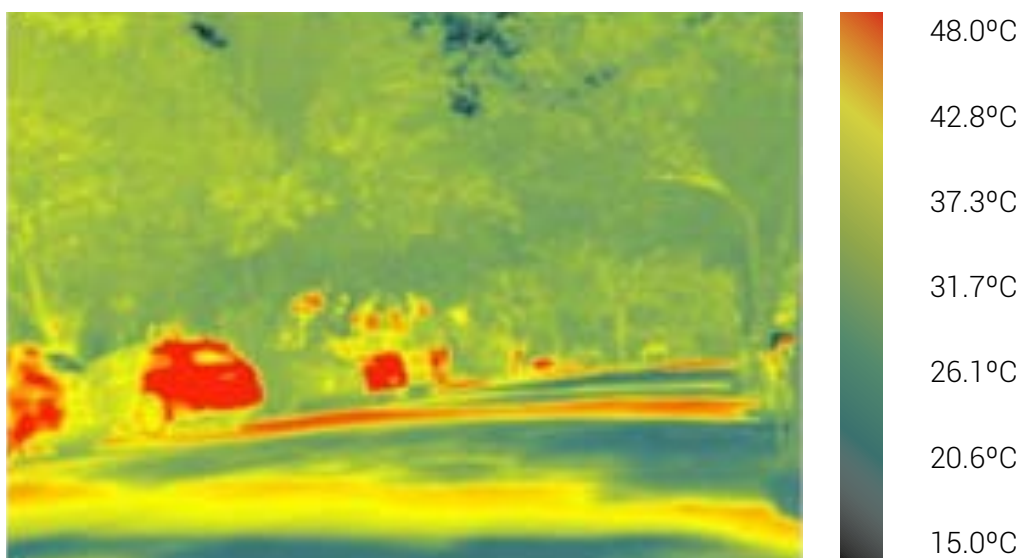


Figura 6
Temperatures recollides durant l'època estival d'una ubicació concreta d'una ciutat. La coloració verda fa referència als espais sota la influència de l'ombra de l'arbrat i la vermella a les zones on la influència de la vegetació és nul·la. Imatge estreta d'Internet

REDUCCIÓ DE LA CONTAMINACIÓ ACÚSTICA

L'arbrat urbà redueix la contaminació acústica, esmorteint el so transmès.

- Pot absorbir el soroll fins a un 20% gràcies a l'efecte barrera que exerceixen les seves capçades.
- El disseny estratègic combinat amb la vegetació i superfícies planes pot arribar a generar una disminució del soroll de fins a un 50%.

INCREMENT DE LA BIODIVERSITAT

Els arbres a les ciutats esdevenen grans refugis per a la fauna, ja sigui per l'aixopluc o pels aliments que els hi proporcionen.

Els arbres amb més potencialitat per a la biodiversitat són els de més edat, ja que tenen més espais i cavitats per a resguardar-la. Petits mamífers com ratpenats, ocells, petits rèptils i insectes, troben, en els arbres de la ciutat, tot allò necessari per al seu desenvolupament.

ESTALVI ENERGÈTIC

L'arbrat, situat estratègicament, aporta un estalvi energètic considerable, sobretot a nivell particular, en el consum d'electricitat i calefacció.

- Actuen com a tallavents i impermeabilitzants de construccions, reduint els requeriments de calefacció a l'hivern (entre un 10-15%) i d'aire condicionat a l'estiu (del 20-50%).



CREACIÓ DE CONNECTIVITAT VERTICAL I HORIZONTAL

La presència de connectivitat verda a nivell vertical i horitzontal fa que sigui possible la lliure circulació de fauna i flora.

L'arbrat urbà actua com element organitzador de la trama urbana, generant una cobertura verda al llarg dels carrers i donant escala humana als edificis. La connectivitat vertical es conjuga amb la connectivitat horitzontal per dotar de significat i identitat el paisatge urbà.



Figura 7
Esquema gràfic de la connectivitat horitzontal i vertical conferida per l'arbre.
Imatge estreta de l'Agència d'Ecologia Urbana de Barcelona

PROMOCIÓ DELS CORREDORS VERDS

La trama arbrada que confereix l'arbrat urbà actua de connector entre els diferents punts verds aïllats de la ciutat i els entorns naturals limítrofs.

3.1.2. BENEFICIS DE CAIRE SOCIAL

L'observació de la natura i el contacte amb ella i amb els paisatges naturalitzats és necessari per a crear un ambient de benestar i d'identitat en la comunitat.

MILLORA DE LA SALUT DE LES PERSONES

Els efectes de l'arbrat i dels paisatges naturals pel que fa a la salut dels ciutadans estan relacionats majoritàriament amb la qualitat de l'aire i l'efecte de benestar d'un paisatge naturalitzat.

El concepte de *biofilia* explica la necessitat de contacte amb la natura per al correcte desenvolupament psicològic humà.

- Milloren la intel·ligència, el control de les emocions, la creativitat, el sentit estètic, l'expressió verbal i la curiositat.
- Disminueixen el dèficit d'atenció i hiperactivitat en nens, influint positivament en la recuperació de trastorns generals del desenvolupament.
- Generen efectes preventius sobre la salut i reducció de morts prematures (especialment malalties cardiorespiratòries).
- Redueixen l'absentisme laboral.
- El contacte amb les diferents formes de natura, espais verds, arbrat... millora la salut de la comunitat.
- Els estudis científics demostren que aquests elements disminueixen els problemes de salut, especialment la depressió, l'ansietat i l'estrès, malalties cardíques, diabetis, dolor crònic de coll i esquena, asma, migranyes, etc.; a més de disminuir el temps de recuperació de les intervencions quirúrgiques, la tensió arterial, la freqüència cardíaca, les alteracions del sistema nerviós simpàtic... entre d'altres.

La pol·lució importa

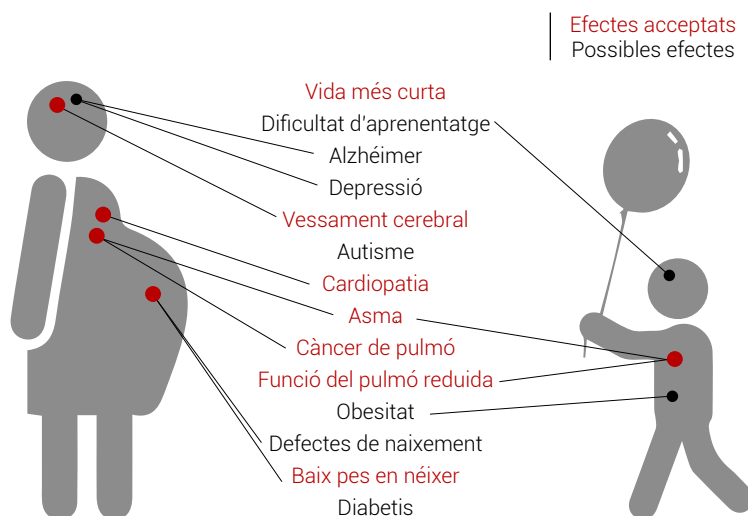


Figura 8

Esquema gràfic dels efectes negatius (acceptats i possibles) generats per la mala qualitat de l'aire i pels paisatges desnaturalitzats

MILLORA DELS VINCLES SOCIALS

El fet d'involucrar la comunitat amb la natura indueix a estrènyer interessos comuns creant-se vincles socials entre el veïnat.

- L'observació i vivències amb la natura ens ajuden a crear una consciència ecològica.
- Els estudis científics demostren que la presència d'una consciència de comunitat i de fortes connexions socials donen lloc a menors nivells de mortalitat, taxes reduïdes de suïcidis, menor vandalisme i millor salut física i psicològica.
- La naturalització urbana i els jardins en la comunitat augmenten la percepció de seguretat, disminueixen el crim i redueixen la violència.
- Els arbres i espais verds proveeixen d'experiències emocionals i espirituals que són extremadament importants en la vida de la gent i poden conduir a un fort arrelament a llocs particulars i arbres.



3.1.3. BENEFICIS DE CAIRE ECONÒMIC

S'estima que en un període de 25 anys, els beneficis econòmics obtinguts tripliquen la inversió realitzada, ja que augmenten el valor patrimonial, el comerç, el turisme... i es redueixen els costos energètics de calefacció, electricitat i aire condicionat.

A nivell internacional, són molts els estudis en els que s'ha valorat econòmicament els beneficis que aporten els arbres i espais verds a la ciutat, i que conclouen en plans estratègics per al desenvolupament d'infraestructures verdes a llarg termini on els beneficis superen amb escreix la inversió requerida.

- Els beneficis descrits anteriorment repercuteixen directament en l'estalvi econòmic de recursos i despeses: salut, filtració de l'aigua, estalvi d'energia, captació de contaminants, confort, benestar... S'estima que en un període de 25 anys, els beneficis econòmics obtinguts tripliquen la inversió realitzada.
- Augment de la durabilitat de les superfícies pavimentades.
- Augment del valor patrimonial. La presència d'arbres o jardins propers a un immoble, augmenta directament el valor d'aquest en una mitjana del 7%.
- Augment del turisme i el comerç en un 30%. El temps dedicat a passejar/utilitzar les zones comercials i turístiques augmenta amb la presència d'espais arbrats o enjardinats.
- Reducció dels costos energètics de calefacció, electricitat i aire condicionat. Els arbres col·locats de manera adequada al voltant dels edificis, redueixen la facturació per serveis d'aire condicionat entre un 15% i un 30% (*Directrices para la silvicultura urbana y periurbana*, FAO, 2017) i estalvien entre un 20% i un 50% de calefacció (USDA Forest Service).

3.2. Valoració dels beneficis en funció de l'escala

Per qüestions de superfície, la mida del verd a nivell local és inferior que a nivell metropolità, regional o nacional. No obstant això, els beneficis generats pel verd són proporcionalment majors

a nivell local, ja que és en aquest nivell on es concentren majoritàriament les àrees habitades per les persones i per tant, les àrees susceptibles de rebre'ls.

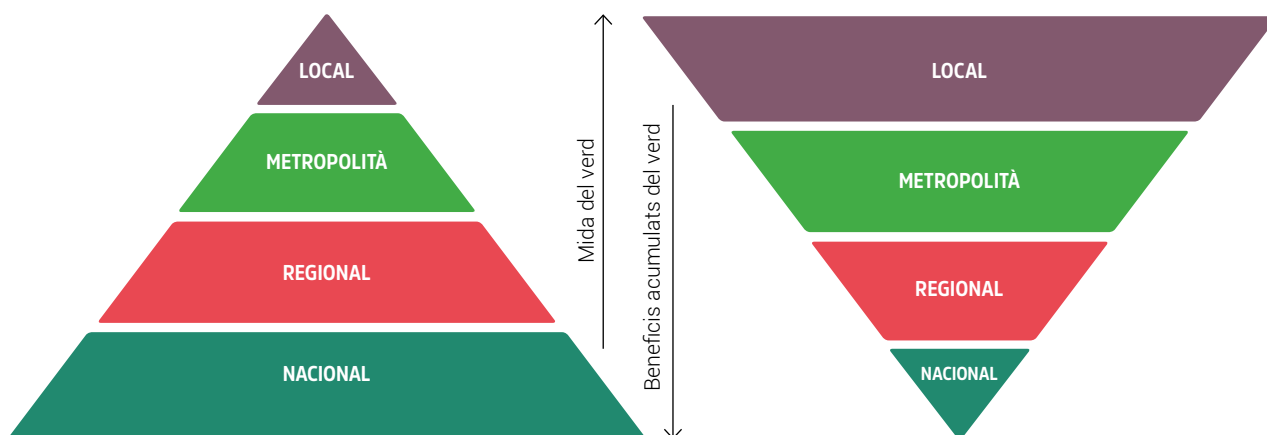


Figura 9

Esquema extret i adaptat de Shafter et al., 2000 (Shafter, CS, Lee BK & Turner, S, 2000)
A tale of three greenway trails: user perceptions related to quality of life. Landscape and Urban Planning (Vol. 49, Num. 3, pp. 163-178)

4/ LA COBERTURA DELS ARBRES

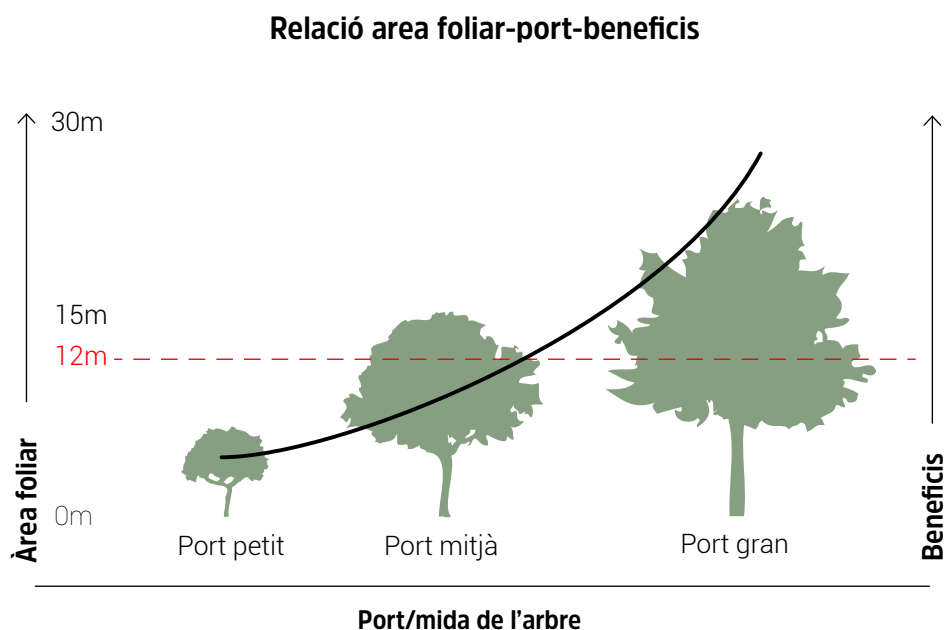
Si bé és veritat que els arbres ofereixen un ventall enorme de beneficis a diversos nivells, és necessari anar més enllà d'un urbanisme que es limita a complir les ràtios de referència que anteposen la quantitat a la qualitat. És convenient, doncs, sobrepassar el funcionalisme i la formalitat dels punts de vista més tradicionals i assumir una visió holística que contempli la gran diversitat d'escenaris, així com d'usuaris, que poden existir i interactuar.

Per això, el gran **desafiament** de tota ciutat a dia d'avui és aconseguir una **convivència harmoniosa entre el desenvolupament urbà i la natura**.

Això implica planificar el creixement de les urbs de tal manera que les espècies vegetals comptin amb l'espai

adequat per establir-se i puguin dur a terme un desenvolupament correcte.

La proporció de cobertura arbòria és, potser, el paràmetre més rellevant de l'arbrat, atès que els valors dels altres paràmetres van a l'alta o a la baixa en funció de l'estat d'aquest. A més, cal ser conscients que els beneficis generats pels arbres són proporcionals a la mida de les seves copes. És per això que l'objectiu final de la gestió de l'arbrat urbà no és tenir el major nombre d'arbres per habitant, sinó aconseguir una *cobertura arbòria adequada a la població*, atès que, tal i com constaten Clark i el seu equip (1997), l'extensió de la cobertura verda d'una ciutat és un indicador de la sostenibilitat d'aquesta.



Els beneficis es comencen a notar clarament en els arbres la copa dels quals és, com a mínim, de 12 m d'alçada.

Els arbres de port petit no generen beneficis.

Figura 10

Relació entre la mida/edat de l'arbre, la seva àrea foliar i els beneficis que genera

Aleshores, la pregunta primordial que hem de plantejar-nos és: *Obtenim els beneficis que volem aconseguir amb la cobertura arbòria actual? O dit d'una altra manera: Quina cobertura arbòria necessita la ciutat per aconseguir els beneficis que es desitgen?*

És necessari ser conscients que, donada una mateixa cobertura verda, aquella que estigui constituïda per individus de mida i/o edat més gran, generarà beneficis majors, independentment de la quantitat d'arbres. Això

és degut, com ja s'ha comentat, a que els beneficis associats als arbres depenen de la seva massa foliar (Ross, 2008). Per aquest motiu, és important canviar el paradigma de l'obsolescència programada, fer les coses de manera adequada i amb el temps necessari que requereixen.

En estudis realitzats en diferents ciutats d'Estats Units, Maco i McPherson (2002) van extrapolar que la **proporció mínima de cobertura verda d'una ciutat** hauria d'ocupar entorn el **20-25% de la superfície** d'aquesta.

Amb la finalitat d'incrementar la cobertura arbòria es proposen un conjunt de reflexions:

- Qualsevol espècie és millor que la seva absència.
- Treballar amb espècies de port gran i mitjà sempre que sigui possible.
- Utilitzar ubicacions puntuals per a la implementació d'arbres quan no sigui possible realitzar una introducció massiva.
- Anteposar el port gran d'un arbre davant la quantitat d'arbres plantats. En altres paraules, **millor tenir pocs arbres i de port gran que molts de port petit**. D'aquesta manera, a part de disminuir el cost de plantar una quantitat major d'arbres, no obstaculitzarem tant amb la presència de més peus arboris.
- Garantir el mínim manteniment de l'arbrat plantat.

Per aconseguir generar una cobertura arbòria de qualitat, és necessari que els arbres a gestionar posseeixin uns requisits concrets.

L'any 1993, Phillips va assenyalar un conjunt de característiques que hauria de tenir un arbre de ciutat idoni:

- Una longevitat mínima de 50 anys, tot i que seria millor si fos major de 100 anys.
- Bona resistència a les plagues i malalties.
- Tolerància a l'ambient urbà i la contaminació.
- Presentar una copa alta i una bona estructura.
- No posseir branques fràgils o problemes d'ancoratge
- No desenvolupar arrels superficials, especialment en la proximitat de camins/carrers.
- Baixes necessitats de manteniment.
- Adaptació a les condicions de sòl i clima.

5/ FUNCIONALITATS PRÀCTIQUES

A L'HORA DE GESTIONAR LES NOSTRES INFRAESTRUCTURES VERDES MITJANÇANT LA COBERTURA ARBÒRIA

La gestió de la cobertura arbòria ha sigut, en totes les ciutats internacionals, el punt de partida per a transformar la seva ciutat. Tots els objectius, estratègies i accions, passen per **augmentar la cobertura de l'arbrat**, millorar la seva salut, gestionar la longevitat dels exemplars i planificar i dissenyar per a que les noves plantacions ens aportin el màxim de beneficis.

Per tant, dintre dels nostres objectius de gestió i planificació de les ciutats, la cobertura és un element principal en la redacció de:

• **Pla de millora de la qualitat de l'aire:** Dintre dels objectius de millora de la qualitat de l'aire, cal tenir en compte que l'arbrat de la ciutat és un dels millors filtradors de partícules volàtils i de les partícules contaminants; és una font de generació d'aire pur, sobre tot, a nivell local.

• **Pla d'adaptació al canvi climàtic:** L'aportació ambiental de l'arbrat a les nostres ciutats és indiscutible i aquest pla s'ha de centrar en la millora de les cobertures arbòries i de la salut de l'arbrat, així com de la introducció d'espècies adaptades a l'augment de tempe-

ratures i canvi estacional. No s'ha de menysprear l'aportació de la cobertura de l'arbrat en la mitigació de les fortes pluges, interceptant i reduint la quantitat i velocitat de l'aigua de pluja; és uns dels millors reguladors de les inundacions en les ciutats.

• **Pla de millora de la salut del ciutadà:** Ja son nombrosos els articles i estudis científics que tracten de l'aportació dels beneficis de l'arbrat a la salut del ciutadà, generant-se plans de millora de la salut mitjançant la plantació d'arbrat en les proximitats de hospitals, residències per a la gent gran, zones d'alts nivells de contaminants en la ciutat, col·legis...

• **Pla d'integració ciutadana:** Els plans d'integració ciutadana als barris i ciutats, comencen per la millora de les zones d'ús públic i comú, generant espais naturalitzats mitjançant plantacions d'arbrat i infraestructures verdes per a obtenir beneficis socials d'integració, consciència ecològica, disminució del vandalisme, millora del benestar social... i inclouen accions de millora com per exemple, 'que tot ciutadà tingui un àrea verda a menys de 500 m de la seva residència'.

• **Pla de millora paisatgística:**

L'embelliment de les ciutats requereix d'un disseny paisatgístic que tingui com a punt clau la implantació d'arbrat, un arbrat sa, amb bona capçada, amb una bona ombra i de coloració i floració diversa.

• **Pla de millora del turisme i del comerç:**

Els nous estudis sobre l'economia de les ciutats, aporten dades molt rellevants en aquest cas. Les zones comercials arbrades tenen un 30% més d'activitat, i les ciutats amb patrimoni arbori de qualitat, son zones amb més aflluència turística.

• **Pla de millora d'infraestructures verdes:**

Els plans de millora d'infraestructura verda ja son plans amb molta força en la planificació de la ciutat. Partint de tots el beneficis que ens aporta el verd a les nostres ciutats, es valoren cada vegada més com a eix vertebral sobre el qual es planifica la ciutat del futur. En aquest sentit, no hi ha dubte de la importància de posar els nostres esforços i coneixements en el desenvolupament dels Plans de millora d'infraestructures verdes en les nostres ciutats.

• **Pla de millora de la biodiversitat:**

La biodiversitat no depèn només de la diversitat vegetal i faunística sinó també de millors superfícies de capçada de l'arbrat i mes sà, així com tenir arbres de ports grans i mitjans adaptats a l'entorn.

• **Pla integral de plagues i malalties de les àrees verdes:**

Els plans integrals de gestió sanitària parteixen de la utilització de la microfauna que viu als arbres i que regulen el creixement de patògens. La microfauna beneficiosa necessita d'arbres sans amb una capçada adequada per generar un ecotò determinat per a la seva supervivència.

• **Pla d'eficiència i reducció de costos del manteniment del verd:**

Segons els estudis realitzats, és molt més econòmic i eficient la implantació d'arbres autòctons o adaptats a l'entorn, ja que tenen menys requeriments de manteniment: podes, plantació i risc de plagues. Aquesta gestió influeix en la quantitat de recursos tant humans com econòmics, així com en la reducció de costos en el seu manteniment.

I tots aquestes plans de millora i adaptació de la ciutat, han de partir des del Servei de Medi Ambient, el qual ha de generar els criteris i protocols d'actuació necessaris per a la seva execució.

5.1. Planificació de noves plantacions a la ciutat

La ciutat parteix d'un índex de cobertura arbòria existent, i per tant és necessari conèixer la nostra ciutat i el nostre patrimoni arbori, que ha de ser analitzat per barris, carrers, jardins, així com les zones amb més necessitats: hospitals, residències de gent gran, col·legis, escoles bressol, barris desafavorits...

D'aquesta anàlisi, cal identificar les àrees de baixa cobertura i amb majors necessitats de canvi, amb la finalitat de generar un programa de noves plantacions de futur de la ciutat, amb una visió mínima de 10 anys.

Com àrees prioritàries per a generar aquest canvi, tenim com exemple:

1	Zones verdes de baixa cobertura arbòria	7	Espais interiors d'Illes
2	Àrees limítrofes a les àrees infantils	8	Places i zones comercials
3	Col·legis i Instituts	9	Espais abandonats
4	Centres esportius	10	Zones industrials (bosc periurbà)
5	Centres de Salut i Hospitals	11	Centres de la Tercera Edat
6	Cementiris		

ESPAIS SEGONS ÚS I FUNCIONALITAT

Per aquesta anàlisi, es recomana diferenciar els espais de la ciutat segon l'ús i la seva funcionalitat, per a determinar un índex de cobertura arbòria desitjable, i partir d'un punt de referència.

Com a proposta, les zones d'ús en una ciutat es poden classificar de la manera següent:

- **Zones turístiques de visita**, on és important poder gaudir dels espais urbans històrics, on la presència de l'arbre ha de ser moderada i on es poden trobar elements singulars emblemàtics molt acolorits. Des del punt de vist econòmic, s'acceptaran en aquestes zones elements arboris d'alt cost per raons paisatgístiques.

La cobertura mínima requerida serà del 10% de l'espai lliure d'edificacions, però es permeten variacions menors segons l'amplada del carrer i la profunditat dels sòls que impedeixin arribar a aquest percentatge.

- **Zones turístiques d'ús**, on els turistes o vianants passen llargues estones i que, per tant, han de tenir una confortabilitat major. Estaran caracteritzades per espais amb cobertures d'arbrat elevades i acolorides. En aquestes zones, s'acceptaran elements arboris de cost moderat per raons paisatgístiques.

La cobertura mínima requerida serà del 10% de l'espai lliure d'edificacions, permetent-se variacions menors degudes a l'amplada del carrer i a la profunditat dels sòls que impedeixin arribar a aquest percentatge.

- **Zones comercials**, on la cobertura serà més elevada i les coloracions seran menys importants. Es permetran, en aquestes zones, elements arboris de cost moderat per raons comercials i paisatgístiques.

La cobertura mínima requerida serà del 30% de l'espai lliure d'edificacions, permetent-se variacions menors degudes a l'amplada del carrer i a la profunditat dels sòls que impedeixin arribar a aquest percentatge.

- **Zones residencials d'ús comunitari (parcs i microzones)** on la cobertura serà elevada i la coloració dels diferents arbres prendrà rellevància. Els costos de manteniment dels elements de l'arbrat ha de ser mínim.

La cobertura mínima requerida serà del 70% de l'espai lliure d'edificacions, permetent-se variacions menors degudes a l'amplada del carrer i a la profunditat dels sòls que impedeixin arribar a aquest percentatge.

• **Zones residencials d'ús veïnal**, on la cobertura serà moderada (sempre el més alta possible), on el factor color no serà imprescindible i amb baixes incidències (molèsties). Els costos de manteniment de l'arbrat han de ser mínims.

La cobertura mínima requerida serà del 50% de l'espai lliure d'edificacions, permetent-se variacions menors degudes a l'amplada del carrer i a la profunditat dels sòls que impedeixin arribar a aquest percentatge.

• **L'ús del concepte de *superilla***. Una *superilla* és un concepte urbanístic que agrupa un conjunt d'illes promovent en el seu interior (carrers interiors) un menor trànsit rodat i una major oportunitat per a l'ús per part dels vianants del carrers. Agrupant aquestes superilles es promou la presència de vies més ràpides i amb major capacitat de transport rodat. Es proposa crear total o parcialment aquestes superilles amb la població d'arbrat que s'implanti, especialment a través de la cobertura (amb percentatges elevats a l'interior).

La cobertura mínima requerida en els espais lliures interiors serà del 70% de l'espai lliure d'edificacions, permetent-se variacions menors degudes a l'amplada del carrer i a la profunditat dels sòls que impedeixin arribar a aquest percentatge.

• **Polígons industrials**, on la cobertura serà entre moderada i alta (sempre el més alta possible), on el factor de color no esdevindrà imprescindible i amb baixes incidències (molèsties). Els costos de manteniment de l'arbrat han de ser mínims.

La cobertura mínima requerida serà del 50% de l'espai lliure d'edificacions, permetent-se variacions menors degudes a l'amplada del carrer i a la profunditat dels sòls que impedeixin arribar a aquest percentatge.

• **Parc periurbà**, on la cobertura serà alta, l'arbrat diversificat de port gran-mitjà i petit segons la comunitat vegetal existent i els diferents usos planificats.

La cobertura mínima requerida serà del 70%, permetent-se variacions menors degudes a l'amplada del carrer i a la profunditat dels sòls que impedeixin arribar a aquest percentatge.

Una vegada definida la tipologia d'espais i la cobertura requerida, es pot realitzar l'estudi de la cobertura que pot assolir la ciutat, les necessitats de plantació i el temps necessari per a aconseguir-la.



5.2. Disseny i estratègies dels llocs de plantació. Cas d'estudi 1

Dels Plans de Plantació de diferents ciutats a nivell internacional, es considera que un **90% del cost de la plantació** va destinat al **lloc de plantació** i el **10% restant**, va dirigit al **cost de la planta**.

És més important dedicar tots els recursos i esforços al disseny i planificació del lloc correcte, dels escocells, del subsòl, dels substrats a utilitzar, a l'es-

tudi de l'orientació del carrer, les interferències actuals i futures... i no tant al nombre d'arbres que es plantaran en un marc de plantació definitiu i fix.

En aquest apartat, estudiarem com valorar la cobertura de les plantacions existents, l'espai aeri disponible per a la nostra proposta, i el percentatge de cobertura que necessitem cobrir mitjançant noves plantacions.



CAS D'ESTUDI 1

S'escull com a exemple un carrer real d'un carrer tipus, on s'ha elaborat el 'Pla Estratègic d'Ecologia Urbana i Biodiversitat 2017-2032 de Zones Verdes i Arbrat Viari' per a tota la ciutat.

El tram objecte d'estudi té una longitud de 450m, una secció constant de 20m d'amplada i una distribució d'avinguda: vorera-calçada-vorera. Les voreres

tenen una amplada de 4m i les tipologies d'edificació presents són d'habitatge col·lectiu d'alçada variable (PB + 2P fins 5P) juntament amb habitatges unifamiliars.

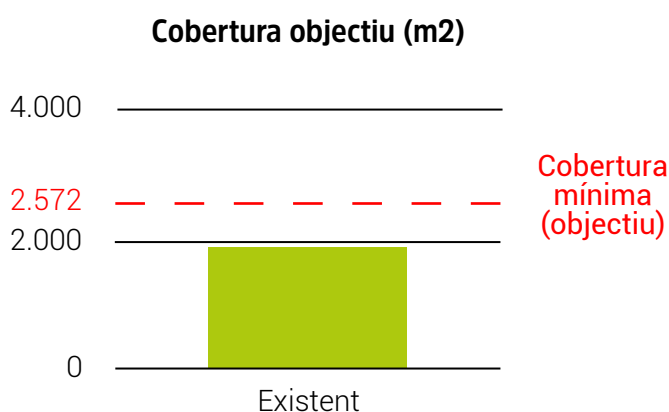
L'arbrat actual que configura el carrer presenta 32 tipuanes, 43 troanes, 8 moreres i 2 aurons.

Arbrat existent



- *Tipuana tipu*
- *Morus alba*
- *Ligustrum lucidum*
- *Acer negundo*

Aquestes poblacions ocupen una cobertura de 1.864 m², en un espai limitat. Segons la tipologia d'ús i la funcionalitat del carrer (zona comercial amb un 30% de cobertura mínima), la cobertura objectiu serà aconseguir 2.572m².



Un cop analitzat l'arbrat existent, es decideix:

- Mantenir les tipuanes, ja que és una espècie que apareix com recomanada en el Pla de Gestió elaborat l'any 2015, però es preconitza la seva renaturalització a través de la poda.
- Eliminar les troanes en ser una espècie que sobrepassa el percentatge establert per a tota la ciutat en el Pla de

Gestió. En tractar-se d'un arbre de port petit i requerir un manteniment continu de poda per evitar la seva fructificació, es decideix canviar l'espècie per una més adequada .

- Eliminar les moreres i els aurons degut al seu estat fisiològic i al no ser possible la seva renaturalització a través de la poda.

Abans de desenvolupar una estratègia de plantació, hi ha diversos conceptes a definir per plantejar quina seguirem:

Espai de plantació. Hauríem de tenir en compte que aquesta filosofia de disseny de plantacions no implica únicament definir una plantació alineada i monoespecífica, amb marcs de plantació definits i únics, adaptant l'arbre a l'espai pre-dissenyat, sinó tot el contrari, primer es defineix l'espècie i el port i després s'adapta el disseny de l'espai de plantació definit per aconseguir el màxim de cobertura i el mínim d'interferències. Així, es definiran llocs de plantació específics per a ell, per la qual cosa hauríem de treballar sobretot a les voreres estretes i espais limitats, plantacions en vials, en cantonades i encreuaments de carrers. Tot aquest procés s'hauria de realitzar

mitjançant l'**estudi en camp** del carrer i les necessitats específiques de cada lloc. No es recomana fer els dissenys de plantació en gabinet directament, sense tenir una idea clara de l'estructura i funcionalitat del carrer o zona verda, i sense realitzar les respectives comprovacions *in situ* (espais de servitud, entrades a garatges, altures de lluminàries existents, reculades de façanes-balconades...).

Pel que fa a les **estratègies de disseny de plantacions**, cada carrer o espai té una casuística diferent i no es poden realitzar seguint metodologies estrictes, de manera que caldrà adaptar-les a cada cas particular. En el cas que ens ocupa, escollirem 3 estratègies per vorera amb la mateixa amplitud que el tram objecte d'estudi, és a dir, 4m.



ESTRATÈGIA 1 - Aconseguir una cobertura propera al 100%

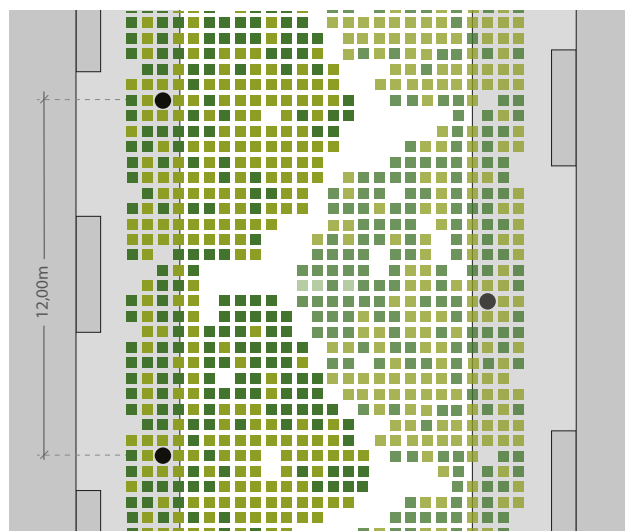
1/ Plantar els arbres en rengles paral·lels de manera que els de cada rengle corresponguin als punts mitjans dels buits entre dos arbres dels rengles immediats.

Carrer on s'hi podrien plantar arbres de port gran, els quals poden arribar a tenir amplades de copa de 6-8 m a nivell lateral. Es proposa, també, alternar les plantacions a portell¹ per tal d'afavo-

rir el desenvolupament de la copa dels exemplars al màxim i aconseguir, així, arbres que generin molts beneficis i de baix manteniment:



En aquest cas, el nivell de cobertura màxim seria molt proper al 100%.

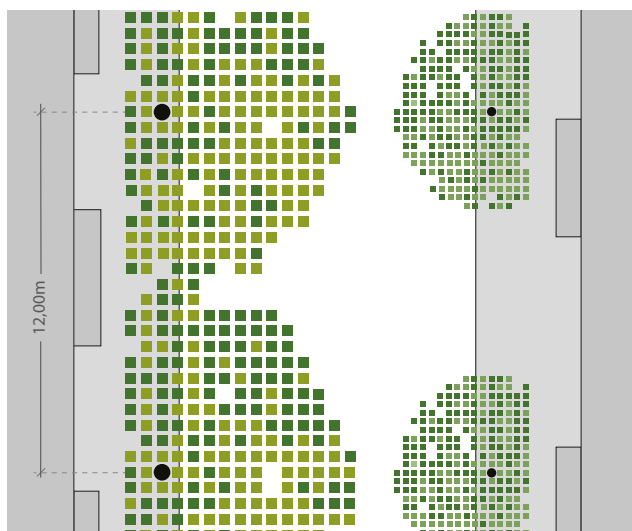


ESTRATÈGIA 2 - Aconseguir una cobertura propera al 70%

En el cas que la orientació fos diferent en cadascuna de les voreres i la vorera dreta no permetés el correcte desenvolupament d'una espècie major, s'hi podrien plantar arbres de diferent port (port petit a la vorera dreta i gran a la esquerra).



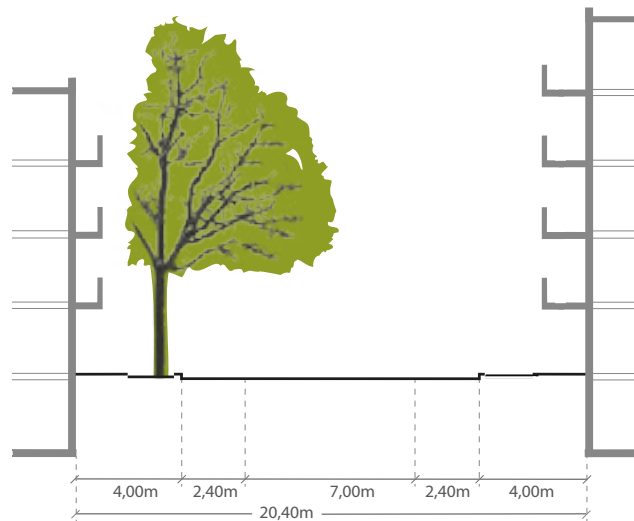
En aquest cas, el nivell de cobertura màxim seria molt proper al 70%.



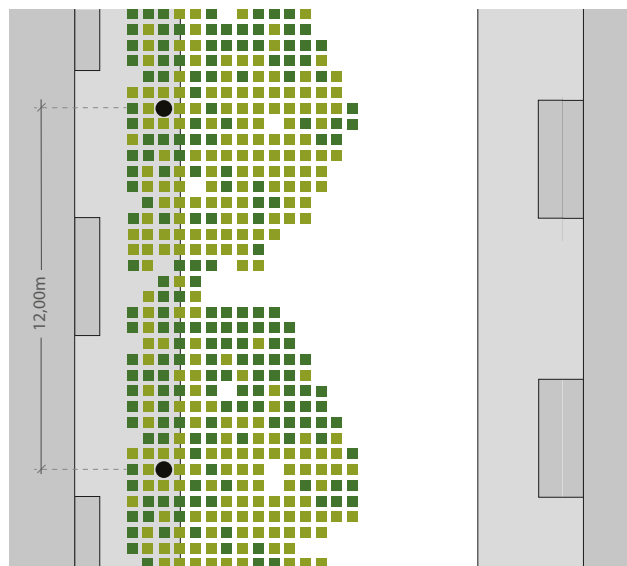
ESTRATÈGIA 3 - Aconseguir una cobertura propera al 50%

En el cas que la vorera dreta no admetés plantació degut a motius específics (com, per exemple, interferències aèries), podem plantar arbrat de port

gran a la vorera esquerra, el qual ens generarà uns elevats beneficis amb una baix manteniment.



En aquest cas, el nivell de cobertura màxim seria molt proper al 50%.



Si analitzem l'espai aeri disponible, veiem que hi ha **interferències** entre arbres i edificis o entre els mateixos arbres que alteren permanentment l'estructura futura de l'arbre. Per tant, es requereix anar acompanyant a l'arbre en la seva ubicació i minimitzar aquestes interferències a través d'una *poda natural intervinguda* o d'una *poda de formació*.

Generalment, l'espai que té un arbre urbà pot ser:

- **Espai lliure:** espai disponible suficient per afavorir el desenvolupament total de l'espècie sense interferències. Requereix d'una *poda de formació* de l'arbrat jove i/o adult.
- **Espai suficient:** espai disponible suficient per afavorir el desenvolupament total de l'espècie però amb limitació d'espècies pròximes, alineacions... Requereix de *poda natural* o *poda natural intervinguda*.
- **Espai limitat:** espai suficient per al desenvolupament de l'espècie però amb necessitats de poda de formació per delimitar la seva copa en l'espai aeri. És el cas, per exemple, de l'arbrat viari amb interferències d'edificacions en un dels laterals de la seva copa. Requerirà de *poda natural intervinguda*.

Interferències Façana-Balcó



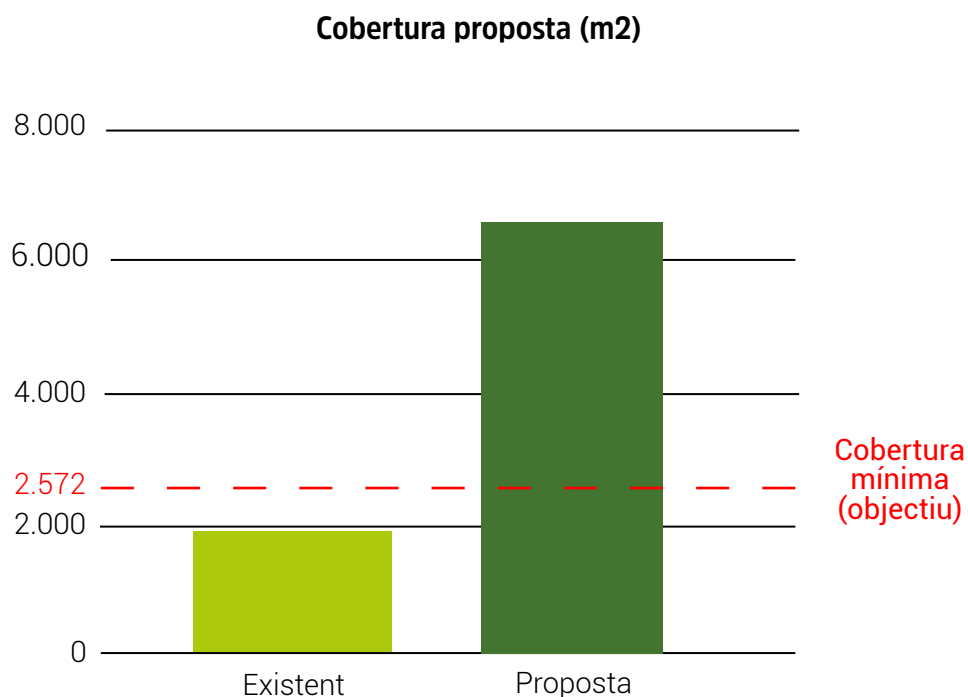
Percentatge d'espai disponible per a l'arbre respecte al seu màxim desenvolupament

Tornant a l'exemple, s'ha de definir el nombre necessari d'espècies a introduir per aconseguir la major cobertura possible amb el menor nombre d'arbres.

La configuració urbana d'aquest tram de carrer ens permet introduir 34 exemplars d'arbres de port gran, 50 exemplars de port mitjà/gran i 7 de port petit, per completar la plantació

d'alineació i la plantació amb les interseccions dels carrers. Es calcula el percentatge de cobertura que aconseguirem amb les espècies escollides.

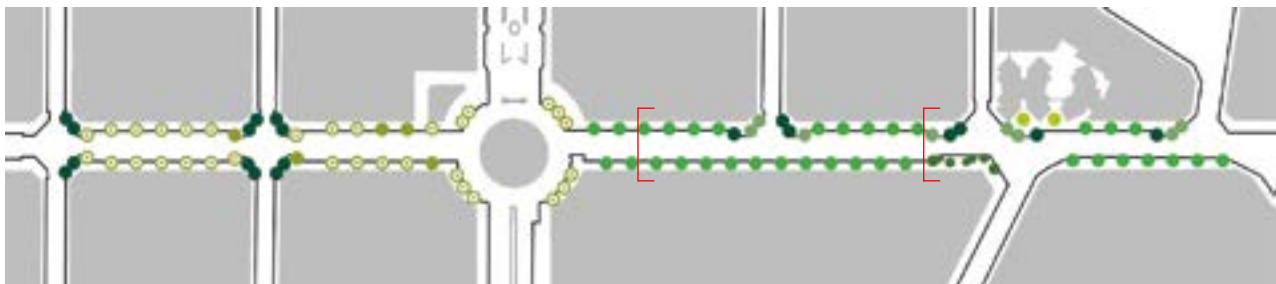
Amb aquesta proposta de plantació arbòria es sobrepassen amb prou folgança els 2.572m² de Cobertura mínima requerida, ja que arribarem als 6.580m².



Un cop definida la cobertura que volem i les plantacions que necessitem dur a terme per aconseguir-la, procedim a dissenyar la localització on aniran ubicats els diferents exemplars i les espècies escollides:

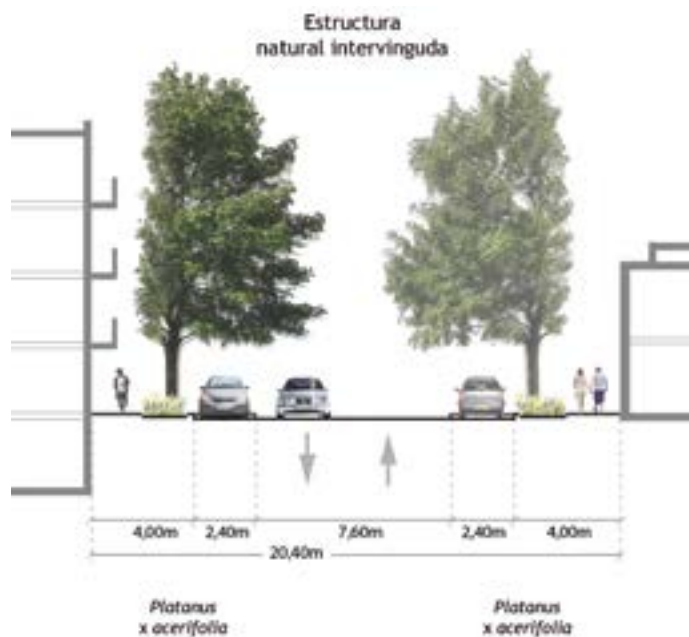
- *Platanus x acerifolia* com arbrat d'alineació, plantats en portell. Com es tracta d'un arbre de port gran en una vorera de 4 m, les interferències amb les edificacions requeriran d'una poda natural intervinguda i el seu espai de desenvolupament serà de tipus limitat.
- Els *Acer saccharinum* 'Pyramidalis', les *Koelreuteria paniculata* i les *Parkinsonia aculeata* com arbrat en les interseccions i amb una tipologia de plantació en agrupacions o en bosquets. En aquests casos, es planteja una futura estructura de l'arbre amb una ocupació de l'espai de tipus suficient. Es requerirà d'una poda natural o natural intervinguda, segons el cas.
- Els dos *Liquidambar styraciflua* tindran un espai lliure disponible del 100% per al desenvolupament total de l'espècie sense interferències, i requeriran només d'una poda de formació de l'arbrat acompanyat fins a l'edat adulta.

Arbrat proposta

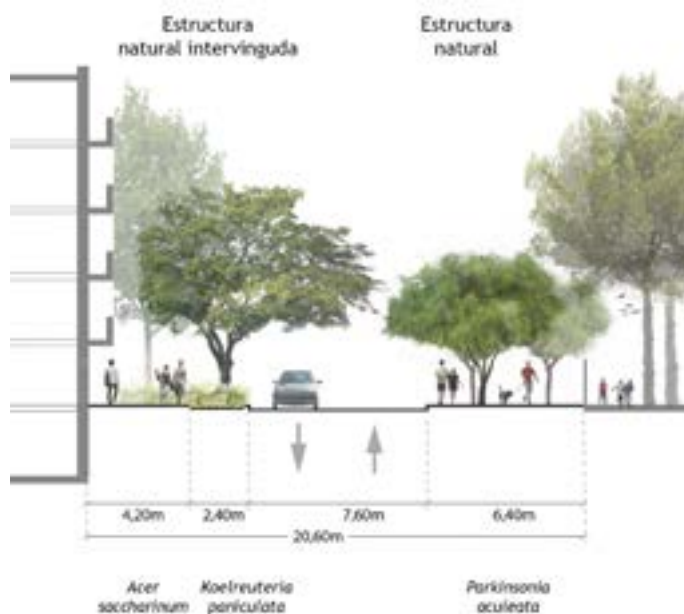


- | | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <i>Tipuana tipu</i> (existent) |  <i>Platanus x acerifolia</i> |  <i>Koelreuteria paniculata</i> |  <i>Parkinsonia aculeata</i> |
|  <i>Tipuana tipu</i> |  <i>Acer saccharinum</i> |  <i>Liquidambar styraciflua</i> | |

Arbrat d'alineació



Arbrat a les interseccions de carrers





Tota aquesta proposta de plantació persegueix els objectius de màxima cobertura, i per tant de màxims beneficis.

Si quantifiquem els serveis ecosistèmics pel que fa a valors ambientals, haurem aconseguit els següents valors respecte al punt de partida inicial amb l'arbrat existent:

Valors ambientals: Existent-Proposta



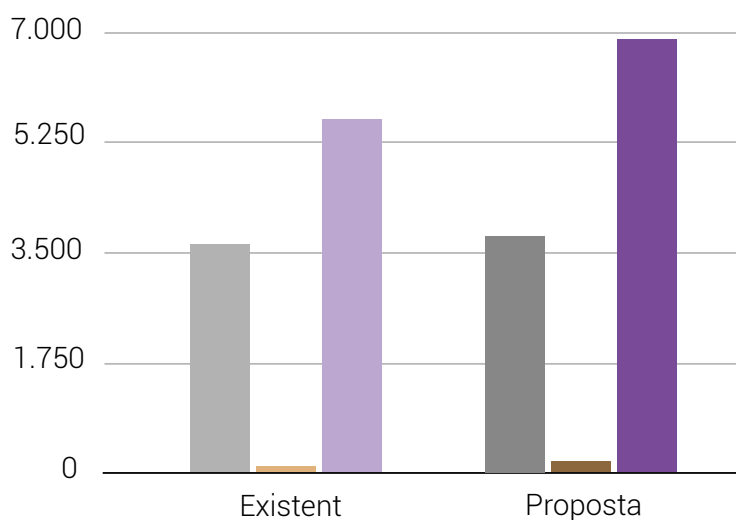
CO₂ / Any

Existent: 3.000 kg
Proposta: 5.510 kg



Pluja interceptada / Any

Existent: 185.948 lt
Proposta: 293.830 lt



Qualitat de l'aire

Ozó

Existent: 3.633
Proposta: 3.757

Diòxid de Nitrogen

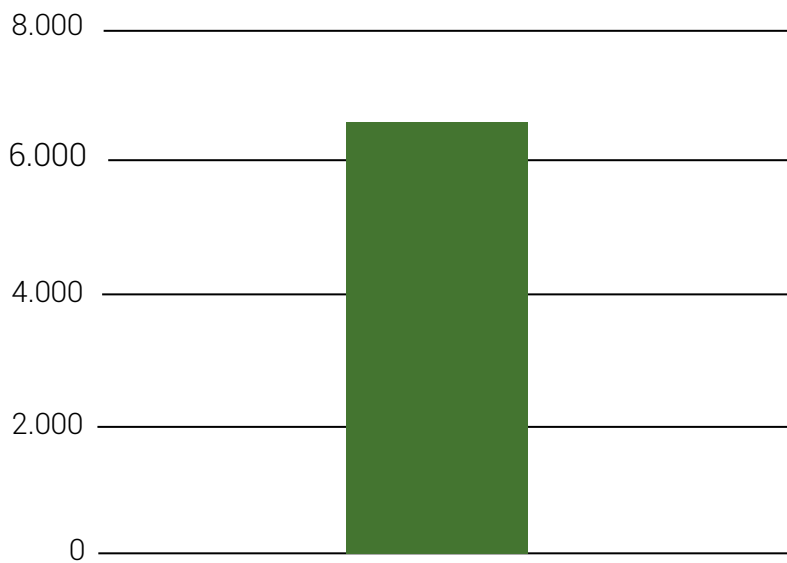
Existent: 114
Proposta: 185

PM_{2,5}

Existent: 5.603
Proposta: 6.891

Com a comparativa als projectes de plantació en els quals es trien espècies de port petit per evitar interferències, i amb marcs de plantació continus i regulars, mostrem els diferents indicadors pel que fa al nombre d'exemplars que serien necessaris per a obtenir la mateixa cobertura, i els valors ambientals obtinguts segons s'introduïssin un port petit o gran:

Cobertura proposta (m2)



Nombre d'exemplars necessaris per a obtenir la mateixa cobertura



Exemplars de Port GRAN: 104 ut.



Exemplars de Port PETIT: 955 ut.

Valors ambientals: Port petit-Port gran



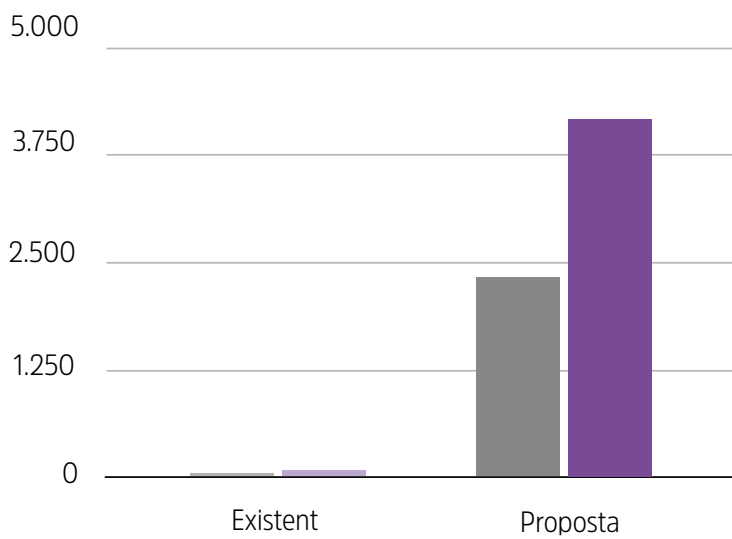
CO₂ / Any

- Port petit: 15 kg
- Port gran: 1.625 kg



Pluja interceptada / Any

- Port petit: 466 lt.
- Port gran: 165.408 lt.



Qualitat de l'aire

Ozón

- Port petit: 18
- Port gran: 2.330

PM_{2.5}

- Port petit: 27
- Port gran: 4.164

5.3. Planificació de la poda de l'arbrat amb criteris de cobertura arbòria. Cas d'estudi 2

La planificació de la poda a l'hora de gestionar la cobertura en les ciutats, es un element de gestió decisiu. Degut a la falta de formació, als arbres heretats, a la no-innovació en els sistemes de podes, etc, seguim actuant agressivament sobre el nostre arbrat, prioritant les "possibles interferències" i podant en excés, la qual cosa disminueix els beneficis que ens pot aportar l'arbre.

D'altra banda, no es pot oblidar la responsabilitat sobre l'ús raonable de la despesa pública: els costos associats a les podes agressives de l'arbrat són excessius. Els canvis de criteri en la poda de l'arbrat poden reduir àmpliament aquests costos.

Es considera necessari realitzar una

anàlisi de les podes que s'estan realitzant i definir l'arbrat que pot ser derivat a podes de formació, naturalització de capçades, readaptació de copa, etc. que tendeixen a millorar la salut de l'arbre, augmentar la seva cobertura, regular la biodiversitat faunística i afavorir la gestió de plagues i malalties.

Les podes més agressives i només recomanades en cas de seguretat, són la brocada i tota mena de terciats que, a més de perjudicar l'arbre, acceleren el seu metabolisme fins a un envelliment prematur. Aquesta gestió, a més de tenir un alt cost econòmic, no permet que l'arbrat ens porti ombra ni qualitat paisatgística, ni que ens doni beneficis ambientals i de salut. No són arbres que presentin la funcionalitat per la qual es van plantar.

2/ Brots epicòrmics: eixos generats com a resposta d'una agressió o alteració. Quan són resposta a una esporga solen ser molt massius, i generen estructures menys eficients fisiològicament, menys longeves i biomecànicament més arriscades

L'estructura natural dels arbres davant l'estructura intervinguda

La principal raó que els arbres tinguin l'estructura intervinguda és *cultural*. **No hi ha raons de caràcter tècnic, fisiològic, ambiental o espacial** (de relació amb la ciutat) **que aconsellin aquest tipus de manteniment**. Ans al contrari, recomanen un tipus d'estructura diferent.

ARBRES INTERVINGUTS

Són arbres que reben podes freqüents i sovint dràstiques, que descontrolen el creixement generant competència entre eixos i brots. Això suposa sobretot:

- Copes menys sanes.
- Un major creixement apical (alçada final dels arbres).
- Una necessitat més gran dels arbres d'expansió lateralment (i a major velocitat).
- Una menor capacitat de treballar/formar l'estructura a causa de la configuració estructural dels eixos epicòrmics² (amb menys ramificació).
- Putrefacció i, a mig-llarg termini, risc de trencament i noves necessitats de reducció.
- Una reducció molt important de les expectatives de vida dels arbres.
- Un increment de les podes de reducció periòdiques.
- Intervenir en tots els arbres d'una alineació.

ARBRES AMB ESTRUCTURA “LLIURE” O “SEMI LLIURE”

Són arbres que conserven la seva configuració estructural i només es poden quan hi ha necessitat de dirigir-los. Les úniques podes que es realitzen en aquest cas són les de formació en els arbres joves i de reformació en aquells arbres adults que ho requereixin i ho permetin. Per a realitzar aquest tipus de poda, els arbres han de tenir les característiques següents:

- Requereixen d'una poda de formació molt llarga (10-25 anys) per anticipar-se als problemes espacials d'interferències. Es concreta en molt pocs talls per arbre i normalment de dimensions petites, i en alguns dels arbres de la població.
- No necessiten podes de reducció importants “mai”.
- Tenen una copa gran (però no més alta), ben estructurada i sana, amb més ramificacions i per tant, amb més capacitat de reformació en cas d'interferències.
- Tenen una menor altura a causa d'un creixement lateral més important (tot i que depèn de la il·luminació de cada ubicació).

- Són arbres amb copes grans, tot i que asimètriques (costat façana diferent del costat lliure), amb un marc de plantació espaiat (en algunes de les espècies que es planten).

Així, la gestió moderna dels arbres urbans tendeix a una major planificació dels treballs a *mig i llarg termini* on cap actuació té un sentit sol a curt termini.

Això suposa generar arbres més sans i millor estructurats amb menors necessitats de treball.

És bàsic per generar aquest canvi, comptar amb **professionals més preparats** que entenguin aquests processos i siguin capaços d'acompanyar-los de manera òptima. A més, aquest **model de treball** està definit per les característiques de cada exemplar i per tant **és indiferent de les peculiaritats de cada treballador o empresa de manteniment**.

En aquest nou model de gestió, la poda correcta és un element indispensable, amb la mateixa importància que el punt de la plantació.

Caldria realitzar estudis sobre la contribució dels arbres amb podes naturals a la cobertura del municipi respecte de l'arbre amb podes de terciats o brocades.

CAS D'ESTUDI 2

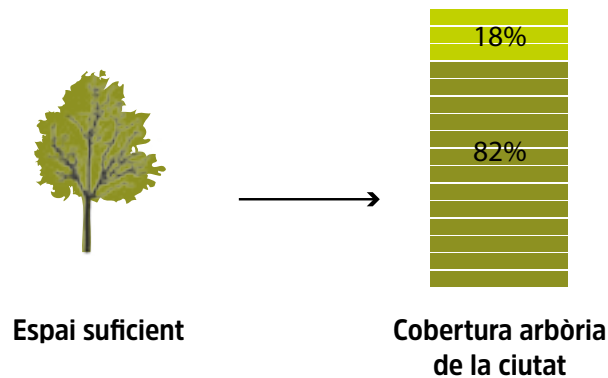
En un municipi s'ha fet una anàlisi sobre la cobertura de l'arbrat viari segons la tipologia d'espais i la poda realitzada. S'ha diferenciat l'arbrat de port gran – mitjà – petit, valorant si es troben en espai lliure, suficient, limitat o insuficient.

PORT/ESPAI DISPONIBLE	INSUFICIENT	LIMITAT	SUFICIENT	LLIURE	TOTAL GENERAL
G · Gran 15-25m	2,27%	9,74%	22,13%	37,10%	71,24%
M · Mitjana 7-15m	0,46%	5,18%	8,73%	11,2%	25,59%
P · Petit <7m	0,01%	0,22%	1,58%	1,36%	3,17%
Total general	2,73%	15,14%	32,44%	49,68%	100,00%

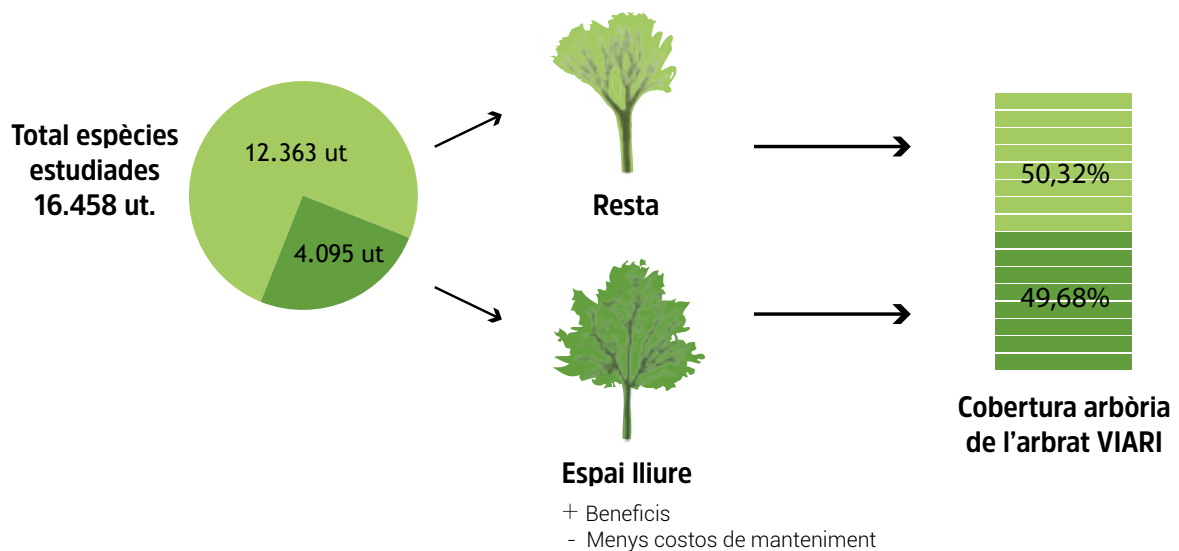


D'aquest estudi s'obté:

- Que el 71,24% de la cobertura de la ciutat es degut a la presència d'arbrat de port Gran.
- Que l'arbrat planificat en *espai lliure i suficient* ens dona gairebé el 82,12% de la cobertura arbòria de la ciutat.



- D'un total de 16.458 uts estudiades, només 4.095 unitats situades en *espai lliure* i amb desenvolupament total de la seva capçada, ens aporta el 49,68% de la cobertura arbòria de l'arbrat viari de la ciutat (es l'arbrat que aporta més beneficis i menys costos de manteniment).



6/ FACTORS DE LA GESTIÓ ORDINÀRIA

AFAVORITS PER UNA GESTIÓ DE LA COBERTURA EFICIENT

La gestió de la cobertura per a la planificació de les ciutats futures és una eina imprescindible, però cal dir que per a la gestió ordinària del nostre patrimoni verd és una eina que ens facilitarà molt el dia a dia, sobre tot a l'hora de marcar directrius.

Una bona cobertura de l'arbrat ens afavorirà:

- 1 La salut de l'arbrat
- 2 La gestió de les plantacions
- 3 Manteniment adequat
- 4 La gestió del risc
- 5 La gestió del reg
- 6 Millora de la biodiversitat

6.1. La salut de l'arbrat

La salut de l'arbrat depèn en gran mesura de la seva fisiologia, estructura i manteniment. Cal dir, que la seva salut es valora principalment pel seu estat de la *capçada*. La vitalitat, esperança de vida, creixement adequat, desenvolupament, longevitat, risc, estat fitosanitari... son factors mesurables mitjançant la seva capçada i podríem dir que son directament proporcionals.

El manteniment actual del nostre patrimoni arbori, es centra en el control de la capçada perquè creiem que d'aquesta manera tindrem l'arbre controlat per a no generar interferències indesitjables, sobre tot amb les edificacions i ciutadania, però en contra del que pensem, una gestió bona de la capçada, integrant la seva biologia i fisiologia ens ajudarà a controlar millor aquestes interferències.

Amb podes de formació naturalitzades aconseguirem controlar millor el creixement de la seva capçada, tindrem una millor estructura de l'arbre, menys plagues i malalties per la seva vitalitat, la probabilitat de risc de les seves branques serà menor, el patrimoni paisatgístic tindrà un valor més alt i els costos del manteniment es reduiran notablement.

6.2. La gestió de les plantacions

La gestió de les plantacions, ja comentat anteriorment des del punt de vista de la cobertura, també s'afavoreix amb la gestió ordinària.

És molt important, conèixer la biologia de l'arbre per a realitzar una plantació correcta en el lloc correcte, i s'ha de tenir em compte que l'objectiu de les noves plantacions és un bon creixement que està regulat per la fisiologia de l'arbre, les seves arrels i les seves branques, així com també la guia principal que estructura la resta de l'arbre.

A l'hora de plantar, hem d'aconseguir exemplars amb una bona estructura radicular i de capçada, sense podes ni pinçats per a que l'exemplar tingui un desenvolupament correcte. Cuidant la metodologia de plantació i la selecció de la planta, el percentatge de baixes serà menor i aconseguirem un òptim creixement de l'arbre i de la seva fitopatologia.

6.3. Un manteniment adequat

El manteniment ordinari de la plantació també és més eficient si l'exemplar presenta una bona capçada i sistema radicular, doncs serà capaç de suportar millor les plagues i malalties, la seva capçada protegirà tant el tronc com les arrels de la forta incidència del sol en temporades d'estiu, el creixement de la capçada estarà regulat i necessitarà de menys podes per creixement descontrolat; creixerà més i millor.

6.4. La gestió del risc

Mitjançant una gestió de podes adequada, de formació en totes les seves fases, s'evitarà una gestió del risc d'alts costos.

En la gestió del risc de l'arbrat viari es fan molts esforços i es posen molts mitjans per a analitzar el risc de l'arbrat. Les estructures arbòries resultants de podes periòdiques, generen un arbrat amb creixements de branques descontrolades i el deixen en una situació deficient, amb vitalitats baixes i amb una capacitat de resposta mecànica quasi nul·la. Per tant, el risc de mantenir aquestes estructures és alt, i els recursos humans i materials tant per a analitzar aquest risc com les actuacions necessàries per a controlar-lo és també molt alt.

Però, en zones verdes on, normalment, les actuacions de poda no son tan agressives, l'arbre es capaç de gestio-

nar les seves estructures i moderar el risc mecànic, no diem que no es tingui que analitzar aquest risc, però els recursos humans i materials dedicats a tal fi son compensats amb el cost de tenir un patrimoni arboreà i de valor.

6.5. La gestió del reg

L'arbre sa i amb bona capçada, així com amb una bona estructura de sòl i d'arrels és capaç de retenir més quantitat d'aigua en èpoques de sequera. És veritat que la quantitat d'aigua que necessita una bona capçada és més gran, però la freqüència del reg d'aquests arbres és molt menor.

Si tenim un arbre pinçat amb una estructura d'arrels descompensada, i una estructura de sòl no adequada, en temporada d'estiu serà un arbre amb malalties, sense capacitat de retenció d'aigua i sense fulles per a regular-ne. Té una esperança de vida dubtosa amb un alt cost de manteniment.

Però, un arbre sense pinçar, amb una bona estructura d'arrels i de sòl, serà capaç de retenir major quantitat d'aigua, la seva capacitat de regular les plagues serà molt més alta, i la capçada tindrà oportunitat d'oferir ombra tant al tronc com a les arrels, regulant l'evapotranspiració de l'aigua. Les seves expectatives de vida seran molt més altes i els costos de manteniment seran eficients.

6.6. Millora de la biodiversitat vegetal i faunística.

No cal explicar la millora que ofereix la cobertura de l'arbrat a la biodiversitat tant vegetal com faunística. Aquesta biodiversitat genera en l'arbrat una capacitat molt alta de regular les seves plagues i malalties, així com de poder tractar-les amb una gestió integral de tractaments biològics i naturals.

Per a la gestió de la biodiversitat de la ciutat, és necessari generar cobertura vegetal i grans capçades naturalitzades que acullin tant la microfauna natural com la fauna vertebrada urbana. Sense una bona estructura de cobertes arbrades, no cal cap projecte de millora de la biodiversitat a la ciutat.

Com a complement a la funció ecològica de l'estrat arbòri, la incorporació de l'estrat arbustiu i herbaci pot ser una oportunitat per augmentar les interaccions entre les espècies, i pot contribuir a la diversitat d'hàbitats.

7/ COM DETERMINAR LA COBERTURA QUE TENIM A LA NOSTRA CIUTAT

Existeixen actualment diferents índex i metodologies de càlcul per a determinar la cobertura vegetal de la ciutat. En el nostre cas, explicarem les metodologies més utilitzades.

7.1. L'índex de vegetació diferenciada normalitzada: NDVI

L'índex de vegetació diferenciada normalitzada, conegut com NDVI per les seves sigles en anglès, s'utilitza per estimar la quantitat, qualitat i desenvolupament de la vegetació mitjançant la mesura de la intensitat de radiació de certes bandes de l'espectre electromagnètic que la vegetació emet o reflecteix. Està directament relacionat amb la capacitat fotosintètica i, per

tant, amb l'absorció d'energia per la cobertura arbòria.

Aquest índex és molt recomanable ja que determina no només la cobertura vegetal municipal sinó també la d'àmbit privat o gestionada per altres entitats. És a dir, es pot dir que valora la cobertura vegetal real del municipi o ciutat i marca un índex principal com a punt de partida.

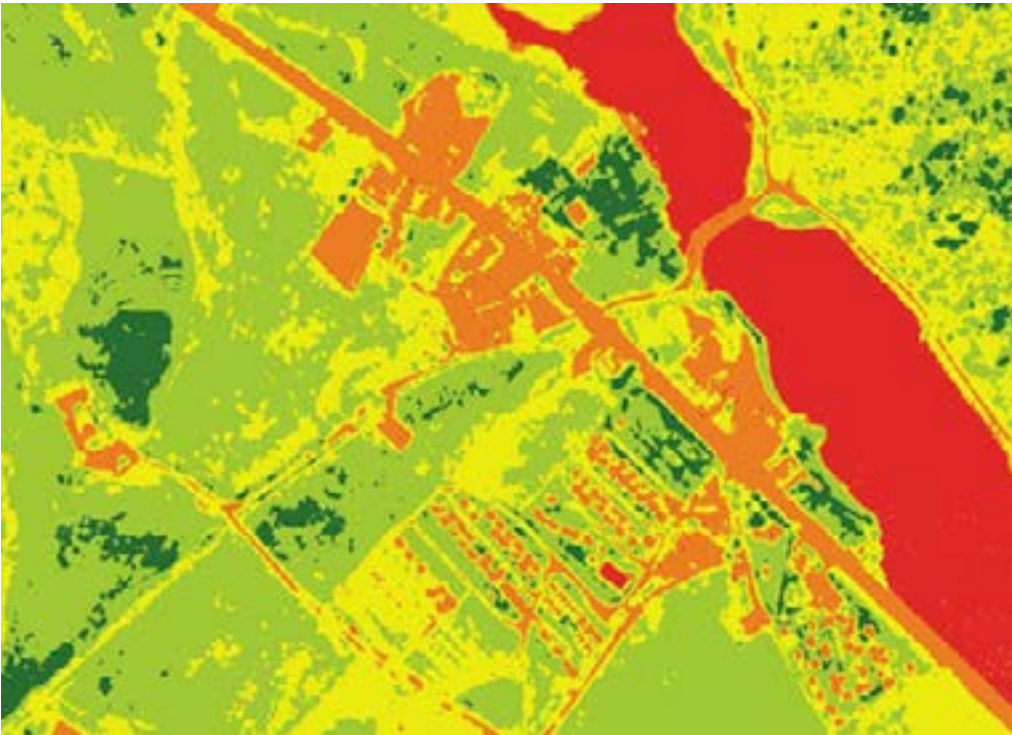


Figura 11
Imatge estreta del servei Cartogràfic i Geològic de Catalunya

- Les zones corresponents a aigua o edificacions, de color vermell (NDVI < 0)
- Les zones corresponents a sòl nu o vegetació morta, de color taronja ($0 < \text{NDVI} < 0,2$)
- Les zones corresponents a vegetació dispersa o poc vigorosa, de color groc ($0,2 < \text{NDVI} < 0,4$)
- Les zones corresponents a vegetació abundant i vigorosa, de color verd clar ($0,4 < \text{NDVI} < 0,6$)
- Les zones corresponents a vegetació molt densa i vigorosa, de color verd fosc (NDVI > 0,6)

A nivell internacional s'està treballant sobre un índex del 20–25%. És un índex molt elevat per a les nostres ciutats mediterrànies, on la poda de l'arbrat s'ha gestionat mitjançant podes agressives (terciats, reducció de capçades, topiàries,...) amb la finalitat de minimitzar les interferències amb les infraestructures. Aquesta gestió ha de ser modificada amb noves plantacions amb disseny del lloc de plantació, noves ubicacions i amb podes naturals intervingudes, és a dir, "l'arbre correcte en el lloc correcte"

FUNCIONALITATS PRÀCTIQUES

A nivell regional: com aportació de beneficis sobretot ambientals i indicador de sostenibilitat en l'àrea metropolitana, nacional i internacional.

A nivell de ciutat: com aportació de beneficis ambientals, econòmics, socials, de salut..., i com a índex de sostenibilitat per a valorar cada cert temps (5-10 anys, depenent de les intervencions dutes a terme) les accions realitzades per afavorir l'augment d'infraestructures verdes a la ciutat.

A nivell local: a nivell de barri, carrer, zona verda, parc... Aquesta mesura és molt important a l'hora d'analitzar les necessitats locals, sobretot en quan als beneficis en la salut, però també ambientals, socials, de benestar... S'ha de mesurar a nivell de barri i si pot ser, a nivell de carrer, centres de salut, residències de gent gran, llars d'infants, col·legis, instituts, etc. amb l'objectiu d'identificar aquells llocs en els que és possible (necessari) incorporar infraestructures verdes (majoritàriament arbrat) com un component important del paisatge urbà.

A nivell d'actuació: quan es determinen les zones prioritàries d'actuació, per afavorir les infraestructures verdes, aportar els beneficis que necessita el ciutadà i marcar un punt de partida de les millores a realitzar.

ALGUNES CIUTATS DE L'ESTAT QUE HAN ESTAT ANALITZADES AMB AQUEST ÍNDEX SÓN:

Barcelona: Aporta un índex del 33,9% per a tot l'àmbit municipal i un 18,27 % pel que fa a la ciutat sense el parc del Collserola. Es conforma com una ciutat d'alta densitat d'habitants i d'infraestructures públiques.

L'Hospitalet de Llobregat: presenta un índex del 19,3%. No presenta boscos periurbans, per tant es un únic índex per l'àmbit municipal com per a la ciutat. Es conforma com ciutat d'alta densitat d'habitants i d'infraestructures públiques.

Valldoreix: Presenta un índex del 63,5% per al àmbit municipal (estan inclosos els boscos periurbans) y un 37% per a l'àmbit de la ciutat. És una de les ciutats estudiades més arbrades sobretot per la seva configuració de ciutat residencial.

És important diferenciar aquests dos valors (àmbit territorial municipal i àmbit urbà), ja que a nivell metropolità, també és important conèixer els beneficis de les nostres ciutats, però pot ser més important el valor de la ciutat, inclòs el valor dels barris, carrers, zones verdes..., per determinar les zones de baix NDVI com indicador de zones on tenim que aportar majors esforços en la naturalització de la ciutat.

7.2. Càlcul de la cobertura arbòria: i-Tree Canopy

Aquest mètode es basa en un *software* lliure desenvolupat pel Servei Forestal del Departament d'Agricultura dels Estats Units (*USDA Forest Service* - www.itreetools.org), per a la realització de diferents anàlisis i planificacions de les àrees verdes de las ciutats d'aquest país. Aquesta eina està disponible per a col·laborar amb les comunitats de diferents països. Ciutats com Barcelona i Madrid han realitzat estudis en col·laboració amb *USDA Forest Service*, i països com Anglaterra i Austràlia han adaptat aquesta eina al seu territori.

Específicament, el *software* *I-Tree Canopy*, analitza la canòpia arbòria. Selecciona a l'atzar diferents punts de mostreig en les imatges de *GoogleEarth* i l'investigador és qui defineix per a cada punt elegit quina categoria representa (arbre, herbàcies, arbustives, aigua, edifici, terres agrícoles...). Si el nombre de punts és major, la precisió de l'estimació també serà major i l'error estàndar de la distribució serà menor.

Si aquest índex s'analitza en barris, carrers..., a nivell local o d'actuació, es pot realitzar amb un marge d'error mínim.

CIUTATS DE L'ESTAT QUE HAN ESTAT ANALITZADES AMB AQUEST ÍNDEX SÓN:

Barcelona: amb un percentatge de cobertura arbòria del 24% amb el Parc del Collserola, i un 15% pel que fa la ciutat.

Madrid: amb un percentatge de cobertura arbòria del 26% considerant el boscos forestals perifèrics, no es tenen dades de la cobertura de la ciutat sense comptar boscos perifèrics.

S'ha de tenir clar que l'objectiu pràctic d'aquests estudis és determinar quins llocs necessiten desenvolupar les infraestructures verdes per millorar la seva vida i, per tant, no és més important tenir el millor índex de cobertura sinó tenir la cobertura ben distribuïda dintre de les ciutats i els barris, la qual cosa és la nostra finalitat.



Figura 12
Imatge estreta de www.itreetools.org

7.3. Càlcul de la cobertura arbòria: Satèl·lits

Aquesta metodologia és molt innovadora. Mitjançant el tractament de *big data*, a més de fer el càlcul de cobertura, podem detallar els càlculs a zones verdes, carrers, barris, parcs..., i estimar l'evolució de les millores que realitzem.

Es tracta de recollir informació mitjançant dades obertes de satèl·lits que proporcionen imatges amb diferents resolucions, espacials i temporals. Es poden recollir dades mensuals, estacionals i anuals.

Aquestes dades de satèl·lit, amb els *softwares* apropiats, permeten analitzar indicadors ambientals de tempe-

ratura, CO₂, índex econòmics d'estalvi de energia, i gestionar-los en el temps. Els *softwares* més avançats poden analitzar paràmetres molt interessants a l'hora de gestionar ciutats como són: la temperatura superficial, la humitat i permeabilitat del sòl, l'àmbit d'influència com a regulador tèrmic, el nombre d'habitants que es beneficien de les àrees verdes, o calcular l'impacte de reducció de demanda de refrigeració i les seves emissions de CO₂ associades.

Aquestes dades les podem relacionar amb dades d'inventari arbori i de zones verdes per poder gestionar el patrimoni municipal.

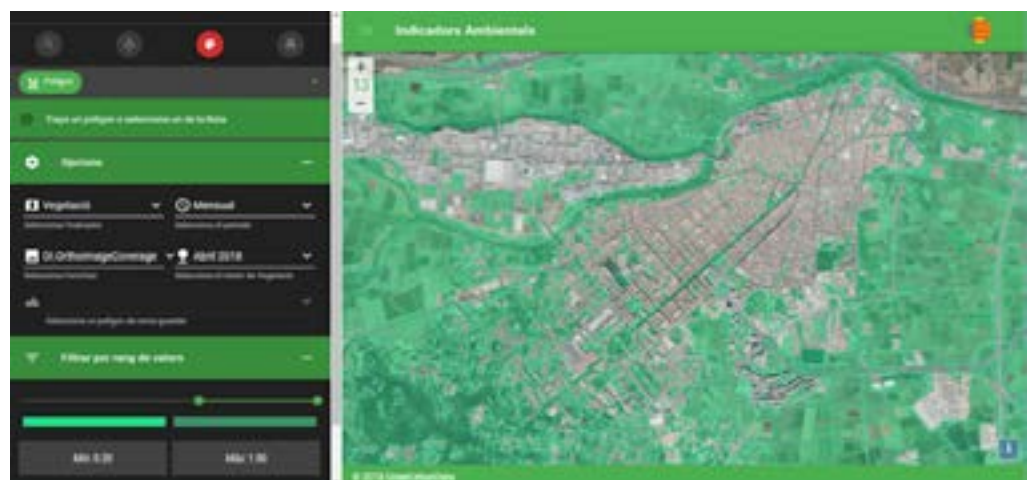


Figura 13
Anàlisi Cobertura Arbòria
Imatge estreta de *Green Urban Data*

7.4. Càlcul de la cobertura arbòria: Sistema LIDAR

El sistema LIDAR (*Light Detection And Ranging*) és un sistema de detecció mitjançant escàner làser.

És una tecnologia de captura de dades mitjançant làser aerotransportat

que permet obtenir informació sobre la cobertura de l'arbrat urbà, generant imatges 3D.

L'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya té cartografiada tota la comunitat catalana mitjançant aquest sistema.

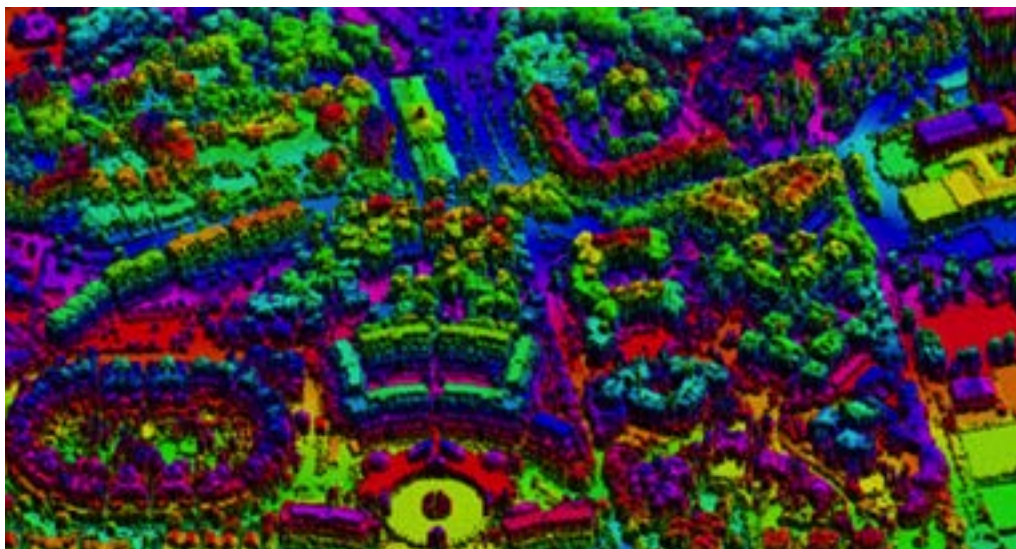


Figura 14

Dades LIDAR. Punts 3D del Territori.

Font: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

7.5. Càlcul de la cobertura arbòria: estimació mitjançant inventari

Cal recordar que els índexs serveixen per tenir un punt de partida i valorar les posteriors actuacions i millores realitzades. És important que en tots els casos es valori amb la mateixa metodologia.

No obstant, si no es té accés a aquestes metodologies, es pot realitzar una estimació de les cobertures arbòries mitjançant l'inventari. Aquest índex ens determinarà l'aportació municipal als beneficis de l'arbrat i també es un índex vàlid per a determinar les zones que tenen més necessitat d'infraestructures verdes.

Es pot estimar de diferents maneres, aquí descriurem una d'elles.

En aquesta estimació, és necessari recollir les dades estimades de cobertura de cada individu, que definirem bé en camp o mitjançant la tipologia de poda de cada exemplar, i estimant les dimensions de capçada.

D'aquesta manera es podrà tenir una superfície ocupada per la cobertura de l'arbrat en relació a la superfície total del municipi, així com la cobertura per carrers, barris, parcs, col·legis..., etc.

FUNCIONALITATS PRÀCTIQUES

A nivell de ciutat: es pot determinar quins beneficis aporta l'arbrat públic de la teva ciutat, així com marcar un índex de partida per justificar una nova gestió de plantacions i determinar, amb la mateixa metodologia, l'índex de cobertura arbrada com a objectiu del pla estratègic d'infraestructures verdes.

A nivell local: a nivell de barri, carrer, zona verda, parc.. per valorar l'aportació de l'arbrat públic als beneficis del barri i marcar el punt de partida de les millores a realitzar.

A nivell d'actuació: per determinar un objectiu de cobertura vegetal a introduir dintre dels objectius claus de la planificació o projecte a realitzar.

8/ REFERÈNCIES INTERNACIONALS I NACIONALS

Moltes ciutats a nivell internacional, basen la seva estratègia d'adaptació de la ciutat al canvi climàtic i a la nova gestió del verd urbà en la realització

de Plans Estratègics d'Infraestructura Verda (*Urban Forest Strategy*) a llarg termini (10 anys), on l'objectiu clau i prioritari és la gestió de la cobertura arbòria a les ciutats.



CAS D'ESTUDI: PLANS ESTRATÈGICS D'INFRAESTRUCTURA VERDA (*URBAN FOREST ESTRATEGY*)

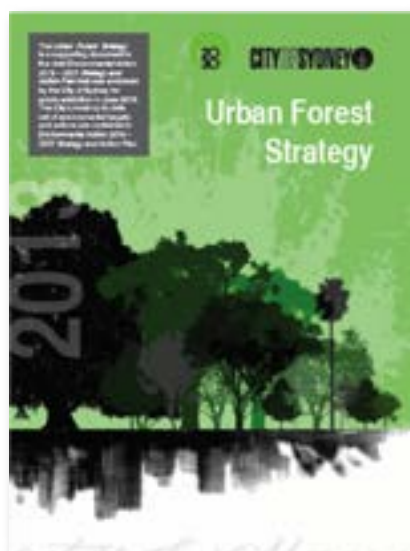
• INCREMENT DE LA COBERTURA ARBÒRIA PÚBLICA



ESTRATÈGIA 1

Ciutat de Melbourne

Objectiu: Increment de la cobertura de l'arbrat públic del 22% present al 40% el 2040

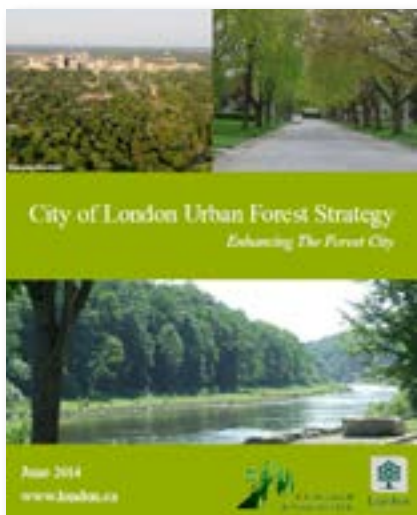


ESTRATÈGIA 2

Ciutat de Sydney

Objectiu: Increment de la cobertura de l'arbrat públic del 15,5% present al 23,25% el 2030

• INCREMENT DE LES PLANTACIONS



ESTRATÈGIA 1

Ciutat de Londres

Objectiu: Aconseguir una cobertura adequada en tota la comunitat. Desenvolupar un programa d'establiment d'arbrat impulsat per objectius de cobertura, capacitat de manteniment i 'arbre correcte al lloc correcte'



ESTRATÈGIA 2

Ciutat de Vancouver

Objectiu: Increment de la cobertura del 18% al 22% el 2055 (Plantació de 150.000 arbres)

• INCREMENT DE LA COBERTURA ARBRADA URBANA



ESTRATÈGIA 1

Ciutat de Barcelona

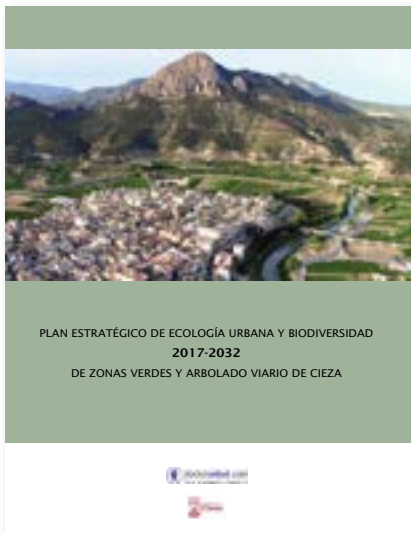
Objectiu: Increment de la cobertura del 25% al 30% el 2027



ESTRATÈGIA 2

Ciutat de l'Hospitalet de Llobregat

Objectiu: Increment de la cobertura del 5% al 15% el 2027



ESTRATÈGIA 3

Ciutat de Cieza

Objectiu: Aconseguir una cobertura adequada en tota la comunitat. Desenvolupar un programa d'establiment d'arbrat impulsat per objectius de cobertura, capacitat de manteniment i 'arbre correcte al lloc correcte'