



G CONSELLERIA
O TRANSICIÓ ENERGÈTICA,
I SECTORS PRODUCTIUS
B I MEMÒRIA DEMOCRÀTICA

MANUAL D'ÚS DE LA CALCULADORA DE LA PETJADA DE CARBONI D'UN NOU PLANEJAMENT URBANÍSTIC

C/ Gremi de Corredors, 10 1r
07009 Palma
Tel. 971 17 77 06
canviclimatic.caib.es

INTRODUCCIÓ

Amb l'entrada en vigor de la Llei 10/2019, de 22 de febrer, de canvi climàtic i transició energètica, i tal com s'indica a l'article 20, qualsevol nova formulació, adaptació o revisió dels plans directors sectorials, els plans territorials insulars i els instruments de planejament municipal, així com qualsevol altre pla sotmès a avaluació ambiental estratègica, han d'incorporar la perspectiva climàtica en el procés d'avaluació ambiental.

Més concretament, els nous planejaments urbanístics han d'incloure una anàlisi de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) que es produiran durant la seva vida útil, a més de les mesures destinades a compensar aquest augment en les emissions generades. L'objectiu és arribar a crear zones urbanes neutres amb el medi ambient.

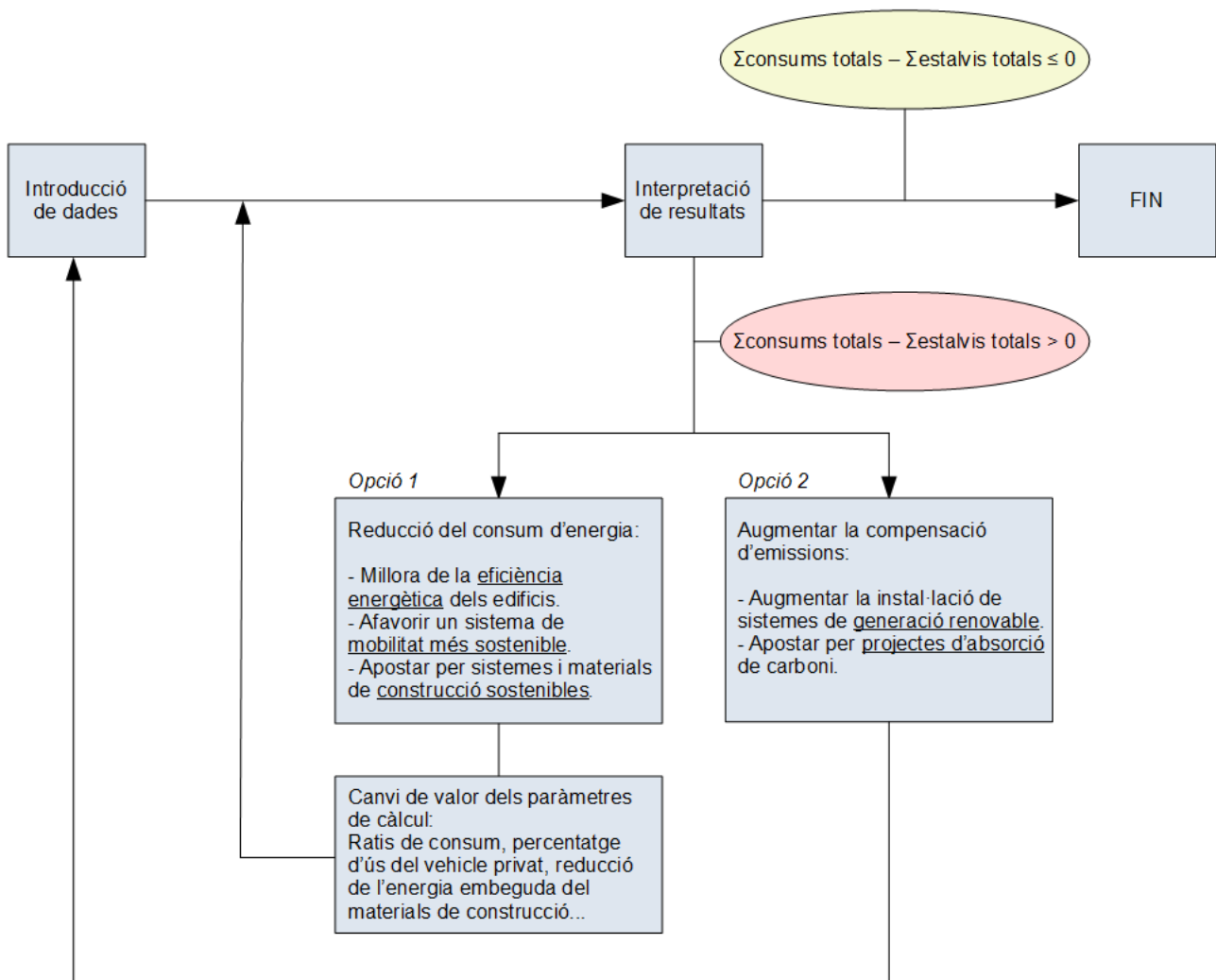
Donada la complexitat del seu càlcul i valoració, des del Govern s'ha desenvolupat una eina d'estimació que engloba diferents paràmetres que intervenen en la generació de CO₂ a l'hora de plantejar un nou planejament urbanístic, i que servirà al promotor per:

- Comparar les diferents alternatives en fase de redacció.
- Valorar quines variables afecten més a la petjada de carboni i, així, intentar minimitzar les emissions.
- Prendre consciència de les possibilitats de fixació de carboni (estalvi d'aigua, previsió de zones verdes i plantació d'arbres, generació d'energia renovable, projectes d'inversió).

Aquesta calculadora està pensada per ajudar a l'usuari a l'hora de quantificar l'impacte degut a la implantació d'un nou planejament urbanístic, però també pot servir per evaluar un ja existent.

Per poder evaluar la progressió temporal sense dependre del valor del mix elèctric, s'ha optat per presentar els resultats en unitats d'energia, en comptes de presentar-los en unitats d'emissions de CO₂eq. D'aquesta manera s'aconsegueix desvincular els càlculs d'un paràmetre tan determinant com és el mix elèctric i afavorir les accions reductores d'emissions i compensadores.

En el següent diagrama de fluxe s'intenta mostrar com s'ha d'emprar la calculadora:



En el cas d'arribar a resultats a on els consums superen als estalvis/compensacions, és preferible optar per la *Opció 1*, o sigui, reduir el consum energètic. Per aplicar aquests canvis a la calculadora, s'hauran de modificar els valors dels diferents paràmetres de càlcul: ratis de consum, ratis d'emissions per superfície construïda, reducció en l'ús del vehicle privat... S'haurà de presentar la documentació justificativa que recolzi aquests canvis.

Si no és possible, sempre es pot optar per augmentar la compensació d'emissions (*Opció 2*) via energies renovables o projectes d'absorció de carboni.

Cal aclarir que la calculadora NO és una eina de caràcter obligatori, sinó que està pensada per donar suport a l'usuari.

ESTRUCTURA DE LA CALCULADORA

L'eina conté les següents pestanyes:

- Dades
 - o Full d'entrada de dades municipals i del planejament que s'analitza.
 - o Les dades s'han d'introduir a les cel·les marcades amb fons de color ().
Les cel·les de color blanc no s'han de modificar, es calculen automàticament.
 - o A les caselles que presenten una llista desplegable, les dades s'han d'introduir seleccionant algun dels valors disponibles a la llista.

- Càlcul consum i emissions

Full de càlcul dels consums i emissions produïdes considerant el ple funcionament del nou pla parcial a l'any inicial.
- Càlcul estalvi i fixació

Full de càlcul de l'estalvi energètic i la fixació de carboni considerant el ple funcionament del nou pla parcial a l'any inicial.
- Evolució consum energètic

Pestanya on es realitzen els càlculs dels consums i estalvis energètics estimats a 50 anys vista.
- RESULTATS - MWh

Pestanya on es presenten els resultats dels consums d'energia i estalvis estimats tant per l'any actual, com la previsió a 50 anys vista.
- Factors d'emissió

Pestanya que conté els ratis de consum d'energia i factors d'emissió de CO2 utilitzats per als càlculs.
- Previsió emissions futures (pestanya oculta)

Pestanya on es realitzen els càlculs de les emissions futures estimades a 50 anys vista.
- Mobilitat (pestanya oculta)

Estimació dels consums energètics del parc automobilístic.
- Municipis (pestanya oculta)

Taula de dades amb els municipis i el seus parcs automobilístics corresponents.
- Mix elèctric i reducció residus (pestanya oculta)

Valors anuals del mix elèctric i el percentatge anual de reciclatge previst.
- Canvi d'us sol (pestanya oculta)

Valors orientatius de tones de CO2 absorbides per tipus d'hectàrea de sòl previ al desenvolupament de la nova zona urbana.
- Abs. estimades per espècie (pestanya oculta)

Quantitat de CO2 fixat per unitat d'arbre en un període determinat de temps.

INTRODUCCIÓ DE DADES

Pestanya Dades

1. Dades generals

- **Municipi.** Seleccionar el municipi del desplegable.
- **Any començament d'obres.** Seleccionar l'any previst d'inici del projecte al desplegable.
- **Superfície total nova construcció.** És la suma de la superfície de les parcel·les i la superfície dels vials. La superfície total de sòl destinada al nou planejament urbanístic.
- **Superfície destinada a aparcaments exteriors públics.** Es tracta dels aparcaments exteriors a on s'hauran de col·locar plaques solars fotovoltaïques.
- **Superfície de sostre construït per aparcaments soterrats.** És la superfície total de sostre d'aparcaments interiors (sota rasant i sobre rasant) que es preveuen construir.
- **Creixement de població previst al planejament/modificació.** De manera orientativa, es podrà calcular considerant 2,5 persones per cada nou habitatge.

1.1. Canvi d'ús del sòl

Escollir el tipus de coberta vegetal prèvia a la construcció del nou planejament urbanístic i definir la seva superfície.

1.2. Mobilitat

- **Distància mitja dels desplaçaments urbans.** Distància mitja dels viatges dins del mateixa nucli urbà.
- **Distància mitja dels desplaçaments interurbans.** Distància mitja dels viatges cap a altres nuclis urbans.

* Els valors de les distàncies mitges s'hauran de justificar a partir d'un estudi de mobilitat realitzat per part d'un tècnic qualificat.

2. Superfícies totals per usos

Existeixen diverses tipologies d'ús del sòl urbà o urbanitzable. A més, cada tipologia es divideix en dos subcategories a definir com a percentatge de la superfície.

- Residencial: zones destinades a l'ús residencial. Existeixen dues possibilitats: edificis plurifamiliars i habitatges unifamiliars.
- Equipaments: àrees urbanes destinades a dotar de prestacions socials com serveis educatius, sanitaris, socioculturals, religiosos, administratius, etc. A nivell de consum energètic, aquesta tipologia es divideix en equipaments esportius i altres.

- Industrial: àrees d'activitat econòmica destinades a l'ús industrial (tant indústria tradicional, aïllada com polígons industrials). Es diferencia entre dos grans blocs: la indústria logística i la indústria productiva.
- Terciari: àrees urbanes d'activitat econòmica destinada als oficines, comerços i serveis privats o allotjaments turístics.

La metodologia d'introducció de dades es realitza de la mateixa manera per a tots els usos establerts.

El càlcul de la superfície total edificable es pot realitzar de dues formes (Opció A o Opció B).
IMPORTANT: només omplir una de les dues opcions.

Opció A

Introduir els m² de sòl i l'índex d'edificabilitat (m²/m²) de cada zona de l'ús corresponent al creixement previst → Incloure noves àrees amb aquest ús i zones que anteriorment tenien un altre ús urbà/urbanitzable.

Opció B

Si ja es disposa de la superfície edificable (m²) total de l'ús corresponent, introduir aquesta dada. Les dades de superfície actual i creixement previst es consideren com a la Opció A.

2.5. Altres possibles consums públics

Indicar si existeixen consums energètics a considerar situats a les vies públiques. En aquest apartat no s'ha d'incloure el consum corresponent a l'enllumenat, ja que aquest valor ja es troba automatitzat a la calculadora.

3. Mesures de compensació

3.1. Sistemes de captació d'aigua de pluja i reutilització d'aigües grises

- **m³ aigües pluvials anuals.** Estimació de les aigües pluvials que es preveuen captar per la seva futura utilització.
- **m³ aigües brutes reutilitzades.** Definir quin percentatge d'aigües grises es preveuen reutilitzar.

3.2. Embornals de carboni. Zones verdes

Hi trobem 3 apartats diferents:

- Espais lliures urbans. Al mateix temps, es diferencia entre zones verdes a la perifèria urbana; zones verdes a l'interior de la zona urbana que evitin l'efecte illa de calor, i zones d'espai públic urbà sense construir.
- Coberta ajardinada. Cobertes a on es pensa emprar la solució constructiva de coberta ajardinada. Només es contenen les cobertes de tipus intensiu.

- Arbres aïllats als carrers. En cas de conèixer quines plantes es sembraran als carrers, escollir en el menú desplegable el tipus de planta previst. En la casella de sota s'han de definir el nombre d'unitats.

3.3. Energia renovable. Captació solar fotovoltaica.

Es demanen els valors previstos de generació d'energia solar fotovoltaica, separant per zones d'implantació: zona d'edificis (cobertes, generalment), zona d'aparcaments, altres.

La calculadora no inclou la generació d'energia renovable exigida en la normativa (CTE DB-HE), per tant, s'ha d'incloure en la casella 'zona d'edificis'.

3.4. Energia renovable. Altres tipus

En cas de que la generació d'energia renovable no es realitzi a partir de panells solars fotovoltaics, es podran definir en aquest apartat quins altres tipus de generació s'empraran (tipus d'energia) i quina quantitat de kWh es preveuen anualment (kWh/any generats).

* S'haurà d'aportar la documentació necessària per recolzar els valors emprats en qualsevol dels apartats de MESURES DE COMPENSACIÓ (càlculs justificatius, plànols, informes...)

3.4. Projectes d'absorció

En aquest apartat, es dona l'opció d'invertir en projectes de reducció d'emissions. Existeix un ampli ventall de possibilitats: reforestació de zones agrícoles, plantació de posidònia, creació de noves zones verdes a altres zones del municipi, millora tèrmica d'edificis urbans existents, aposta per la mobilitat sostenible (implantació de carrils bici, creació de zones de trànsit rodat a zones exclusivament peatonals, millora del servei de transport públic), destinar zones urbanes a la creació d'energia renovable...

METODOLOGIA DE CÀLCUL

Pestanya Càlcul consum i emissions

(En aquesta pestanya es considera la hipòtesis de que el nou pla parcial es troba a ple funcionament ja a l'any actual)

1. Informació bàsica

1.1. Superfícies totals per usos

Si s'ha utilitzat la Opció A: la superfície de sòl es multiplica per l'índex edificabilitat.

Per a la Opció B: m2 edificables ja introduïts.

1.2. Consums i emissions CO2 associades

- **Pèrdua d'absorció per canvi d'ús del sòl:** es mesura el CO2 que es deixa d'absorbir en transformar una coberta natural del sòl per un ús urbà/urbanitzable.

Es multiplica els valors de superfícies introduïts a la pestanya *Dades* pels valors de la taula ubicada a la pestanya *Canvi d'ús sol*. Els valors d'aquesta taula s'han obtingut de la calculadora per a nous projectes urbanístics de la Comunitat Autònoma de La Rioja i de *Proyectos de Absorción de CO2* del miteco.

- **Mobilitat:** valor extret de la pestanya *Mobilitat*.
- **Fase de construcció.** Es diferencia entre dos tipus de construcció. La construcció dels edificis, i la construcció dels vials/carrers i aparcaments. La quantitat de tones de CO2 s'obté directament del producte entre la superfície construïda i el factor d'emissió de construcció.
 - El factor d'emissió de les calçades i aparcaments s'ha agafat del projecte *Estudi informatiu de la Variant d'Inca, tram entre la Ma-2130 i la Ma-13, dins del terme municipal d'Inca*.
 - El factor d'emissió de la fase constructiva dels edificis s'obté d'un estudi realitzat conjuntament entre la *Universitat Autònoma de Madrid* i la promotora *Via Celere* (Informe: Estimación de la Huella de Carbono de la Promoción Residencial).

2. Consums i emissions CO2 desenvolupament urbà

2.1. Energia

Consum (kWh/any) → Superfície multiplicada pel factor de consum.

Els factor de consum per a superfícies d'ús residencial s'han tret del 'Projecte Sech-Spahouse: Análisis del consumo energético del sector residencial en España' de l'IDAE. S'han agafat els consums mig anuals d'un habitatge i s'han dividit per la superfície mitjana.

Els factors de consum dels sectors terciari i equipaments s'han obtingut de la *Eina de càlcul d'emissions de CO2 generades pel planejament urbanístic municipal derivat* de la Generalitat de Catalunya.

El ratio de consum energètic del sector industrial productiu s'ha considerat de 125 W/m² amb un ús total de 2000 hores anuals i un factor de simultaneïtat de 0,4, donant com a resultat 100 kWh/m²/any. Pel sector industrial logístic, a falta de dades, s'ha pres el mateix valor que per ús residencial plurifamiliar.

Dins d'aquests valors de consum totals, s'inclou el consum de combustibles fòssils emprats per a climatització i generació d'ACS. Els percentatges d'ús segons la font d'energia s'han extret de l'*Inventari de referència d'emissions de CO2* de Mallorca i de Palma. Els percentatges aplicats a tots els municipis, a excepció de Palma, s'han obtingut restant els consums de la capital al total de l'illa. A Palma, es considera els percentatges directes de l'inventari propi del municipi.

CO2 (kg CO2 eq) → el consum d'electricitat es multiplica pel mix elèctric balear, mentre que la resta de fonts d'energia (gas natural, GLP i gasoil C) es multipliquen pel seu corresponent factor d'emissió.

2.2. Aigua

Consum (kWh/any) → en el cas d'ús residencial, es calculen els m³ d'aigua a partir del nombre de persones previstes i els litres emprats per persona al dia.

Els consums d'aigua en altres usos es calculen a partir de les superfícies, multiplicant aquestes pels factors de consum i pel consum energètic per m³ i per illa. Els factors de consum d'aigua s'obtenen de la *Eina de càlcul d'emissions de CO2 generades pel planejament urbanístic municipal derivat* de la Generalitat de Catalunya.

El consum energètic per m³ està disgregat per illes, tant per l'abastiment com pel sanejament.

CO2 (kg CO2 eq) → Consum multiplicat pel factor d'emissió corresponent.

2.3. Residus

Les emissions associades a la gestió dels residus per a l'ús residencial s'estimen per habitant i any pel sector residencial, a cada illa, a partir de dades cedides per treballadors de la Direcció General de Residus del GOIB (adjunt a la carpeta).

CO2 (kg CO2 eq) → Generació de residus per habitant i any multiplicada pel factor d'emissió i per la població.

Per al càlcul de les emissions degudes a la generació de residus en altres usos, s'han agafat els ratis de generació de residus de l'*Eina de càlcul d'emissions de CO2 generades pel planejament urbanístic municipal derivat* de la Generalitat de Catalunya.

Els percentatges de recollida en massa i recollida selectiva s'han extret de l'*Inventari de referència d'emissions de CO2* dels municipis, al igual que els factors d'emissió.

Per passar a unitats d'energia, simplement s'ha multiplicat els valors d'emissions de CO2 per un factor conversor que es troba a la pestanya de factors d'emissió.

3. Resultats durant l'any actual

3.1. Consum d'energia total

Sumatori de tots els consums energètics per a tots els usos, en kWh i MWh.

3.2. Emissions totals de CO2

Sumatori de tots els resultats d'emissions de CO2 per a tots els usos, en quilograms i en tones de CO2 equivalent.

Pestanya Càlcul estalvi i fixació

(En aquesta pestanya es considera la hipòtesis de que el nou pla parcial es troba a ple funcionament ja a l'any actual)

2. Càlcul reducció consums i emissions CO2

2.1. Estalvi d'aigua

A partir de les dades introduïdes a la pestanya Dades, es calcula fàcilment el volum d'aigua estalviada/recollida.

L'aigua reciclada d'aigües grises es resta directament del consum, mentre que l'aigua recollida de la pluja es multiplica pel consum energètic d'abastiment d'aigua i posteriorment, pel factor d'emissió corresponent.

2.2. Embornals de carboni

Les superfícies introduïdes a la pestanya Dades, es multiplica per un factor d'emissió obtingut de la *Guía para el Cálculo de la Huella de Carbono en la Evaluación Ambiental Estratégica del Planeamiento Urbanístico de la Comunidad Autónoma de La Rioja*.

Els valors de fixació de CO2 deguts a l'arbrat situat als carrers, es calculen a partir de la taula ubicada a la pestanya *Abs. estimades d'especies extreta* de la *Guía para la Estimación de Absorciones de Dióxido de Carbono* del Ministeri per a la Transició Ecològica (Maig 2019, versió 4).

2.3 i 2.4. Energies renovables

Es multipliquen els kWh generats pel factor d'emissió de generació d'energia.

3. Resultats durant l'any actual

3.1. Estalvi d'energia total

Sumatori de tots els estalvis energètics, en kWh i en MWh.

3.2. Reducció emissions totals de CO2

Sumatori de tots els resultats de fixació de CO2, en quilograms i en tones de CO2 equivalent.

Pestanya Previsió emissions futures

En aquesta pestanya s'avalua la progressió en el temps del nou pla urbanístic. El termini considerat és de 50 anys (durabilitat prevista en projecte dels edificis).

Escenari futur:

Els vials i els aparcaments exteriors es construeixen durant el primer any de vida del projecte, al igual que la instal·lació de generació a partir d'energia renovable en aquestes zones.

La construcció dels edificis es produeix regularment durant els 25 anys d'estudi considerats. Això implica, a la vegada, una progressió anual de consums d'energia i d'aigua, i un augment de la producció de residus i de la mobilitat. La instal·lació de generació renovable en els edificis i l'estalvi d'aigua pateix el mateix creixement.

- Pel que fa a la mobilitat de vehicles, s'han previst 3 dates clau:

- Any 2025: prohibició de venda de nous vehicles dièsel.
- Any 2035: prohibició de venda de nous vehicles de gasolina.
- Any 2045: prohibició de la circulació de vehicles de combustió.

També s'ha aplicat la variació prevista en l'ús del vehicle privat, el vehicle públic i els viatjes a peu o bicicleta. Aquestes variacions temporals provenen de la previsió establerta al Pla Director Sectorial de Mobilitat de les Illes Balears 2019-2026.

- Per l'estimació dels residus, s'ha considerat un increment del reciclatge acord amb la *Llei 8/2019 de residus i sòls contaminants de les Illes Balears*. Per aquest motiu, el factor d'emissió global del processament de residus es veu reduït amb el temps.

- El sector de la construcció és un dels principals emissors de diòxid de carboni. Dins d'aquest camp, al procés de fabricació i extracció de materials li correspon el 80-90%. Per aquest motiu, es considera que els factors d'emissió dels processos constructius d'edificis i vials és constant en el temps.

- La pèrdua d'absorció de CO2 per canvi d'ús del sòl es considera constant durant els 50 anys.

- Les absorcions dels embornals de carboni:

- Zona verda a la perifèria de la zona urbana: constant en els temps.

- Zona lliure, espais lliures urbans: a mesura que augmenta la quantitat d'edificis construïts, també augmenta la quantitat de carboni fixat per aquestes zones.
- Zona verda a l'interior de la zona urbana: la fixació degut a les plantes es constant en el temps, però a mesura que augmenta la proporció de zona construïda, augmenta el seu factor fixador, degut a que ajuden a rompre l'efecte illa de calor.
- Coberta verda en edificis: augmenta a mesura que augmenten les edificacions.
- La fixació de carboni deguda a la plantació d'arbres als carrers varia en el temps. S'han pres els valors de la taula de la pestanya *Abs. estimades per especie*, que defineix la quantitat de CO2 fixat als 20 anys, 25 anys, 30 anys, 35 anys i 40 anys de vida per espècie. Segons l'any considerat es calcula la quantitat de CO2 absorbit.

Exemple:

Es demana la fixació de CO2 de 10 arbres *Abies Alba* a l'any 23.

Fixació als 20 anys: 0,06 tones de CO2; fixació als 25 anys: 0,08 tones de CO2.

$10 \text{ arbres} * (0,08 \text{tn CO2} - 0,06 \text{tn CO2}) / (25 \text{ anys} - 20 \text{ anys}) = 0,04 \text{ tn eq.CO2 fixades a l'any 23.}$

INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS

Pestanya RESULTATS

Hi ha dos apartats diferenciats:

- En el primer apartat es poden veure els resultats aplicant el supòsit que la zona urbana d'estudi es trobi funcionant a ple rendiment a l'any actual. Els resultats s'expressen en megawatts hora anuals i en megawatts hora anuals per hectàrea.
- El segon apartat mostra els resultats de la implantació d'un nou planejament urbanístic en un període de 50 anys. Els resultats s'expressen en megawatts hora acumulats durant els 50 anys, en megawatts hora per hectàrea i en meqwatts hora per any i hectàrea.