



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Manresa**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Petjada ecològica UPC Manresa

Treball final de grau

**Autor: Jaume Sunyer Roca
Manresa, 08 de juliol del 2016**

Director: Pere Busquets

Departament de d'Enginyeria Química

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Agraïments

M'agradaria agrair a la meva família i a tota la gent que m'ha ajudat en el projecte tant pel suport que m'han donat com pels coneixements que m'han ensenyat fent que el resultat final d'aquest treball sigui més professional.

Finalment, agrair al tutor del projecte, Pere Busquets , per estar sempre disposat a donar-me un cop de mà i guiar-me durant el procés realització d'aquest treball i al senyor Josep Abellán, cap de manteniment del centre, per explicar-me i habilitar-me tots els documents i coneixements que li he demanat durant el treball.

Resum

Títol: Petjada ecològica UPC Manresa.

En el present projecte de final de grau, es presentarà un estudi de la petjada ecològica de la universitat de Manresa. Un cop finalitzat l'estudi, es compararà amb un estudi similar del any 2000, es compararà amb altres universitats espanyoles actualment, s'estudiarà el grau d'eficàcia de les millores energètiques introduïdes a la universitat en els últims 15 anys i es contemplaran possibles millores per millorar l'eficiència.

Per calcular les petjada ecològica, l'estudi es basarà en conèixer la quantitat d'emissions de diòxid de carboni (CO₂) emesa pels alumnes i docents del centre. S'estudiaran 4 variables importants: el consum energètic del centre (aigua, gas i electricitat), el paper consumit, la construcció de l'edifici i la mobilitat de la població de l'escola.

Abstract

Title: Ecological footprint UPC Manresa

This degree-ending project features a study on University of Manresa's ecological footprint. Once the study is finished, it will be compared not only with a similar study which was conducted in year 2000, but also with the results that are being currently obtained in other Spanish universities. Besides, this project will evaluate the efficacy of the measures on energy that have been introduced in our University during the last 15 years, and will suggest some other reasonable measures to be adopted so as to improve our University's energy efficiency.

In order to calculate UPC Manresa's ecological footprint, this project will focus on finding out the quantity of carbon dioxide (CO₂) emissions that are emitted through students and teachers' human activity. Four main factors will be taken into consideration : energy consumption in our University (water, gas and electricity), paper consumption, the construction of the building and students and teachers' mobility.

ÍNDEX

Introducció	6
Objectius	7
Definició petjada ecològica	8
Càlcul petjada ecològica.....	9
Evolució personal EPSEM i setmanes lectives	11
Impacte ambiental, Consums.....	14
Introducció	14
Consum d'energies primàries a Espanya.....	14
Factors d'emissió	16
Evolució fonts d'energia utilitzada anys (2010-2015)	17
CONSUM D'AIGUA	17
CONSUM ELECTRICITAT	18
CONSUM GAS.....	19
Emissions de diòxid de carboni (2010-2015)	20
Càlcul petjada ecològica, consums.	23
Impacte ambiental , Mobilitat	25
Introducció	25
Ubicació.....	25
Mobilitat a Manresa.....	25
Transport públic urbà	30
Transport públic interurbà.....	30
EmissionsCO2 per mitjà de transport.....	31
La contaminació produïda pels cotxes	32
Obtenció de dades reals a l'EPSEM.....	32
Distància dels trajectes.....	35
Fórmules per determinar el número de mostres.	36
Resultats enquesta.....	37
Dades EPSEM	45
Tractament de dades	46
Emissions de diòxid de carboni.....	51
Emissions CO2 totals	52
Estudi alumnes Manresa	53
Càlcul petjada ecològica, mobilitat.	55

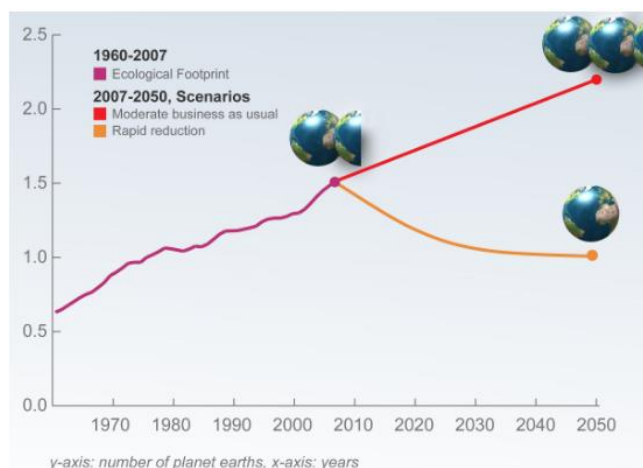
Impacte ambiental , Edificació	56
Introducció	56
Aproximació impacte ambiental en la construcció de l'EPSEM.....	58
Elaboració de l'informe MIES.	58
Factors de conversió	58
Aproximació de les emissions de CO ₂ a l'EPSEM degudes a la construcció	61
Petjada ecològica, edificació.....	62
Impacte ambiental, consum de paper	63
Introducció	63
Consum de paper a l' EPSEM	64
Factors de conversió	66
Petjada ecològica , paper	67
Titulats.....	68
Introducció	68
Contaminació titulats.	68
Importància emissions dels titulats	69
Petjada ecològica EPSEM	71
Comparació amb petjada ecològica any 2000-2015.....	73
Anàlisis dels resultats	77
Millores realitzades entre l'any 2000 i 2015	79
Comparació amb altres universitats	83
Possibles millores a realitzar	87
Bibliografia	90

Introducció

La humanitat necessita el que la naturalesa li proporciona, però com sabem quant estem utilitzant i quant tenim per utilitzar?

La petjada ecològica s'ha convertit en la principal eina de mesura a nivell mundial de la demanda de la humanitat sobre la naturalesa. Mesura la superfícies de terra que requereix una població humana per produir els recursos que consumeix i absorbeix els residus que produeix.

Des del final de la dècada del 70, la humanitat té una demanada anual de recursos més elevada a la capacitat de regeneració de la terra. Actualment la humanitat utilitza l'equivalent de 1,4 planetes cada any. Això significa que el planeta tarda 1 any i 5 mesos a regenerar tot el que consumim en un any. I la tendència va creixent, fins al punt que es calcula que als pròxims anys arribarà a 2 planetes.



Il·lustració 1 Font:Footprintnetwork

Aquesta tendència és una amenaça pel benestar humà i la salut del planeta.

Al mesurar la petjada ecològica d'una població (un individu, una ciutat, un negoci, una nació o tota la humanitat) podem determinar la nostra pressió sobre el planeta, que ajuda a utilitzar els actius ecològics de manera més ecològica i prendre millors mesures personals i col·lectives per ajudar a cuidar el planeta.

Concebut a la universitat de Columbia l'any 1990 per Mathis Wackernagel i William Rees, la petjada ecològica està actualment en l'ús d'una àmplia part dels científics, negocis i governs

per supervisar l'ús dels recursos ecològics i per avançar en el camí del desenvolupament sostenible.

Els camps d'aplicació sobre l'avaluació de la petjada ecològica en centres com l'EPSEM són:

- Consums anuals del edifici (aigua, electricitat, gas)
- Mobilitat de les persones que acudeixen al centre de manera regular durant l'any
- Emissions derivades de la construcció del edifici
- Emissions pel consum de paper

El projecte tracta d'avaluar la petjada ecològica de l'any 2015, estudiar les diferències amb un treball similar a l'any 2000 i altres universitats , estudiar les millores establertes durant aquests anys i proposar possibles millores per intentar millorar i reduir el resultat actual.

Objectius

El projecte té com a objectius principals:

- Identificar el mètode de càlcul per l'estudi de la petjada ecològica.
- Aplicació en un cas concret, la universitat politècnica de Manresa (EPSEM)
- Comparar amb la petjada ecològica de l'any 2000.
- Compara la petjada amb altre projectes actuals d'universitats de l'estat espanyol.
- Proposar possibles millores per reduir la petjada ecològica.

L'objectiu final del projectes és trobar de la manera més precisa, quins factors i en quina mesura contribueixen més en l'emissió de diòxid de carboni a l'atmosfera i quantes hectàrees de bosc es necessiten per absorbir el CO₂ emès anualment.

Definició petjada ecològica

L'any 1996, Mathis Wackernagel i William Rees van definir la petjada ecològica com l'àrea ecològicament productiva que es requereix per satisfer el nostre estil de vida actual de manera indefinida. Això voldria dir, per tant, que l'indicador proposat per aquests dos investigadors estima la superfície mínima que seria necessària per subministrar la matèria i l'energia bàsica requerides per una població determinada en un moment o període concret. D'aquesta manera, per tant, ofereix una imatge aproximada de la relació existent entre una població, el seu consum de recursos i l'alteració de condicions de l'entorn, i la seva capacitat de càrrega límit.¹ El mètode de càlcul de la petjada proposat per Wackernagel i Rees parteix de l'assumpció que cada unitat de matèria o d'energia consumida requereix una certa quantitat de territori per tal de proveir recursos per al consum o tractar els residus que es generen. És per això que a l'hora de calcular aquest indicador s'estima l'àrea de territori necessària per a la producció de cada element de consum per persona. Aquesta àrea s'obté en dividir el consum anual mitjà de cada un d'aquests elements (kg/habitant) per la productivitat anual mitjana (kg/ha). Wackernagel i Rees centren el seu càlcul en 5 categories de recursos: alimentació, habitatge, transport, béns de consum i serveis. Aquestes categories es poden subdividir en altres de més petites, en funció del detall de la informació disponible, però també de l'exactitud i precisió del càlcul (que dependran dels objectius concrets de cada estudi). Per a cada una d'aquestes cinc categories, doncs, s'estima la superfície que es necessita per tal de produir els recursos consumits i absorbir els residus produïts (reciclatge, recuperació, reabsorció, etc.) per una població concreta en un territori determinat.

Amb la voluntat de facilitar i possibilitar el càlcul de la petjada ecològica, Wackernagel i Rees van fer una sèrie d'assumpcions que cal tenir en compte a l'hora d'interpretar-ne els resultats, ja que poden simplificar considerablement la realitat que es pretén analitzar. En aquest sentit, cal tenir present que el mètode proposat per Wackernagel i Rees: Assumeix que les pràctiques agrícoles, forestals i ramaderes a gran escala són sostenibles. Considera exclusivament els serveis bàsics que proporciona l'entorn: l'aportació d'energia de fonts renovables i no renovables, l'absorció de residus, el substrat o el sòl per viure-hi, etc. Intenta no comptabilitzar dues vegades la mateixa àrea de terreny si proveeix dos o més serveis simultàniament. Estableix 8 categories de terreny diferents en funció de la seva productivitat ecològica (en

realitat, el nombre de categories podria variar molt segons la consideració que se'n fes i de la informació disponible) no considera l'àrea marina que l'home necessita. A l'hora de calcular la petjada ecològica d'una determinada zona o regió, el mètode proposat per Wackernagel i Rees intenta determinar (en hectàrees) la superfície per càpita necessària per al consum d'un nombre determinat de productes i la superfície associada en termes energètics. Per a cadascuna de les 5 categories de recursos abans esmentades (alimentació, habitatge, transport, béns de consum i serveis) es calcula la superfície assimilable que es requereix per generar aquests recursos.

Càlcul petjada ecològica

En el cas d'aquest estudi en concret, per fer el càlcul numèric de la petjada ecològica s'estudia només 3 de les 5 categories esmentades anteriorment, l'edificació de l'escola, el consum energètic i el transport i no es tenen en compte els serveis ni l'alimentació, ja que dins el centre no són aspectes de gran importància i són molt difícils de comptabilitzar en els alumnes i professors de l'escola.

També es té en compte el consum de paper utilitzat pels alumnes.

La fórmula utilitzada pel càlcul final és:

$$\text{Petjada ecològica} = \frac{\text{Tones CO}_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}}$$

Equació 1

On:

$$\text{Tones CO}_2 \text{ emeses} = \text{CO}_2 \text{ emès a causa del consum} + \text{edificació} + \text{transport.}$$

$$\text{Capacitat fixació} = \frac{5 \text{ tones CO}_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}$$

Equació 2

Per entendre que és la petjada ecològica, és imprescindible tenir en compte com actuen les masses forestals intentant equilibrar el CO₂, mitjançant l'absorció dels excedents produïts per l'activitat humana.

El carboni s'acumula en la biomassa de l'ecosistema forestal a través de la fotosíntesi i, en termes generals, es aproximadament el 50% de la mateixa (en relació al pes sec). Aquest procés ha fet que els boscos es considerin "receptors de carboni".

Per altre banda, com exemple de l'energia que van produint els boscos, el carboni emmagatzemat en la matèria orgànica d'un sòl que, en la seva capa arable (aproximadament 30 cm) contingués un 4% de matèria orgànica, té un valor calòric per hectàrea equivalent a 20 tones de antracita (J. M Gandullo, Climatología y Ciencia del Suelo).

Generalment a efectes de establir metodologies pel inventari de carboni en masses forestals es reconeixen 3 dipòsits diferents on s'acumula el carboni en l'ecosistema forestal:

- En la massa vegetal sobre el sòl, que inclou la part aèria dels arbres, de la vegetació arbustiva i de la vegetació herbàcia durant el seu període d'activitat vital, en el qual porten a terme el procés de fixació a través de la fotosíntesi.
- En la massa vegetal morta, que inclou els arbres morts caiguts o en peu, troncs, i material vegetal mort present en l'ecosistema.
- En la capa de material orgànic no descompost que es troba sobre el sòl (fulles, branques, llavors, etc.)

El diòxid de carboni torna a l'atmosfera a través de la respiració vegetal i de la descomposició vegetal morta. Tot i això, en cada cas es produeix en un període diferent.

En el cas de la respiració es produeix immediatament, mentre que la matèria orgànica sobre el sòl es descompon lentament, passant una part a formar compostos estables de carboni al sòl, que també es descompon a un ritme molt menor, que depenen de les condicions del sòl.

Per altre banda, els productes obtinguts de la fusta també tenen un cicle de desaparició, que resulta diferent en funció del producte.

En els boscos, el període d'emmagatzematge i la velocitat de fixació del carboni en la vegetació i en el sòl varia depenent de l'espècie, de la qualitat de la zona, del clima i de les pràctiques i alteracions a les que estigui sotmesa aquesta vegetació.

Les dades analitzades pel CREAM en el marc del projecte MONTES-CONSOLIDER, mostren que , en les últimes dues dècades, els boscos de l'estat espanyol ha acumulat diòxid de carboni a na velocitat mitja **de 5 tones per hectàrea i any.**

Els experts alerten que els nivells de fixació actual es podrien reduir considerablement si es compleixen els escenaris de canvi climàtic actuals.

Evolució personal EPSEM i setmanes lectives

Per a realitzar un estudi com aquest, és indispensable conèixer el número de persones actuals que hi ha al centre(alumnes+ professors) i seguir l'evolució dels darrers anys.

A l'hora d'analitzar els resultats s'ha de conèixer perfectament aquests valors ja que com més persones hi hagin al centre més contaminació hi haurà, sobretot considerant l'apartat de transport, ja que cada persona genera una gran quantitat de CO₂ a l'atmosfera.

Gràcies a la col·laboració de la gestió acadèmica de l'escola, es coneixen les dades d'alumnes i professors des de l'any 2015 fins al 2016.

	ESTUDIANTS MATRICULATS	PROFESSORS
Curs 2010/11 (1Q)	925	85
Curs 2010/11 (2Q)	843	89
Curs 2011/12 (1Q)	988	95
Curs 2011/12 (2Q)	832	90
Curs 2012/13 (1Q)	918	91
Curs 2012/13 (2Q)	850	92
Curs 2013/14 (1Q)	890	99
Curs 2013/14 (2Q)	819	98
Curs 2014/15 (1Q)	888	94
Curs 2014/15 (2Q)	849	93
Curs 2015/16 (1Q)	788	84
Curs 2015/16 (2Q)	766	89

Taula 1 Font:Gestió acadèmica

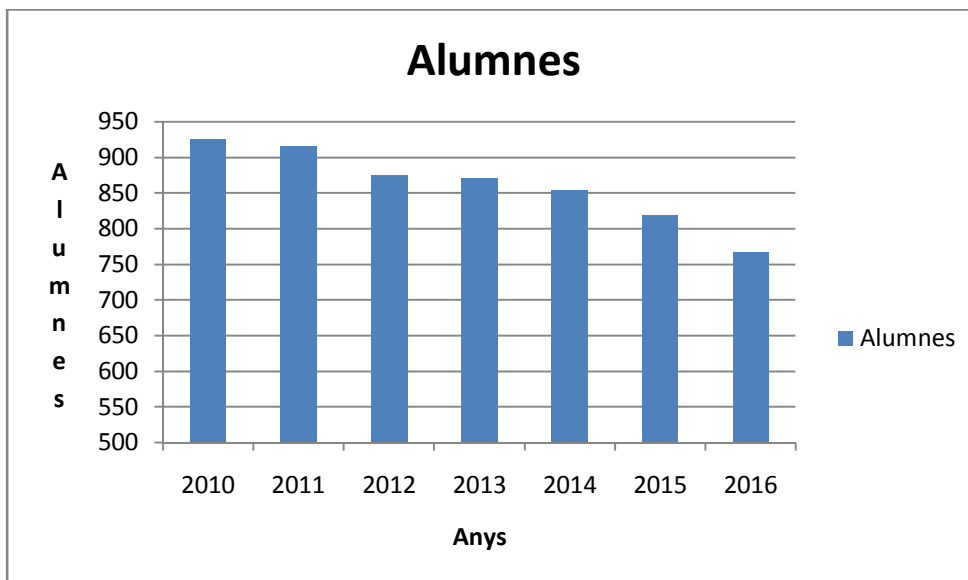
Fent la mitjana entre el quadrimestre de primavera d'un curs i els de tardor de l'altre, trobem els alumnes i professors totals en un any natural.

TAULA: alumnes + professors any natural

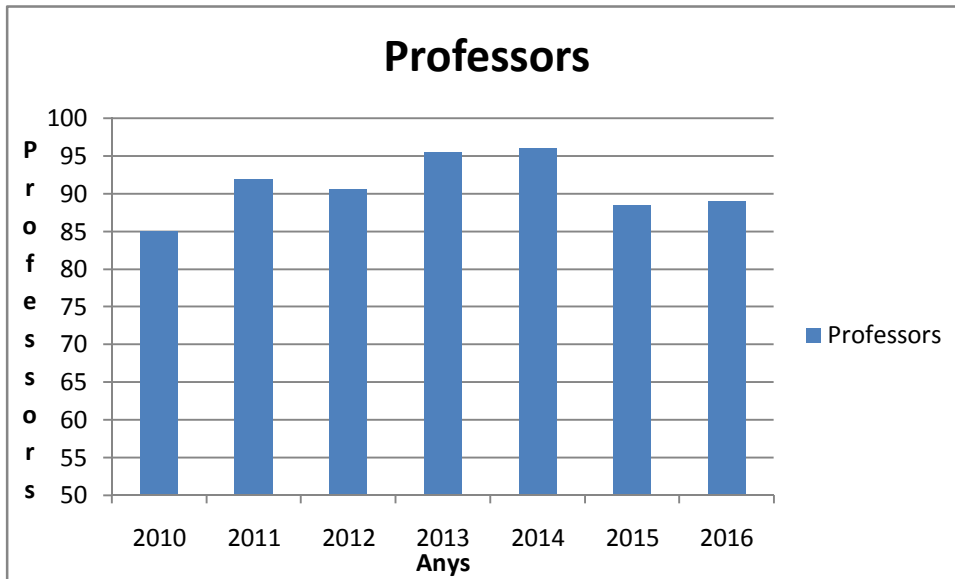
Any	Alumnes	Professors
2010	925	85
2011	915,5	92
2012	875	90,5
2013	870	95,5
2014	853,5	96
2015	818,5	88,5
2016	766	89

Taula 2 Font: Gestió acadèmica

A continuació es gràfica les dades:



Gràfic 1 Font: Elaboració pròpia



Gràfic 2 Font:Elaboració pròpia

Com es veu, cada any l'escola està perdent alumnes matriculats durant aquest últims anys, tot i això el nivell de professors es manté pràcticament igual al llarg dels anys.

La pèrdua d'alumnes segurament es deu a la pujada del preu dels crèdits que sumat amb la pèrdua de capacitat econòmica de les famílies, redueix el nombre de persones que opten per la via universitària i consideren una altra opció en la seva formació.

La continuïtat en el nombre de professors s'explica en què el temari que es dona és pràcticament el mateix o molt semblant, i es necessites professors especialitzats en cada assignatura o en cada àrea, la pèrdua d'alumnes fa que les classes siguin menys nombroses però els professors han de ser els mateixos.

Una altre variable important són les setmanes lectives que hi ha en un curs escolar, segons el calendari del curs 2015-2016 de l'escola, els cursos tenen una durada de 37 setmanes.

Impacte ambiental, Consums.

Introducció

El medi ambient es va modificant com a resultat de l'activitat del ser humà, i una de les activitats més importants és precisament l'ús d'energia. L'energia és una de les parts fonamentals en els processos industrial, en el transports i en el sector terciari (hospitals, hotels, habitatges,etc.)

A mesura que va creixent el nivell de vida dels diferents països, va creixent proporcionalment el consum energètic del país.

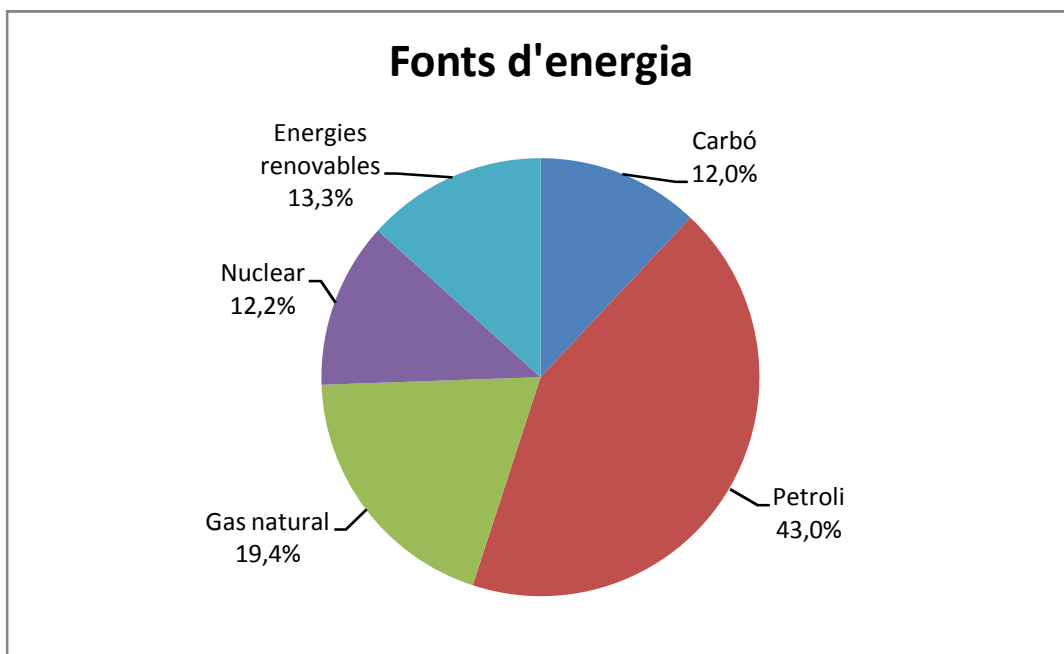
Consum d'energies primàries a Espanya-

A continuació es mostra l'energia primària a l'estat espanyol des de el gener fins al octubre del 2015:

<i>Unitats de mesura: ktep</i>	TOTAL	ESTRUCTURA	Δ 2015/14 (1)
Carbó	12.260	12,0%	23,0%
Petroli	43.999	43,0%	4,3%
Gas Natural	19.843	19,4%	3,5%
Nuclear	12.524	12,2%	0,5%
Energies Renovables	13.631	13,3%	-6,4%
Hidràulica	2.354	2,3%	-17,8%
Eòlica	3.545	3,5%	-2,1%
Biomassa	3.741	3,7%	-7,5%
<i>Biomassa tèrmica</i>	2.855	2,8%	1,8%
<i>Biomassa elèctrica i cogeneració</i>	886	0,9%	-28,5%
Biogàs	185	0,2%	-13,6%
<i>Biogàs Tèrmic</i>	21	0,02%	8,0%
<i>Biogàs elèctric i cogeneració</i>	164	0,2%	-15,7%
RSU	170	0,2%	70,2%
Biocarburants	847	0,8%	6,6%

Geotèrmia	16	0,02%	3,2%
Solar	2.773	2,7%	-4,8%
Fotovoltaica	629	0,6%	-0,7%
Termoelèctrica	1.894	1,85%	-7,6%
Tèrmica	250,4	0,2%	8,4%
Residus no renovables	170	0,2%	42,6%
Saldo Elèctric	-130	-0,1%	-53,4%
CONSUM E. PRIMARIA 2015	102.298	100%	4,2%

Taula 3 Font: MINETUR, CORES, ENAGAS, REE, CNE.



Gràfic 3 Font: MINETUR, CORES, ENAGAS, REE, CNE

Es pot veure que les font d'energia més utilitzades a l'estat espanyol són les que provenen dels combustibles fòssils i tan sols un 13,3% es pot considerar energia neta ja que provenen d'energies renovables.

En aquest sentit, l'evolució de l'ús d'energies renovables està en creixement però encara està molt lluny de les altres energies i per tant es pot dir que l'estat espanyol té molt marge de millora en aspecte.

Dins dels combustibles fòssils la font més utilitzada és clarament el petroli ja que representa un 43% , més del doble que les energies que el segueixen , que són el gas natural (19.4%), el carbó i per últim la sempre polèmica energia nuclear.

Factors d'emissió

Un factor d'emissió o una intensitat d'emissió és la taxa mitjana d'emissions d'un pol·luent donat des d'una font donada en relació a una activitat específica, en aquest cas, grams de diòxid de carboni alliberat per l'energia produïda

.El factor d'emissió s'utilitza per obtenir les estimacions dels contaminants de l'aire o les emissions de gasos d'efecte hivernacle segons la quantitat de combustible cremat, la produïda pels animals de ramaderia (segons els nivells de producció industrial), una distància recorreguda o dades d'activitat similar. El factor d'emissió també pot ser usat per comparar l'impacte ambiental dels diferents combustibles o activitats.

Les fonts d'energia que s'estudien són l'aigua, l'electricitat i el gas natural, ja que són les que empra la universitat per cobrir les seves necessitats.

Aigua

Segons un estudi realitzat per la generalitat l'any 2015 titulat: "Càlcul de les emissions de GEH derivades del cicle de l'aigua a Catalunya", el factor d'emissió que es presenta a continuació contempla totes i cadascunes de les emissions unitàries en cada etapa del procés de gestió del cicle de l'aigua, en el càlcul es tenen en compte les diferents fases: captació, potabilització, distribució i el tractament d'aigua residual.

Consum 1m³ d'aigua = 395 g de CO₂

Electricitat

Partint de l'estudi del govern espanyol titulat: " Factores de emisión de CO₂ para la electricidad" es pot conèixer el resultat obtingut.

Consum 1kWh= 302 g de CO₂

Gas natural

Partint de l'informe MIES s'ha obtingut l'emissió de CO₂ que suposa consumir un m³ de gas natural.

Consum 1m³ de gas = 1950 g de CO₂

Evolució fonts d'energia utilitzada anys (2010-2015)

A continuació es mostra l'evolució de les despeses energètiques de l'escola des de l'any 2010 fins a l'últim any finalitzat, l'any 2015.

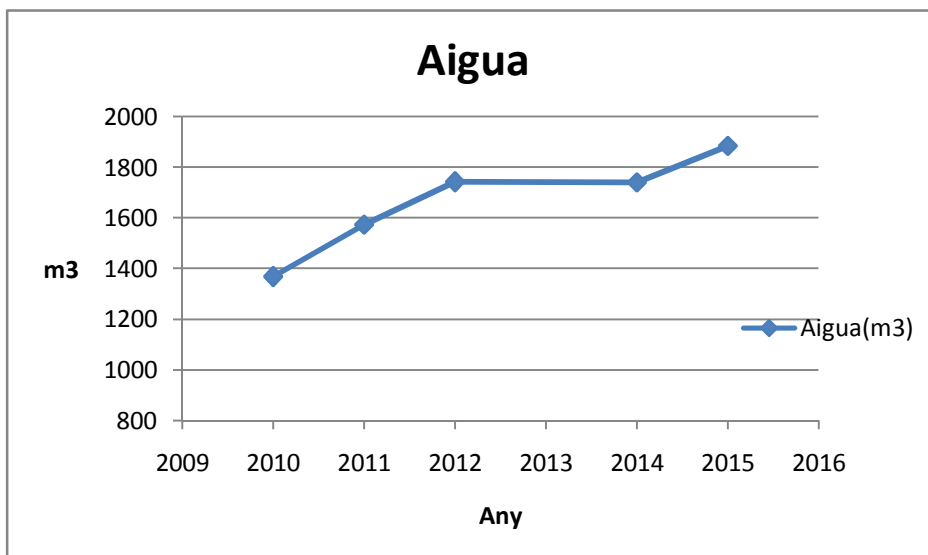
Aquest valors es poden trobar en una plataforma virtual anomenada "sirena UPC" on es pot trobar de manera molt detallada les despeses energètiques de totes les universitats politècniques de Catalunya de manera molt detallada i en diferents períodes de temps.

No es tenen dades de l'any 2013 ja que els valors donats per la plataforma són molt inferiors als dels altres anys i mentre tots els altres anys segueixen una progressió lògica aquests valors trenquen amb el sentit i s'ha considerat un error en la mesura o un any excepcional al centre per alguna raó que no es coneix.

CONSUM D'AIGUA

Any	Total(m3)	Mitjana(m3)
2015	1884,71	0,22
2014	1741,03	0,2
2012	1742,35	0,2
2011	1574,52	0,18
2010	1368,69	0,16

Taula 4 Font: Sirena



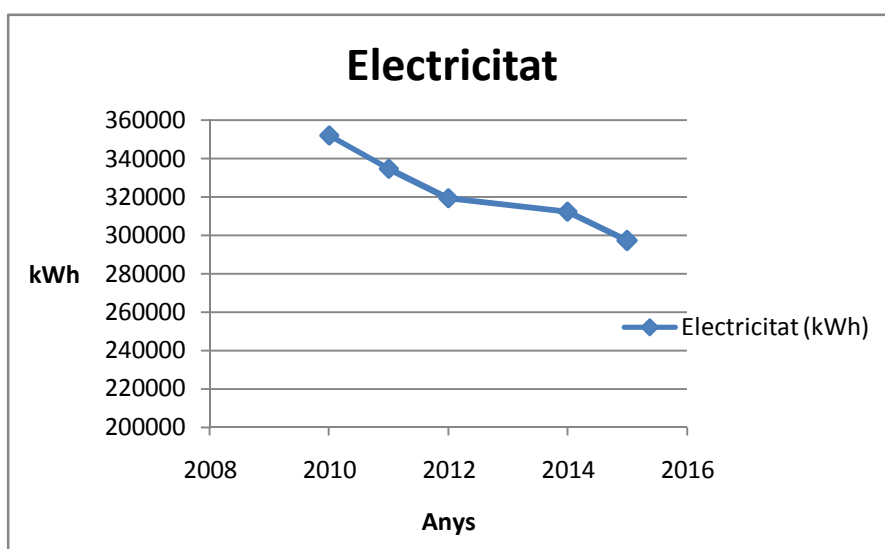
Gràfic 4 Font: Sirena

Es pot apreciar que tot i les contínues campanyes d'estalvi d'aigua el consum d'aigua anual a nivell del centre augmenta lleugerament any rere any .

CONSUM ELECTRICITAT

Any	total(kWh)	mitjana(kWh)
2015	297253,78	34,05
2014	312532,84	35,68
2012	319517,25	36,38
2011	334739,56	38,21
2010	352288,5	40,22

Taula 5 Font: Sirena



Gràfic 5 Font: Sirena

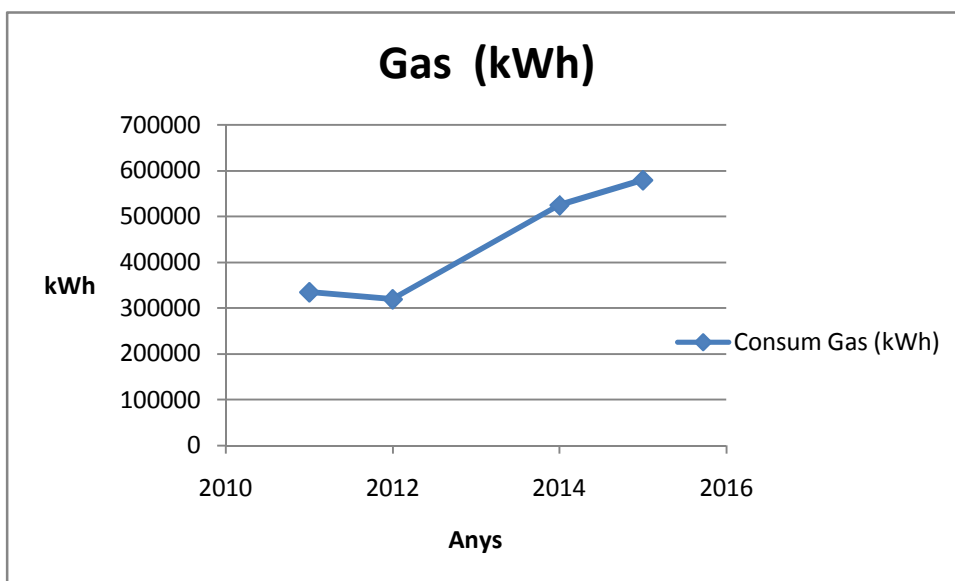
El consum d'electricitat del centre a anat baixant any rere any dins el període estudiat, les campanyes per reduir el consum han sorgit efecte. Una d'aquestes mesures ha sigut tancar l'escola en els períodes festius aconseguint un consum molt inferior a quant l'escola estava oberta.

CONSUM GAS

Any	Total(kWh)	Total(m3)
2015	579027,31	49787,39
2014	524101,22	45064.59
2012	319.517,25	42859.09
2011	334.739,56	39537.77
2010	352.288,50	30291.36

Taula 6 Font: Sirena

El factor de conversió utilitzat en la taula és: 11,63kwh = 1 metre cúbic gas



Gràfic 6 Font: Sirena

El consum de gas a anat augmentat ens els últims anys d'una manera progressiva, l'augment a sigut molt significatiu ja que s'han doblat quilowatts hora produïts entre el període del 2012 al 2015.

Emissions de diòxid de carboni (2010-2015)

En aquest apartat es pot veure l'emissió total anual en quilograms de diòxid de carboni emesos per les diferents fonts d'energia del centre. Per arribar els resultats es suma el consum total anual, en m³ en gas i aigua i en kWh en el cas d l'electricitat multiplicats pel factor d'emissió corresponent a cada energia.

Aigua 2010	Equivalència 1m3= 395 g de CO2
Consum(m3)	kg CO2 equivalent
1368,69	540,63
Electricitat	
2010	Equivalència 1kWh= 302 g de CO2
Consum(kWh)	kg CO2 equivalent
352288,5	106391,13
Gas 2010	Equivalència 1m3=1950g CO2
Consum(m3)	kg CO2 equivalent
30291,36	59068,15
TOTAL	165.999,91 kg de CO₂

Taula 7 Font: Elaboració pròpia

Aigua 2011	Equivalència 1m3= 395 g de CO2
Consum(m3)	kg CO2 equivalent
1574,52	621,94
Electricitat	
2011	Equivalència 1kWh= 302 g de CO2
Consum(kWh)	kg CO2 equivalent
334739,56	101091,35
Gas 2011	Equivalència 1m3=1950g CO2
Consum(m3)	kg CO2 equivalent
39537,77	77098,65
TOTAL	178.811,93 kg de CO₂

Taula 8 Font: Elaboració pròpia

Aigua 2012	Equivalència 1m³= 395 g de CO₂
Consum(m ³)	kg CO ₂ equivalent
1742,35	688,23
Electricitat 2012	Equivalència 1kWh= 302 g de CO₂
Consum(kWh)	kg CO ₂ equivalent
319517,25	96494,21
Gas 2012	Equivalència 1m³=1950g CO₂
Consum(m ³)	kg CO ₂ equivalent
42859,09	83575,23
TOTAL	180.757,66 kg de CO₂

Taula 9 Font: Elaboració pròpia

Aigua 2014	Equivalència 1m³= 395 g de CO₂
Consum(m ³)	kg CO ₂ equivalent
1741,03	687,71
Electricitat 2014	Equivalència 1kWh= 302 g de CO₂
Consum(kWh)	kg CO ₂ equivalent
312532,84	94384,92
Gas 2014	Equivalència 1m³=1950g CO₂
Consum(m ³)	kg CO ₂ equivalent
45064.59	87875,96
TOTAL	182.948,58 kg de CO₂

Taula 10 Font: Elaboració pròpia

Aigua 2015	Equivalència 1m3= 395 g de CO2
Consum(m3)	kg CO2 equivalent
1884,71	744,46
Electricitat 2015	Equivalència 1kWh= 302 g de CO2
Consum(kWh)	kg CO2 equivalent
297253,78	89770,64
Gas 2015	Equivalència 1m3=1950g CO2
Consum(m3)	kg CO2 equivalent
49787,39	97085,41
TOTAL	187.600,51 kg de CO₂

Taula 11 Font: Elaboració pròpia

Tot seguit, es calcula la proporció de cada recurs energètic en quant a emissions per mirar la tendència de l'escola en l'ús de les energies al llarg dels anys.

Evolució percentatges de cada energia			
Any	Electricitat	Gas	Aigua
2010	64,09%	35,58%	0,33%
2011	56,54%	43,12%	0,35%
2012	53,38%	46,24%	0,38%
2014	51,59%	48,03%	0,38%
2015	47,85%	51,75%	0,40%

Taula 12 Font: Elaboració pròpia

Es pot apreciar que tot i que el consum d'aigua seguia augmentat any rere any significa un percentatge molt petit d'emissions de CO₂ comparat amb l'electricitat i el gas.

Respecte aquest dos paràmetres es veu que segueixen dues tendències completament contraposades i que l'ús del gas com a font d'energia s'està convertint cada cop en més abundant i per tan les seves emissions augmenten, en aquest últim any, les emissions a causa del gas ja són més importants que les de la electricitat

Càlcul petjada ecològica, consums.

Utilitzant la fórmula explicada anteriorment (en l'apartat titulat càlcul de la petjada ecològica), el càlcul de la petjada ecològica tenint en compte els consums energètics de l'escola és el següent:

Any 2015:

$$\text{Petjada ecològica} = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{187,6 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 37.52 \text{ hectàrees}$$

Equació 3

Utilitzant el mateix procediment es calcula les hectàrees necessàries dels anys 2014, 2012, 2011 i 2010.

Any 2014:

$$\text{Petjada ecològica} = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{182,95 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 36.60 \text{ hectàrees}$$

Equació 4

Any 2012:

$$\text{Petjada ecològica} = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{180,76 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 36.15 \text{ hectàrees}$$

Equació 5

Any 2011

$$\text{Petjada ecològica} = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{178,81 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 35.76 \text{ hectàrees}$$

Equació 6

Any 2010

$$Petjada ecològica = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{166,00 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 33.20 \text{ hectàrees}$$

Equació 7

Any	Hectàrees	Evolució(%)
2015	37.52	+2.45
2014	36.60	+1.19
2012	36.15	+1.07
2011	35.76	+7.1
2010	33.20	

Taula 13 Font: Elaboració pròpia

La columna titulada com a evolució indica el percentatge d'increment de les hectàrees entre l'any corresponent a la taula comparat amb l'any anterior, calculat amb la següent equació:

$$\% = \frac{\text{Hectàrees any } x - \text{Hectàrees any } (x-1)}{\text{Hectàrees any } x}$$

Equació 8

En els darrers anys , la repercussió ambiental de l'escola, si es parla només de consums energètics, ha augmentat. Aquest fet, en gran part és culpa del gran augment dels metres cúbics de gas consumits en aquest període. En aquest darrer any, el gas ha avançat l'electricitat com a l'energia més utilitzada en el funcionament del centre.

El consum d'aigua representa una part molt petita i casi insignificant en els resultats finals de l'escola.

Impacte ambiental , Mobilitat

Introducció

Per conèixer la petjada ecològica d'un edifici, una de les àrees més importants d'estudi es la mobilitat, les emissions produïdes per el "commuting" (mobilitat obligada d'una població per motius d'estudi o treball que suposen un percentatge sempre considerable en qualsevol estudi d'aquest tipus)

Ubicació

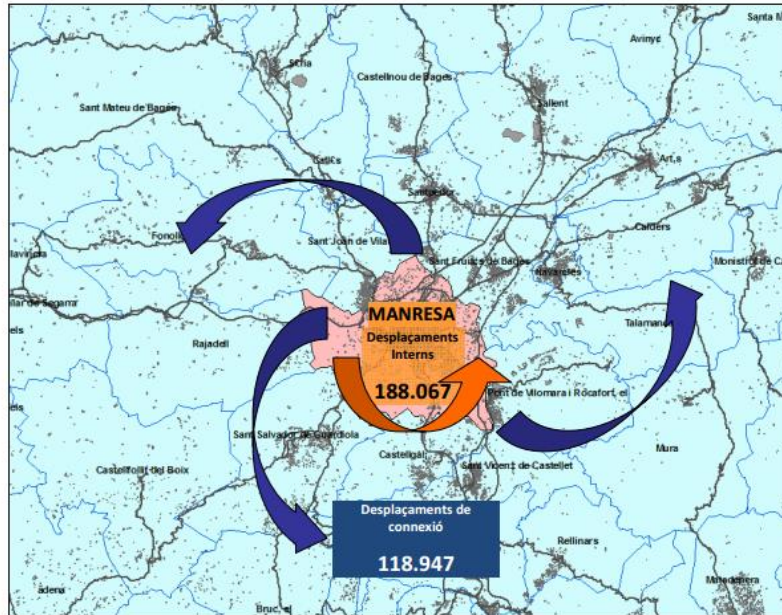
El primer que hem d'analitzar és la ubicació de l'escola politècnica de Manresa, aquesta es troba a l'avinguda de les bases número 61, una zona que comporta una sèrie de característiques si ens centren en la mobilitat dels alumnes i professors del centre:

- El transport amb cotxe o motocicleta és bastant senzill ja que té diferents accessos ràpids des del eix transversal i es pot considerar una zona sense problemes de tràfic.
- L'estació d'autobús de la ciutat es troba aproximadament a 1 quilòmetre de l'escola.
- La xarxa d'autobusos urbans té una parada just davant de l'escola.
- La parada de tren més propera dels Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya es troba aproximadament a 700metres i l'estació de la RENFE es troba a 2,3 quilòmetres , a aproximadament 30 minuts caminant.

Mobilitat a Manresa.

Segons un estudi publicat per l'Ajuntament de Manresa l'any 2013 podem conèixer la mobilitat de la població de Manresa i pobles adjacents.

Segons aquesta font de dades el municipi de Manresa genera 307.000 desplaçaments en un dia feiner, dels quals el 61% són interns del municipi mentre que l'altre 39% són desplaçaments de connexió en els dos sentits.

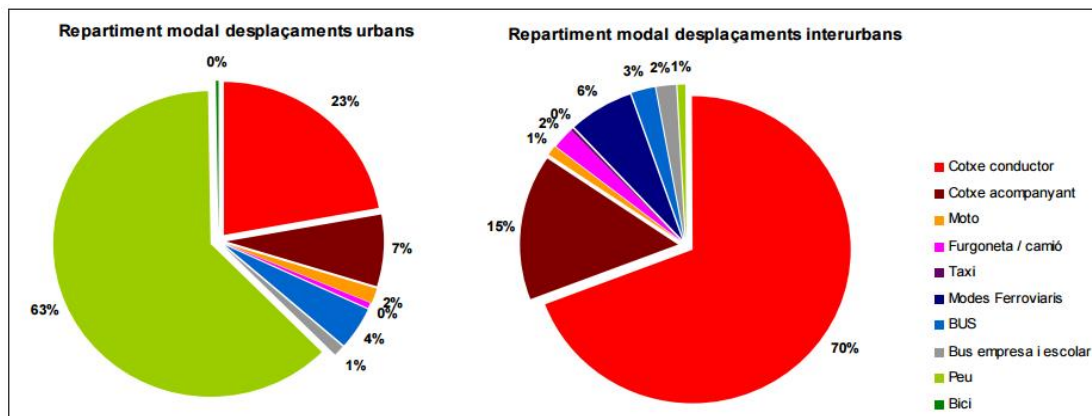


Il·lustració 2 Font: Ajuntament de Manresa

En desplaçaments interns, el mode principal és l'a peu amb un 63% de quota. El vehicle privat (cotxe+moto) representa un 32%. El bus (urbà+empresa+ escolar) és el 5% restant. L'ús del cotxe es divideix en un 23% per a cotxe com a conductor i un 7% com a acompanyant. Així, resulta una ocupació mitjana dels vehicles de l'1,33 pax/cotxe.

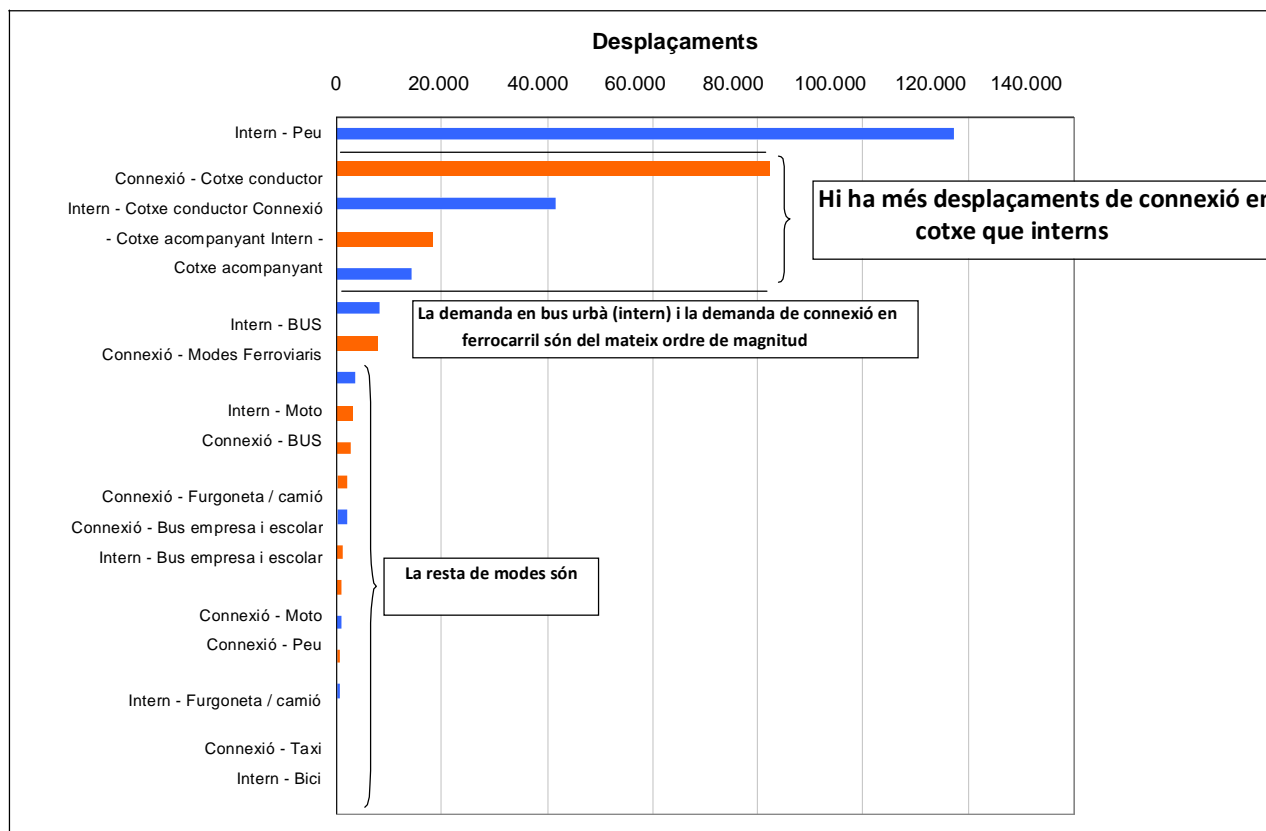
En desplaçaments de connexió, el mode principal és el vehicle privat amb un 88% de quota (cotxe+moto+furgoneta/camió). Els modes ferroviaris (FGC+Renfe) representen el 6% i el bus (urbà+empresa+escolar) el 5% restant.

L'ús del cotxe es divideix en un 70% per a cotxe com a conductor i un 15% com a acompanyant. Així, resulta una ocupació mitjana dels vehicles de l'1,22 pax/cotxe (inferior que en desplaçaments interns).



Il·lustració 3 Font: Ajuntament de Manresa

Considerant els valors absoluts, es detecta que el volum majoritari correspon als desplaçaments interns a peu, seguits dels desplaçaments de connexió com a cotxe conductor.



Gràfic 7 Font: Ajuntament de Manresa

Tot i que la mobilitat interna és més alta que la mobilitat de connexió, hi ha més vehicles motoritzats (cotxe+moto+bus+furgoneta/camió) que realitzen un desplaçament de connexió que no pas un desplaçament intern dins el municipi.

La major part de desplaçaments de connexió que es realitzen en un dia feiner amb origen o destinació a Manresa es dirigeixen a Sant Fruitós del Bages, Sant Joan de Vilatorrada, Barcelona, Santpedor i Sallent. Per tant, la mobilitat amb els municipis del nord és superior a la mobilitat amb els municipis del sud, que poden tenir més relació amb altres capitals com Terrassa i Sabadell.

La taula següent mostra les 20 principals relacions de connexió amb Manresa, que sumen un

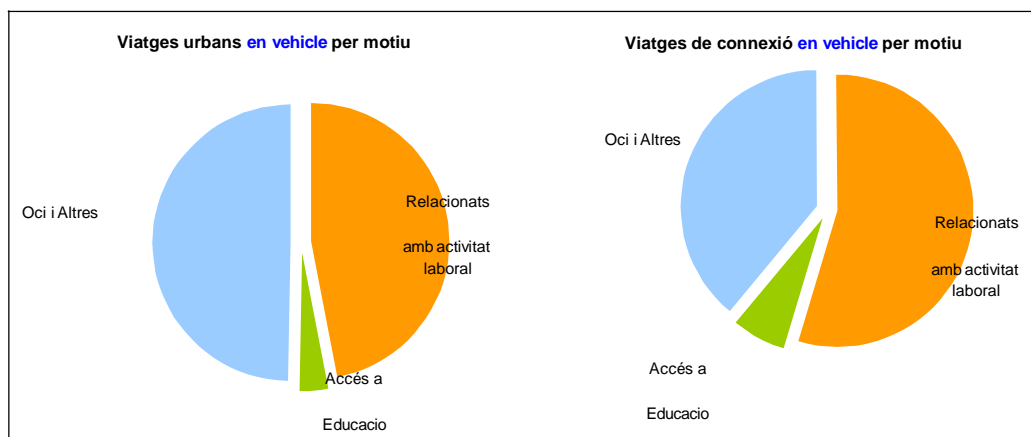
total de 85.000 desplaçaments en dia feiner. La resta de relacions sumen 33.000 desplaçaments, repartits entre 143 municipis. Aquestes 20 relacions OD més els desplaçaments interns representen el 90% de total de mobilitat del municipi

INE	Municipi	Desplaçaments Totals dia feiner
8113	Interns de Manresa	188.067
8213	Sant Fruitós de Bages	14.968
8218	Sant Joan de Vilatorrada	8.691
8019	Barcelona	8.347
8192	Santpedor	7.449
8191	Sallent	5.646
8098	Sant Salvador de Guardiola	5.105
8140	Navarcles	4.954
8262	Sant Vicenç de Castellet	4.741
8274	Súria	3.046
8182	Pont de Vilomara i Rocafort, el	2.958
8010	Artès	2.566
8038	Callús	2.505
8141	Navàs	2.259
8053	Castellbell i el Vilar	2.053
8062	Castellnou de Bages	1.845
8061	Castellgali	1.727
8084	Fonollosa	1.701
8266	Cerdanyola del Vallès	1.675
8018	Balsareny	1.467
8022	Berga	1.389

Il·lustració 4 Font: Ajuntament de Manresa

Pel que fa als motius dels desplaçaments, i si no es consideren les tornades, els viatges per motius laborals representen el 32%, per estudi el 15% i per oci i altres motiu el 52%. Si es diferencien els viatges urbans dels de connexió, s'observa com el pes percentual dels desplaçaments laborals de connexió representen gairebé el doble dels desplaçaments interns per aquest mateix motiu (46% pels desplaçaments de connexió respecte el 24% dels desplaçaments interns). A nivell intern el motiu principal és l'oci o altres desplaçaments no obligats (el 59% dels desplaçaments totals interns).

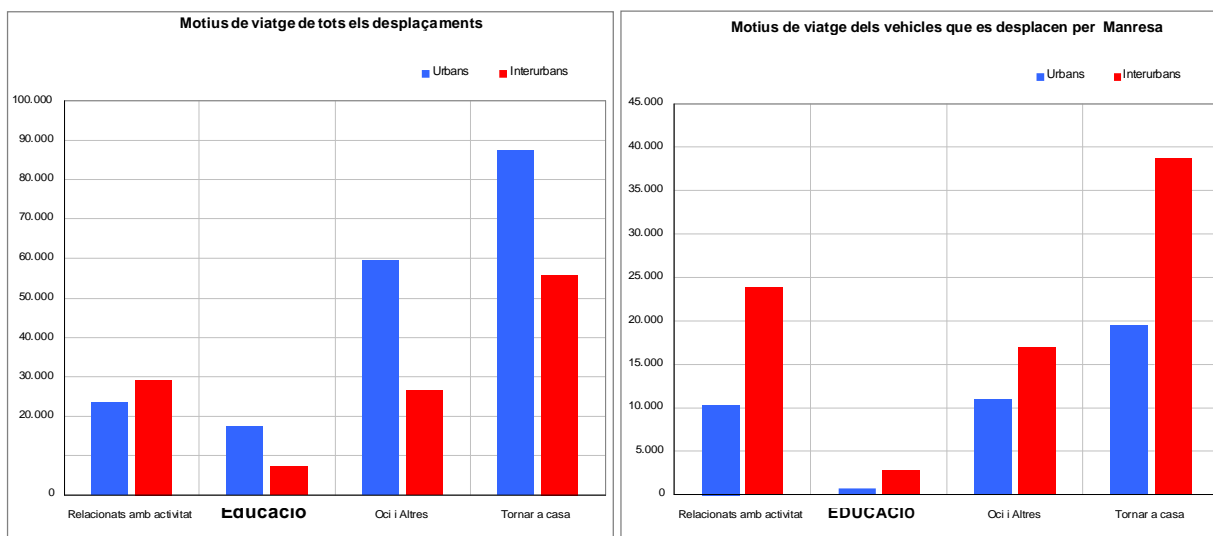
Si s'analitzen només els desplaçaments en vehicle privat com a conductor es detecta que els desplaçaments interns per motiu laboral es dupliquen, mentre que els de connexió també s'incrementen tot i que en un percentatge molt inferior. Això posa de manifest que a nivell intern el cotxe té més presència en els desplaçaments per motius laborals, mentre que a nivell interurbà la utilització del cotxe és menys dependent del motiu del desplaçament.



Gràfic 8 Font: Ajuntament de Manresa

Per tant, hi ha més vehicles que entren/surten a Manresa per motius ocupacionals que per motius d'oci, mentre que a nivell intern el volum de vehicles per motiu ocupacional és similar al motiu d'oci.

En valors absoluts, els desplaçaments interns i de connexió amb Manresa per motiu de viatge es divideixen de la següent manera

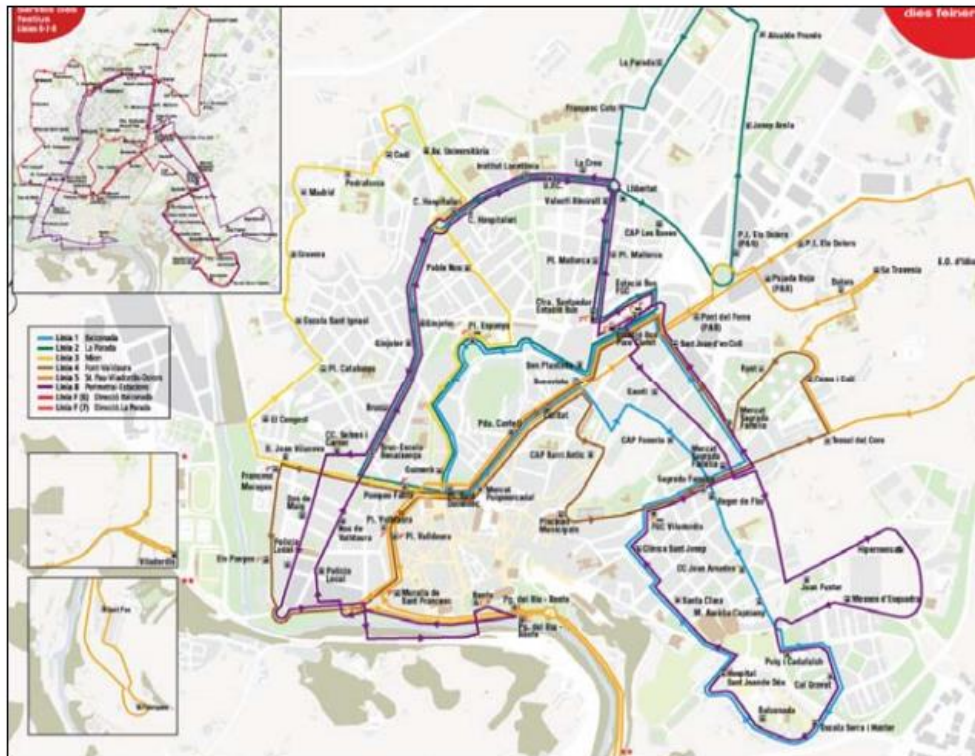


Gràfic 9 Font: Ajuntament de Manresa

Transport públic urbà

Manresa disposa de 8 línies urbanes d'autobús que donen servei a gran part de les zones del nucli urbà.

Línies de transport públic urbà



Il·lustració 5 Font: Ajuntament de Manresa

La figura anterior mostra com les línies d'autobús cobreixen pràcticament la totalitat del municipi. En un hinterland de 200 m, essent el hinterland l'àrea d'influència de la parada, el 88% de la població està coberta per una parada, mentre que en un hinterland de 500 m la població coberta és del 97%.

Transport públic interurbà

Els serveis ferroviaris que donen cobertura a la ciutat de Manresa estan operats per Renfe i FGC. Cada operador té una línia, i entre elles no estan connectades. Renfe opera la línia de rodalies R4, que connecta Manresa amb Barcelona i Sant Vicenç de Calders i la línia de trens regionals que connecta Barcelona i Lleida passant per Manresa. La línia de rodalies té una oferta en dia feiner i dissabtes de 37 expedicions/dia i sentit amb una freqüència de 30 minuts i un temps de recorregut d' aproximadament 1 hora i 20 minuts. Els diumenges,

l'oferta es redueix a 18 expedicions/dia i sentit amb una freqüència d'1 hora. Per la seva banda, la línia de mitjana distància R12 connecta l'estació de l'Hospitalet de Llobregat amb la de Lleida Pirineus passant per Manresa. La línia compta amb 3 trens diaris en cada un dels sentits. El temps del recorregut entre Manresa i Lleida és d'unes 2 hores.

EmissionsCO2 per mitjà de transport

Equivalències de consum en kgCO₂/km persona

Cotxe	Motocicleta	Autobús	Tren	A peu	Bicicleta
0.172	0.0858	0.0721	0.0377	0	0

Taula 14 Font: Elaboració pròpia

Les emissions estan referides en kgCO₂ per persona, les unitats mostren les emissions produïdes per un quilòmetre de recorregut en cada mitjà de transport. A continuació s'explica la obtenció dels valors de la taula.

Les dades són extretes d'un estudi del l'oficina catalana del canvi climàtic titulat: " Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte hivernacle"

El valor de 0.172 kgCO₂ / km per persona està calculat en un vehicle dièsel amb una cilindrada igual o superior a 2.0l i a una velocitat mitjana de 70km/h.

El valor de la motocicleta està calculat en un vehicle de 2 temps inferior a 250 cm³ a una velocitat mitjana de 70 km/h

El valor del autobús està calculat per un vehicle per circuli pe carreteres convencionals a una velocitat mitjana de 54km/h , dièsel i amb un pes igual o inferior a 18 tones.

El valor del tren està calculat sobre el model de tren RENFE rodalies.

La contaminació produïda pels cotxes

Com que la majoria d'estudiants i professors utilitzen el cotxe com a mitjà de transport, s'explica de manera més detallada la contaminació que produeix un cotxe.

Els cotxes produeixen bàsicament sis tipus de contaminació a l'aire: hidrocarburs, en cremar combustibles; òxids de sofre (SO_2), principalment el motor dièsel a causa del sogle del gasoil; òxids de nitrogen (NO_x), producte de la combustió de la gasolina a alta temperatura; monòxid de carboni (CO), de la mala combustió de la gasolina; partícules que sedimenten i en suspensió i plom, per aquest motiu ara ja s'utilitzen les gasolines sense plom.

L'emissió de CO_2 procedent de la combustió de la gasolina i de gasoli contribueix a l'efecte hivernacle i a l'escalfament de la terra. Segons les dades de l'apartat anterior, fer 10.000km comporta emetre aproximadament 1720 Kg de CO_2 a l'atmosfera.

Com se sap, aquest gasos són altament contaminants i posen en perill la salut de l'ésser humà, en infeccions respiratòries i altres problemes de salut.

Obtenció de dades reals a l'EPSEM.

Per calcular les emissions en l'àmbit de transport a l'escolia politècnica de Manresa el primer que s'ha de fer és aconseguir dades sobre el mitjà de transports, la procedència i la quantitat setmanal de viatges que realitza les persones que treballen o estudien al centre.

Després de buscar dades i intentar arribar a uns valor significatius vàlids , es va arribar a la conclusió que no hi ha cap estudia realitzat que pugui proporcionar aquestes dades amb suficient fiabilitat i es va considerar que la millor manera d'obtenir aquest resultats era a través d'una enquesta passada per les aules de l'escola, intentant arribar al màxim d'alumnes amb el mínim d'hores possible i a realitzar una enquesta per Internet per als professors.

L'enquesta es va realitzar en les hores de classe, intentant que les preguntes fossin el més ràpid possibles de contestar, per interferir el menys possible en les assignatures dels alumnes. Per això les enquestes eren donades al inici de la classe o fins i tot a un representant de la classe que la passava quan tenien un moment lliure entre classe o classe o algun moment de l'assignatura on el professor deixes un temps lliure.

A l'enquesta es demanava principalment tres aspectes:

- El mitjà de transport utilitzat: cotxe, autobús, tren , bicicleta o caminant.
- El nombre de viatges setmanals
- Localitat de procedència

Altres aspectes d'interès:

Si la resposta al vehicle utilitzat era el cotxe, també es demanava el número d'ocupants del vehicle.

En el cas de viure a Manresa també es demanava el temps estimat a arribar fins a l'escola per poder comprovar la facilitat dels residents a Manresa per arribar fins al centre.

També es va voler estudiar quants alumnes utilitzaven l'autobús després del tren ja que la distancia fins a l'estació del tren és considerable.

Per últim també es volia valorar el número d'alumnes que vivien en un pis d'estudiants a Manresa durant la setmana i quina era la seva localitat d'origen.

El model de l'enquesta era aquest:

ENQUESTA PER L'ESTUDI DE LA PETJADA ECOLÒGICA DE L'EPSEM

Marca amb una creu (X) la teva opció, o completa el quadre amb la resposta indicada.

1) Quina activitat fas al centre

Professor

Alumne

2) Trajecte diari :

Origen(població)*
 → Manresa

*En cas de residir a Manresa:

Temps estimat en arribar a l'escola minuts

3) Número trajectes per setmana: (només viatges d'anada)

4) Mitjà de transport utilitzat principalment:

Cotxe particular, n^o ocupants

Bicicleta

Tren; del tren al centre utilitzo l'autobús (SÍ/NO)

Autobús

Motocicleta, n^o ocupants

A peu

5) Al cap de setmana visc en un altre població (SÍ/NO)

En el cas de resposta afirmativa:

Població

Mitjà de transport

Distància dels trajectes

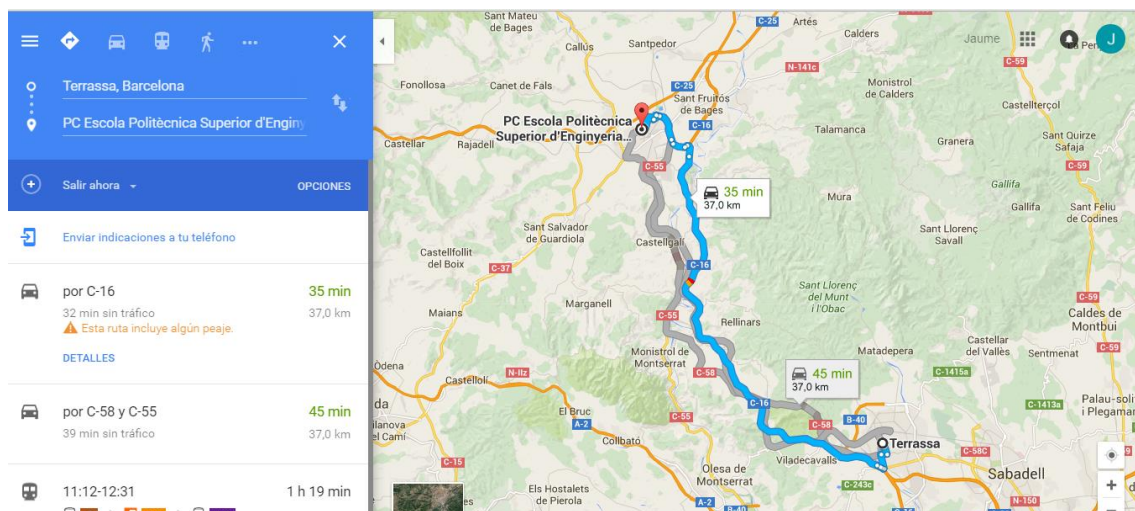
Per tenir un control de les emissions de CO₂ emeses per els estudiants i professors de l'EPSEM és indispensable saber amb quin mitjà de transport viatgen però també ho és conèixer el nombre de quilòmetres que es fan amb cada mitjà de transport i en cada trajecte. Es coneix que no és el mateix viatjar 10 minuts o 2 hores.

Per tal d'intentar conèixer amb exactitud la llargada dels viatges, només es demanava el poble o ciutat d'inici del viatge i no el número de quilòmetres o la durada el viatge, ja que aquest paràmetres poden ser diferents en persones enquestades del mateix poble o ciutat perquè poden circular a velocitats diferents i, segurament, tenir possibles diferències en el número de quilòmetres al no saber-los amb precisió.

Per aquest motiu, i perquè es volien fer preguntes ràpides i senzilles per els enquestats es va decidir fer aquesta pregunta, però això provocava que un cop recollides les enquestes, s'haurien de calcular les distàncies des de cada població d'origen fins a la Universitat.

Obtenir aquestes dades no és una missió complicada, es van obtenir les dades dels quilòmetres des de l'aplicació de "google maps" que et permet obtenir aquestes dades de manera ràpida i amb una bona precisió. Marcava al punt d'origen a cada població dels resultats i al punt final l'escola, i ràpidament sortien el quilòmetres i el viatge de cada persona.

Aquí un exemple gràfic amb origen a Terrassa i destí a l'escola:



Il·lustració 6 Font: Google Maps

Es pot veure com la distància entre aquest dos punts és de 37,0 quilòmetres.

Fórmules per determinar el número de mostres.

Quan coneixem la mida de la població, el número de mostres necessàries es determina mitjançant una fórmula.

$$n = \frac{N}{1 + \frac{(N-1) \cdot e^2}{pq \cdot z^2}}$$

Equació 9

On:

n=mida de la mostra que volem conèixer

N= mida mostra de població

Z= distància entre errors típics respecta a la mitjana, es decideix el valor que es vol i s'estableixen els límits o intervals de confiança.

E=error mostral

Pq= variància de la població

En aquest cas, es vol fer una enquesta en una escola universitària que té aproximadament 906 persones que hi acudeixen cada dia (N=906). El nivell de confiança és de 95% i per tant z=1.96. Com que l'error es vol que sigui superior al 5%, e=0.05. Com que no hi ha més detalls i per més seguretat, es considera que pq=0.16. El número de mostres que es necessitaran serà:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{(N-1) \cdot e^2}{pq \cdot z^2}} = \frac{906}{1 + \frac{(906-1) \cdot 0.05^2}{0.16 \cdot 1.96^2}} = 193,8 \approx 194 \text{ mostres.}$$

Equació 10

La mostra final és de 194 mostres, que equival a 194 enquestes com a mínim. Naturalment, cal recordar que per poder extrapolar resultats de la població, cal agafar una mostra representativa i apareix el problema del mostreig aleatori.

Resultats enquesta

En aquest apartat es mostren els resultat obtingut en les enquestes passades a les aules:

Enquesta	Tren	Peu	Bicicleta	nº ocupants	cotxe	Motocicleta	Autobús	Tren+bus	Població	Km	Minuts	Nº viatges
1	1								Sabadell	44,3		5
2				1	1				Manlleu	53,7		5
3				1	1				Navàs	23,3		5
4		1							Manresa		4	5
5							1		Navarcles	10,9		4
6				2	1				Manresa		6	5
7				2	1				Manresa		6	5
8				1	1				Matadepera	40,4		5
9				1	1				Igualada	32,9		5
10				1	1				Sant Joan de Vilatorrada	3,2		5
11			1						Manresa		10	5
12	1								Barcelona	60,3		4
13								1	Terrassa	33,9		5
14								1	Barcelona	60,3		5
15								1	Barcelona	60,3		5
16				1	1				Avià	50,1		5
17				1	1				Sant Vicenç de Castellet	12,8		5
18				1	1				Navàs	23,3		5
19		1							Manresa		2	5
20				1	1				Manresa		15	5
21								1	Terrassa	33,9		5
22				1	1				Santpedor	6,6		5
23				1	1				Manresa		5	3
24				1	1				Manresa		5	
25				1	1				Manresa		10	6

26				1	1				Calders			5
27				1	1				Navàs	23,3		3
28							1		Navarcles	10,9		5
29	1								Monistrol de Montserrat	19,4		5
30	1								Vallirana	56,3		5
31				2	1				Sant Pere Torelló	62,9		4
32				2	1				Sant Pere Torelló	62,9		4
33	1								Abrera	32,5		5
34				1	1				Navarcles	10,9		7
35		1							Manresa		10	
36	1								Barcelona	60,3		5
37				1	1				Terrassa	33,9		3
38				3	1				Cervelló	52,6		5
39				1	1				Castellbell i el Vilar	19		5
40				1	1				Vic	46,1		5
41				1	1				Sant Llorenç d Morunys	69,9		4
42							1		Barcelona	60,3		5
43				1	1				Santpedor	6,6		2
44				1	1				Martorell	39		5
45				1	1				Sant Vicenç de castellet	12,8		5
46								1	Castellar del Vallès	51,7		5
47				3	1				Igualada	32,9		3
48				3	1				Badalona	71		2
49				2	1				Súria	15,3		5
50				1	1				Puig-reig	34,4		5
51				1	1				Viladecavalls	32		5
52				1	1				Santpedor	6,6		5
53				1	1				Santpedor	6,6		5
54				1	1				Manresa		13	2
55				1	1				Súria	15,3		5

56		1							Manresa		7	5
57				1	1				Terrassa	33,9		5
58		1							Manresa		3	10
59				1	1				Granollers	66		3
60				1	1				Sant Cugat del Vallès	47,2		5
61								1	Sabadell	44,3		10
62				2	1				Calaf	32,2		5
63	1								Corbera de Llobregat	57,9		5
64				1	1				Súria	15,3		5
65				1	1				Manresa		15	5
66				1	1				Berga	47,3		3
67				2	1				Navàs	23,3		5
68				3	1				Igualada	32,9		5
69		1							Manresa		15	
70				2	1				Sant Fruitós	5,3		4
71				3	1				Avinyó	21,4		3
72				4	1				Igualada	32,9		5
73				4	1				Igualada	32,9		5
74				4	1				Igualada	32,9		5
75				3	1				Terrassa	33,9		5
76				1	1				Monistrol de Montserrat	19,4		5
77				1	1				Sant fruitós	5,3		5
78		1							Manresa		10	
79				2	1				Muntanyola	59,5		4
80				2	1				manlleu	53,7		4
81				2	1				Manresa		15	10
82								1	Castellbell i el vilar	19		7
83				1	1				San Joan de Vilatorrada	3,2		5
84				1	1				Sant Andreu de la Barca	44,6		5

85	1								Monistrol de Montserrat	19,4		5
86							1		Viladecavalls	32		5
87				1	1				Balsareny	18,3		5
88				1	1				Berga	47,3		5
89				2	1				Navàs	23,3		5
90				2	1				Navàs	23,3		5
91				1	1				Navàs	23,3		5
92				1	1				Manresa		12	5
93						1			Navarcles	10,9		5
94				1	1				Sallent	15,3		5
95				1	1				Navàs	23,3		5
96				1	1				Navàs	23,3		5
97				2	1				Berga	47,3		3
98				2	1				Berga	47,3		3
99				1	1				Berga	47,3		5
100				1	1				Berga	47,3		5
101							1		Barcelona	60,3		5
102							1		Terrassa	33,9		5
103							1		Sabadell	44,3		5
104							1		Sabadell	44,3		5
105				1	1				Manresa		8	5
106				1	1				Manresa		5	5
107				1	1				Navarcles	10,9		5
108				1	1				Corbera de Llobregat	57,9		5
109				3	1				Monistrol de Calders	24,7		5
110				1	1				Esparreguera	33,2		5
111							1		Sabadell	44,3		5
112				2	1				Cabrianes	14,3		5
113				4	1				Solsona	48		5
114		1							Manresa		8	

115				2	1				terrassa	33,9		5
116				2	1				terrassa	33,9		5
117				4	1				Solsona	48		5
118				4	1				Solsona	48		5
119				4	1				Solsona	48		5
120	1								Sant Andreu de la barca	44,6		
121				1	1				Castellterçol	35,7		5
122								1	Barcelona	60,3		5
123								1	Bagà	67,9		5
124								1	Sabadell	44,3		5
125					1				Manlleu	53,7		5
126					1				Navàs	23,3		5
127				1	1				Manresa		4	5
128								1	Navarcles	10,9		4
129					1				Manresa		6	5
130					1				Manresa		6	5
131					1				Matadepera	40,4		5
132					1				Igualada	32,9		5
133					1				Sant Joan de Vilatorrada	3,2		5
134		1							Manresa		10	5
135	1								Barcelona	60,3		4
136								1	Terrassa	33,9		5
137								1	Barcelona	60,3		5
138								1	Barcelona	60,3		5
139				1	1				Avià	50,1		5
140				1	1				Sant Vicenç de Castellet	12,8		5
141				1	1				Navàs	23,3		5
142				1	1				Manresa		2	5
143				2	1				Manresa		15	5
144				1				1	Terrassa	33,9		5

145				1	1				Santpedor	6,6		5
146				1	1				Manresa		5	3
147		1							Manresa		5	
148				1	1				Granollers	66		3
149				1	1				Sant Cugat del Vallès	47,2		5
150								1	Sabadell	44,3		10
151				2	1				Calaf	32,2		5
152	1								Corbera de Llobregat	57,9		5
153				1	1				Súria	15,3		5
154				1	1				Manresa		15	5
155				1	1				Berga	47,3		3
156				2	1				Navàs	23,3		5
157				1	1				Pont de Vilomara	7,8		5
158		1							Manresa		3	3
159								1	Manresa		2	4
160			1						Manresa			4
161								1	Manresa			4
162								1	Sant Joan de Vilatorrada	3,2		4
163								1	Santpedor	6,6		5
164				2	1				Gironella	38,6		5
165				2	1				Gironella	38,6		5
166				1	1				Callús	8,3		5
167				1	1				Calaf	32,2		5
168			1						Manresa		6	5
169	1								Sant Vicenç de Castellet	12,8		3
170	1								Sant Cugat del Vallès	41,6		4
171	1								Terrassa	33,9		5
172		1							Manresa		10	5
173		1							Manresa		2	5

174				2	1				Manresa		15	5
175				2	1				Manresa		8	6
176				2	1				Súria	15,3		5
177				1	1				Sallent	15,3		4
178				1	1				Igualada	32,9		5
179				1	1				La Pobla de Claramunt	31,7		5
180				1	1				Avinyó	21,4		5
181				1	1				Manresa		12	4
182				1	1				Manresa		10	3
183				3	1				Castellgalí	12,1		5
184				3	1				Castellgalí	12,1		5
185				3	1				Castellgalí	12,1		5
186				1	1				Sant Quirze del Vallès	41,6		5
187				1	1				Moià	26,8		5
188				1	1				Manlleu	53,7		5
189				1	1				Badalona	71		5
190				1	1				Calaf	32,2		5
191				1	1				Sant Fruitós	5,3		5
192				1	1				Rajadell	15,1		5
193				1	1				Òdena	27,4		5
194				2	1				Artés	14,3		3
195				2	1				Marganell	15,1		5
196				1	1				Mura	19,1		4
197				1	1				Manresa			5
198				3	1				Sallent	15,3		4
199				1	1				Calders	17,4		5
200							1		Gironella	38,6		5
201							1		Barcelona	60,3		5
202								1	Barcelona	60,3		5
203								1	Sabadell	44,3		5
204								1	Sabadell	44,3		5

205								1	Sant Vicenç de Castellet	12,8		5
206								1	Viladecavalls	32		5
207						1			Manresa		6	5
208		1							Manresa		7	6
209				1	1				Abreva	32,5		

Taula 15 Font: Elaboració pròpia

TOTAL ENQUESTATS(alumnes + professors)= 209.

Aquest número d'enquestes permet estar dintre del rang desitjat d'error, com a màxim un 5%.

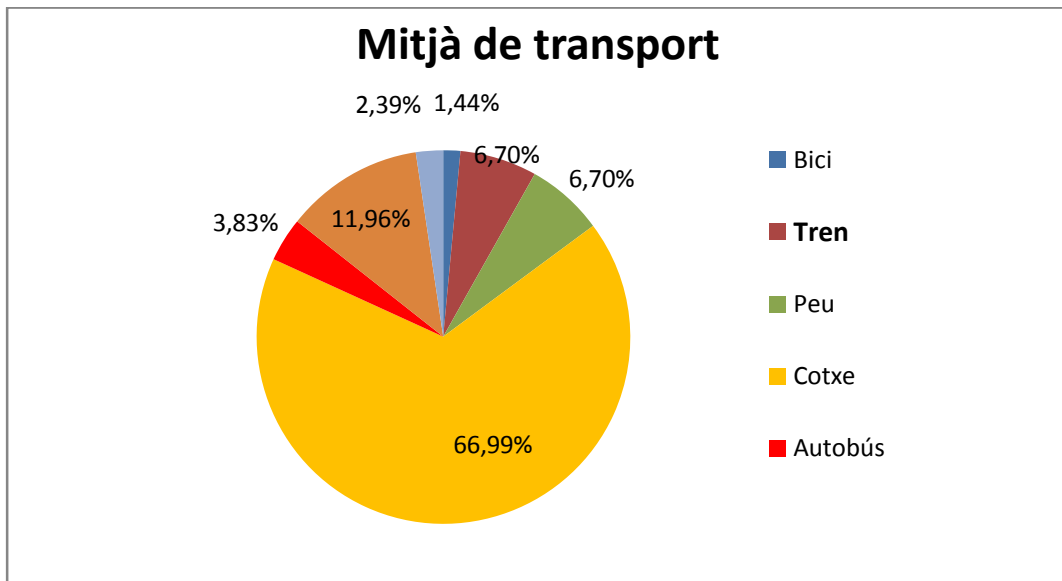
A l'escola l'any 2015 hi ha 906 persones , per tant, el 23,06 % han resolt l'enquesta,

Resultat enquestes		
Mitjà de transport	Nº persones	%
Bici	3	1,44%
Tren	14	6,70%
Peu	14	6,70%
Cotxe	140	66,99%
Autobús	8	3,83%
Tren+bus	25	11,96%
Motocicleta	5	2,39%
TOTAL	209	100

Taula 16 Font: Elaboració pròpia

- La mitjana de número de viatges d'anada per persona és de 4,64 viatges a la setmana.
- La mitjana de persones en un cotxe és 1,45.
- El número de viatges d'anada és de 4,65 viatges cada setmana per persona.
- 3 dels alumnes enquestat viuen a Manresa durant la setmana i el cap de setmana tornen a la seva població de naixement, això significa un 1.43% del personal de la universitat. Aquest alumnes resideixen a una distància de 61,7 km de la universitat.(Tàrrega,Cervera i Guardiola de Berguedà).
- Alumnes de Manresa: 43, que significa un 20,57% del total de persones enquestades.
- La gent de Manresa tarda 7,75 minuts en arribar a l'EPSEM

Gràfic : Mitjà de transport utilitzat



Taula 17 Font: Elaboració pròpia

Dades EPSEM

Per calcular de la manera més real possible les emissions de diòxid de carboni que s'emeten , s'ha de conèixer el número total d'alumnes i professors del centre per després , utilitzant els resultats de l'enquesta, aproximar el mitjà de transport, el número de viatges i els quilòmetres recorreguts per a cada persona i així poder arribar a uns resultats més reals.

A través de la gestió acadèmica de l'EPSEM s'han pogut aconseguir aquests valors:

Número alumnes any 2015= 818

Número professors any 2015 = 88

En TOTAL sumen 906 persones.

Les dades són una mitjana dels alumnes i professors del quadrimestre de primavera del 2014/2015 i del de tardor del 2015/2016.

Tractament de dades

Per estudiar la quantitat de CO₂ emès per la població de l'escola es necessita extrapolar les dades reals de les enquestes i trobar números aproximats sobre el número de persones que utilitzen cada transport en el dia a dia.

Multiplicant el número de persones totals (907) per el percentatge que s'ha obtingut en cada mitjà de transport, s'obté els valors estimats de quin mitjà de transport utilitza cada vehicle i quants van caminant.

Transport	Persones
Bicicleta	13,0464
Tren	60,69
Peu	60,69
Cotxe*	606,89
Autobús	34,68
Tren+bus	108,37
Motocicleta	21,67

Taula 18 Font: Elaboració pròpia

*Com que el número de passatgers per cotxe és aproximadament de 1,4 persones per vehicle, el número de cotxes diaris que arriben a l'escola és 418,54. Resultat que s'obté dividint el número total de cotxes entre 1,4.

El següent aspecte important que cal saber és el número de quilòmetres efectuats per cada mitjà de transport.

Per conèixer aquestes dades, s'ha agafat cada població de l'enquesta i de la manera com s'explica anteriorment s'han trobat les distàncies entre el punt d'origen i final de cada enquestat. En les enquestes han aparegut aquestes poblacions i aquestes distàncies

Població	Km	Població	Km	Població	Km
Avià	50,1	Sant Pere de Torelló	62,9	Sant Quirze del Vallès	41,6
Barcelona	60,3	Artés	14,3	Castellgalí	12,1
Corbera de Llobregat	57,9	Castellar del Vallès	51,7	Sant Fruitós	5,3
Igualada	32,9	Viladecavalls	32	Cervelló	52,6
Manlleu	53,3	Badalona	71	Abrera	32,5
Matadepera	40,4	Puig-reig	34,4	Monistrol de Montserrat	19,4
Moià	26,8	La Pobla de Claramunt	31,7	Martorell	39
Mura	19,1	Calaf	32,2	Marganell	19
Navarcles	10,9	Súria	15,3	Vallirana	56,3
Navàs	23,3	Avinyó	21,4	Castellvell i el Vilar	19
Òdena	27,4	Sant Llorenç de Morunys	69,9	Berga	47,3
Olesa de Montserrat	29,3	Vic	46,1	Callús	8,3
Sabadell	44,3	Gironella	38,6	Tàrrrega	65,9
Sallent	15,3	Sant Cugat del Vallès	47,2	Sant Andreu de la Barca	44,6
Sant Joan de Vilatorrada	3,2	Santpedor	6,6	Calders	17,4
Sant Vicenç de Castellet	12,8	Granollers	66	Muntanyola	59,5
Terrassa	33,9	Torelló	60,9	Rajadell	15,1

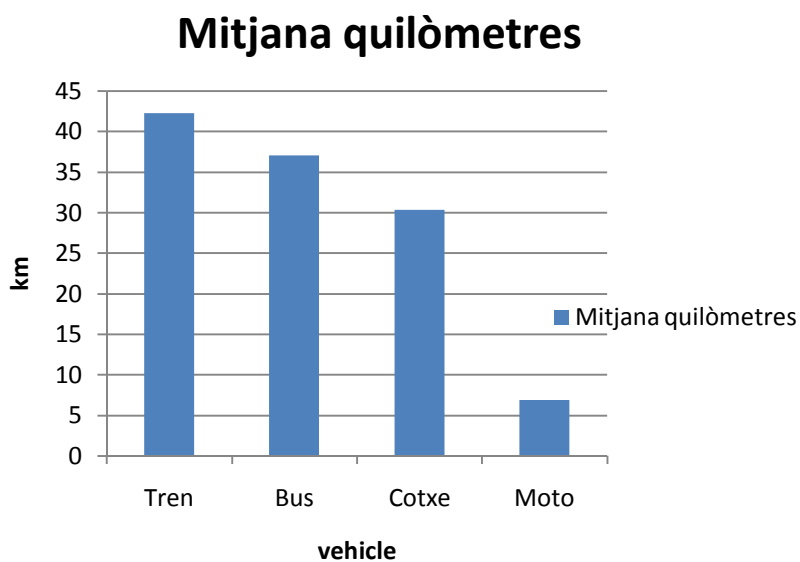
Taula 19 Font: Elaboració pròpia

Seguidament s'ha sumat per cada vehicle el número de quilòmetres fets per obtenir aquests valors.

Cal esmentar que en aquestes dades de quilòmetres només s'ha estudiat els alumnes de fora de Manresa.

Transport	km	Mitjana km
Tren	1651,2	42,33
Bus	259,8	37,1
Cotxe	3553,1	30,36
Moto	20,7	6,9

Taula 20 Font: Elaboració pròpia



Gràfic 10 Font: Elaboració pròpia

Es pot apreciar que la població utilitza la motocicleta només en distàncies curtes , normalment provenen dels pobles fronteres de Manresa.

La següent conclusió que es pot extreure es que el número de quilòmetres no és una dada important a tenir en compte alhora de triar el vehicle més còmode per arribar a la universitat, tot i que si que es veu una tendència a utilitzar el transport públic quan el nombre de quilòmetres augmenta.

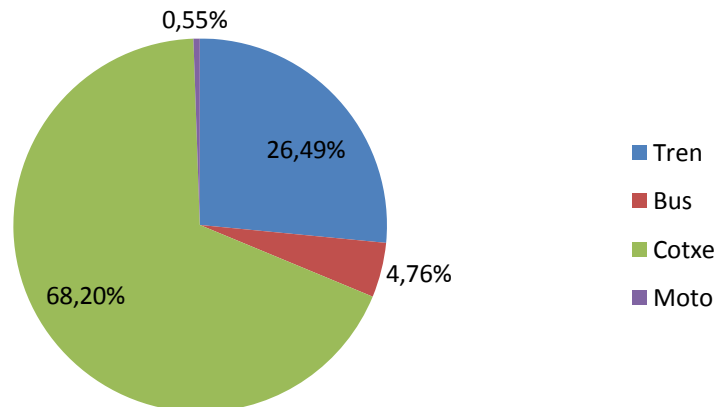
Finalment, s'ha de calcular el número de quilòmetres fets per cada mitjà de transport en un any natural.

Transport	Mitjana km	Número vehicles	Km (diaris)	totals
Tren	42,33	169,06	7.156,31	
Bus	37,1	34,68	1.286,63	
Cotxe	30,36	362,27	10998,51	
Cotxe*	5	71,21	356,05	
Moto	6,9	21,67	149,52	

Taula 21 Font: Elaboració pròpia

- La fila que està marcada amb un asterisc comptabilitza el número de persones que viuen a Manresa que van amb cotxe a la universitat. El total de quilòmetres amb cotxe és de 11.363,53.

Quilòmetres per mitjà de transport



Gràfic 11 Font: Elaboració pròpia

Es pot apreciar clarament com la majoria de quilòmetres es fan amb cotxe privat, tot i que la mitjana d'ocupants és de 1,4 , i el tren és la segona opció. Queden com opcions residuals l'autobús i la motocicleta.

A aquestes dades cal sumar-hi els quilòmetres d'autobús que hi ha des de l'estació de RENFE de Manresa fins a la universitat , ja que com es veu és un nombre important d'alumnes els que utilitzen aquesta combinació. La distància entre aquest dos punts és de 3,1 quilòmetres i el nombre de persones 108. Això suposa 334,8 km extres.

Com que es sap que la mitjana de setmanes cursades és 37 , i la mitjana de número de viatges per setmana és 4,65 (només anada) busquem el número final de quilometres per cada mitjà de transport en un any natural, multiplicant els diària per aquests dos valors esmentats i multiplicant per dos per trobar el viatge d'anada i de tornada.

Resultats

Tren=(7156,31) km diaris \cdot (4,65 \cdot 2) viatges setmanals \cdot 37 setmanes = **2.462.486,27 km anuals.**

Autobús=(1.286,63+334,8)km diaris \cdot (4,65 \cdot 2) viatges setmanals \cdot 37 setmanes = **557.934,06 km anuals.**

Cotxe= 11.363,53 km diaris \cdot (4,65 \cdot 2) viatges setmanals \cdot 37 setmanes = **3.910.190,63km anuals.**

Motocicleta= 149,52 km diaris \cdot (4,65 \cdot 2) viatges setmanals \cdot 37 setmanes = **51.449,83 km anuals.**

Emissions de diòxid de carboni

En aquest apartat es calcula les emissions de diòxid de carboni totals de les persones del centre, utilitzant els factors d'emissió per a cada transport i el número de quilòmetres mitjà de cada transport utilitzat.

Com s'ha vist anteriorment, els factors de conversió pels mitjans de transport estudiats són els següents:

Cotxe	Motocicleta	Autobús	Tren	Bicicleta i peu
0.172 kgCO ₂ /km	0.0858 kgCO ₂ /km	0.0721 kgCO ₂ /km	0.0377 kgCO ₂ /km	0 kgCO ₂ /km

Taula 22 Font: Elaboració pròpia

Si es multipliquen els factors de conversió amb el número de quilòmetres totals en cada mitjà s'obtenen aquests resultats.

$$\text{Tren: } 2.462.486,27 \text{ km} \cdot \frac{0.0377 \text{ kgCO}_2}{\text{km}} = 92.835,732 \text{ kgCO}_2$$

Equació 11

$$\text{Motocicleta: } 51.449,83 \text{ km} \cdot \frac{0.0858 \text{ kgCO}_2}{\text{km}} = 4414,39 \text{ kgCO}_2$$

Equació 12

$$\text{Autobús: } 557.934,06 \cdot \frac{0.0721 \text{ kgCO}_2}{\text{km}} = 40.227,05 \text{ kgCO}_2$$

Equació 13

$$\text{Cotxe} = 3.910.190,63 \text{ km} \cdot \frac{0.172 \text{ kgCO}_2}{\text{km}} = 672.552,79 \text{ kgCO}_2$$

Equació 14

A aquestes dades cal sumar-hi el 1,43% del personal de l'escola que els caps de setmana resideix a la seva població d'origen i al cap de setmana viatgen amb cotxe fins a la ciutat de Manresa. El 1,43% del total de la població representen 12,96 persones i la mitjana de

quilòmetres d'aquest membre és de 61,7 km (dades que es troben en l'apartat resultat enquesta).

Tractant aquestes dades com anteriorment es calcula que en un any són 59172,76 km /anuals i el quilograms de diòxid de carboni emesos són:

$$Cotxe = 59.172,7 \text{ km} \cdot \frac{0.172 \text{ kgCO}_2}{\text{km}} = 10.177,70 \text{ kgCO}_2$$

Equació 15

Emissions CO2 totals

En total, tenint en compte la mobilitat dels alumnes i professors de l'escola, es pot dir que el centre va emetre aproximadament **820,21 tones de CO₂ a l'atmosfera.**

Per tenir una referència i consciència més gran sobre aquest valor, es calcula els quilograms de CO₂ per persona que s'emeten. Aquesta xifra es troba dividint el total CO₂ emès enter el nombre de persones:

$$\frac{\text{CO}_2 \text{ emès}}{\text{persona}} = \frac{820.207,66 \text{ kg}}{907 \text{ persones}} = 905,31 \text{ kg CO}_2/\text{pers}$$

Equació 16

Estudi alumnes Manresa

Tractant les dades de la mateixa fora que en l'apartat anterior, es vol conèixer si en els propis alumnes de Manresa els mitjans de transport són similars o si canvia molt la proporció.

Dades inicials:

- 186,4 persones de Manresa anualment.
- Durada del trajecte 7,75 minuts

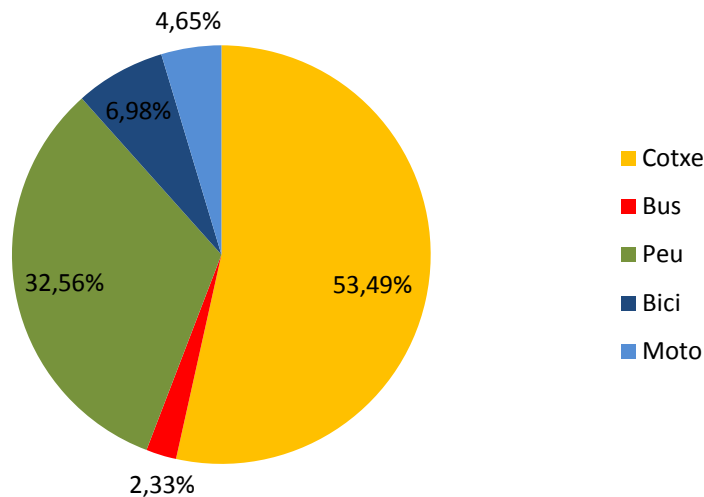
Extrapolant els resultats de les enquestes amb el número d'alumnes totals s'aconsegueixen aquestes dades:

GENT MANRESA			
Mitjà transport	Dades enquesta	%	Persones totals
Cotxe	23	53,49%	99,70
Autobús	1	2,33%	4,33
Peu	14	32,56%	60,69
Bicicleta	3	6,98%	13,00
Motocicleta	2	4,65%	8,67
TOTAL	43	100,00%	186,40

Taula 23 Font: Elaboració pròpia

Seguidament, es veu gràficament la repartició de mitjans de transport dintre el alumnes de Manresa.

Mitjà de transport



Gràfic 12 Font: Elaboració pròpia

Tot i que Manresa no és una ciutat excessivament gran, els resultats indiquen que la majoria dels alumnes utilitzen el vehicle propi per arribar fins a la universitat. La mitjana de temps és de 7,75 minuts des de que surten a casa fins que arriben a l'escola. Això indica que són trajectes curts .

Una possible hipòtesi respecte aquest resultat és que és fàcil circular amb cotxe per dintre la ciutat ja que el trànsit no és molt elevat , una altre tema a destacar és que la universitat està en un lloc amb molt fàcil excés amb cotxe; segurament pensada per la gent de fora la població , al trobar-se a una punta de la ciutat, és molt probable que tots els alumnes de l'altre part de la ciutat no puguin venir caminant a l'escola.

Tot i així , l'escola està situada en un punt on la gran majoria dels alumnes que viuen a Manresa hi podrien accedir caminant amb un màxim de 25 o 30 minuts. Com que la mitjana de temps no arriba als 8 minuts, es calcula que els alumnes que van a peu no caminen més de 10 minuts, els que tenen una distància més llarga ja solen utilitzar el vehicle per anar fins a l'escola.

A l'hora d'utilitzar un vehicle motoritzat, la gran majoria de gent es decanta pel cotxe, tot i que l'autobús arriba a casi tots els punts de la ciutat, la cultura del transport públic a la comarca del

Bages és molt reduïda i molt poca gent l'utilitza. El cotxe, és més ràpid , més còmode i pots triar tu l'horari que més et convé. Tot i que l'escola no disposa d'un pàrking pels alumnes, cosa que els professors sí que tenen, aparcar és lleugerament senzill al voltant de l'escola.

Càlcul petjada ecològica, mobilitat.

Per calcular la petjada ecològica per l'apartat de mobilitat, s'utilitza la mateixa formula que en l'apartat anterior. Aplicant la formula s'arriba a aquest resultat:

$$\text{Petjada ecològica} = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{820,21 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 164,04 \text{ hectàrees}$$

Equació 17

Impacte ambiental , Edificació

Introducció

En aquesta part , s'explica la importància de la construcció i dels edificis envers d'avaluar l'impacte humà respecte al medi ambient. Avui en dia són els responsables de gairebé el 40% de les matèries primeres i de gairebé el 30% de l'energia total(segons dades de l' Institut Català d'Estadística)

Les necessitats de les universitat)aules per múltiples persones, multi funcionalitat, laboratoris,etc) provoquen que el consum energètic i de recursos sigui molt significatiu.

Atès a què un edifici està format per diversos materials i components, sovint variats i de diversos orígens, de les quals les seves qualitats són mol importants. Sota el nom genèric de productes de construcció es tenen en compte tres categories diferents:

- Els materials de construcció (formigó armat, guix, vidres, ciments,etc.)
- Els components de l'aspecte extern i de separació amb envans , la majoria fets de múltiples materials , i gairebé sempre definits per les funcions que els són fixades en el si de l'aparença externa: components finestres, complexos d'aïllament, sòls,etc.
- Els equipaments que no formen part integral de l'aspecte exterior, i per tant la funció dels quals sorgeix a partir d'un servei que s'ha de prestar a l'ocupant en les diferents fases d'ús de l'edifici (il·luminació, calefacció, climatització,etc.)

Avaluar la dimensió mediambiental d'un producte de construcció és intentar qualificar el pes dels impactes que se li associen pel conjunt del seu cicle de vida, des de l'extracció de les matèries primeres fins al final de la seva vida. A més, ha de ser rigorosa i formal , és a dir, s'ha de recolzar en hipòtesis clarament definides i perfectament transparent.

El fet de quedar subjecte a la formalització del cicle de vida d'un producte, per inventariar el conjunt dels fluxos de matèries o energia, consumits o produïts, i tot seguit passar als impactes corresponents a partir dels càlculs indicatius, és una gestió qualificada d'ascendent: es parteix dels producte per anar pujant fins arribar als impactes. És un plantejament veritablement rigorós, formal i global, però al mateix temps llarg, i particularment delicat de posar en marxa en el cas dels productes de construcció.

Dur a terme una anàlisi de vida consisteix a establir un inventari del conjunt de flux de matèria i energia relatius als sistema estudiat. Aquest inventari abasta tot el cicle de vida, descompost en fases. Es poden considerar que les fases essencials són:

- L'extracció de les matèries primeres.
- La fabricació de productes i els seus embalatges.
- La col·locació del producte (en la construcció d'edificis).
- La fase d'ús.
- La fi de la vida del producte (abocament, incineració o reciclatge).

Si s'analitzen els efectes mediambientals que provoquen diferents materials i solucions constructives habituals al nostre país durant el seu cicle de vida. Es consideren com a principals efectes sobre el medi ambient: el consum energètic, la producció de residus sòlids, la incidència en l'efecte hivernacle i a la capa d'ozó.

Aproximació impacte ambiental en la construcció de l'EPSEM

Aquest apartat està dedicat a fer una aproximació del cost energètic que va suposar la construcció de l'edifici de l'EPSEM.

L'estudi implica determinar la quantitat dels diferents materials utilitzats en la construcció de l'edifici de l'EPSEM. Donat que l'edifici de l'escola és molt vell, no s'ha pogut trobar les dades dels materials que el componen, per això que es fa una aproximació de les emissions de CO₂ a partir de les dades obtingues en l'informe MIES (Model d'Investigació de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès)

Inicialment s'explicarà com es va realitzar l'informe MIES i posteriorment s'intentarà fer una aproximació a la nostre escola.

Elaboració de l'informe MIES.

En aquest apartat s'explica com es va realitzar l'informe MIES, l'informe en el que es basa l'aproximació d'aquest treball. S'explica quines dades s'han fet servir i amb quin abast i els factors de conversió utilitzats en la seva elaboració.

Respecte a l'abast de l'estudi, es va tenir en compte el volum del material utilitzat, prescindint de dades que podien arribar a ser significatives, com sobrants d'obra o el manteniment de l'edifici, i d'altres que, sense afectar tant a la xifra final, podien suposar un impacte ambiental elevat per altres motius, com el transport de materials o el desgast d'equip.

Per facilitar els càlculs, es va optar per escollir un mòdul tipus de l'edifici i després extrapolat al total. Però per no limitar l'error en aquells conceptes que poguessin resultar significatius, es va estudiar l'obra de fàbrica i la fusteria de la totalitat de l'escola, sense representar-la per un mòdul com la resta de partides.

Factors de conversió

Els factors de conversió energètica (MJ/Kg) amb els quals es pot passar de mesures geomètriques a consums d'energia són les que es mostren a les taules següents

Material	Densitat (kg/m³)	Factor de conversió(MJ/kg)
Formigó armat	2.400	1,7
Formigó sabates	2.250	1,35
Formigó soleres	2.000	1,03
Formigó de pendants	1.600	0,77
Formigó 150		0,99
Vidre	2.600	19
Alumini	2.700	210
Acer	7.850	43
Zinc	7.200	35
Fàbrica perforada	1.500	2,85
Fàbrica buida	1.200	2,96
Gres	2.500	10
Bloc formigó	1.200	1,03
Grava	1.700	0,1
Ciment	1.400	7
Morter M-40/a	2.000	1
Fusta	600	3
Tauler conglomerat	800	14
Tauler contraxapat	700	5
Poliestirè expandit	20	120
Tela asfàltica	1.285	10
Polietilè	960	75
Plàstic	1.100	70
Llana de roca	1,7	30
Pintura plàstica		20
Pintura sintètica		100
Vernís		100
Neoprè	1.300	120
Silicona	1.000	100
Coure	9.000	90

Taula 24 Font: Informe MIES

Un cop deduïda l'energia dels quilograms de cada material present en la construcció, cal traduir-la a quilograms de diòxid de carboni, deixant de banda altres emissions i subproductes generats en el procés. Per fer-ho calen els factors de conversió que també es troben en l'informe MIES:

Factors de conversió dels materials (kg CO₂/MJ)

Material	Kg CO ₂ /MJ
Ciments, formigó i morters	0,094
Ceràmics	0,075
Vidre	0,059
Fibra de vidre	0,075
Acer	0,080
Alumini	0,147
Coure	0,098
Plàstics	0,01476

Taula 25 Font:Informe MIES

A mode d'exemple, a continuació es fa el càlcul de les emissions produïdes per una tona de formigó corresponent a l'estructura de l'edifici:

$$1000kg \text{ formigó armat} \cdot \frac{1,7 MJ}{kg \text{ formigó armat}} \cdot \frac{0,094 Kg CO_2}{MJ} = 159,8 Kg CO_2$$

Equació 18

Seguint aquest exemple es va anar calculant totes les emissions de CO₂ emeses en la pròpia edificació de l'edifici, sumant els gasos de tots els materials presents en l'edifici.

Aproximació de les emissions de CO₂ a l'EPSEM degudes a la construcció

Segons l'informe MIES, el càlcul final de les emissions generades per l'ETSAV amb els materials que formen aquesta escola són de 5.576 MJ/m², que equival a unes emissions a l'atmosfera de 520 kg CO₂/m². Considerant que l'ETSAV té una superfície construïda de 8.746 metres quadrats, es calcula que s'emeten 520 kg CO₂/m².

Segons la "sede electrònica del catastro", l'EPSEM té una superfície construïda de 8.696 m², una superfície molt similar a l'escola estudiada en l'informe MIES.

Tenint en compte aquest aproximació es calcula les emissions per edificació de l'EPSEM:

Multiplicant els metres quadrats del recinte amb l'emissió de diòxid de carboni cada metre, s'obté un valor de 4.512.920 kg CO₂/m².

Per poder fer comparacions amb els altres apartats del treball s'ha de saber quina és la vida útil del edifici per així repartir l'emissió al llarg dels anys de vida útil de l'edifici. D'aquesta manera hi haurà una dada anual d'emissions i es podrà comparar amb els altres apartats.

Segons l'informe MIES un edifici d'aquestes característiques té una vida útil de 30 anys. En aquest treball s'accepta aquesta dada com a correcta i es considera que l'EPSEM també tindrà aquest període de vida útil.

Així s'obté que les emissions anuals de diòxid de carboni anuals són de **150.430,66 kg CO₂**.

Petjada ecològica, edificació.

Per calcular la petjada ecològica per l'apartat d'edificació, s'utilitza la mateixa fórmula que en l'apartat anterior. Aplicant la fórmula s'arriba a aquest resultat:

$$Petjada\ ecològica = \frac{Tones\ CO_2\ emeses}{Capacitat\ de\ fixació\ bosc} = \frac{150,431\ tones}{\frac{5\ tones\ CO_2}{ha \cdot any}} = 30,08\ hectàrees$$

Equació 19

Impacte ambiental, consum de paper

Introducció

La producció i consum de paper té un gran impacte ambiental sobre el planeta. La indústria paperera ocupa el cinquè lloc de consum mundial d'energia, i utilitza més aigua per cada tona produïda que qualsevol altre indústria. Aquesta indústria es una de la grans generadores de contaminants a l'aire hi ha l'aigua, així com també gasos que causen l'efecte hivernacle.

La fabricació, el consum de paper i el futur dels boscos estan estretament relacionats. Prop del 40% de tota la fusta tallada per usos industrials es destina a la producció de paper.

A Espanya es recullen 84 kg de paper habitant/any per reciclar. Si es té en compte el consum mitjà de 170 kg/habitant/any, només es recicla el 49% del paper que es consumeix.

Es calcula que aproximadament el 30 o el 40% dels productes de les escombraries són productes de paper, és a dir es tira a les escombraries un producte molt valuós.

La població desaprofita un milió de tones de paper i cartró i 850.000 tones de paper d'impressió i escriptura.

En aquest treball l'objectiu és calcular les emissions que produeixen aquest paper d'impressió i escriptura especialment, ja que és el que s'utilitza en les aules de les escoles universitàries i que podria suposar un gran impacte en el medi ambient i consegüentment en la petjada ecològica.

Consum de paper a l' EPSEM

Per a realitzar l'estudi del paper consumit a l'escola, s'utilitzaran varies aproximacions i mitjans, ja que no es pot saber el número exacte. El paper consumit depèn molt de la metodologia d'estudi de cada alumne o professor i de les seves preferència a l'hora d'estudiar.

A l'escola, s'utilitza el paper bàsicament per 5 necessitats bàsiques de una universitat.

1) Paper consumit pels alumnes durant les classes.

És el paper utilitat per transcriure la lliçó que imparteix el professor durant les hores lectives de classe, per això, per contar el paper utilitzat s'ha tingut en compte la variable següent: el nombre total d'hores que tots els estudiants van a classe en un any, en principi sembla una dada complicada de trobar, però mitjançant la secretaria de l'escola s'ha pogut trobar el nombre de crèdits matriculats per a cada alumne. Cada crèdit correspon aproximadament a 7,50 hores de classe. Tenint en compte que cada alumne utilitza de mitjana un full per hora, s'obté la quantitat de paper consumit en aquest apartat.

Mitjana de crèdits matriculats per alumne: 55 crèdits alumne/ quadrimestre

$$\text{Paper consumit} = 55 \text{ crèdits} \cdot \frac{7,5 \text{ hores}}{\text{crèdit}} \cdot \frac{1 \text{ paper consumit}}{\text{hora}} = 412,5 \text{ fulls/alumne}$$

Equació 20

2) Paper consumit en treballs

Segons una aproximació de la pròpia escola, el 25% de les hores de classe es dediquen a fer correccions de treballs, informes i memòries, per tant, el número de papers va relacionat aritmèticament al número de crèdits dels alumnes i al numero d'hores lectives. Generalment, es diu que la mitjana de papers per entrega és de dos fulls.

$$\text{Paper consumit} = 55 \text{ crèdits} \cdot \frac{7,5 \text{ hores}}{\text{crèdit}} \cdot \frac{2 \text{ paper consumit}}{\text{hora}} \cdot 0,25 = 206,25 \text{ fulls/alumne}$$

Equació 21

3) Paper consumit en fotocòpies.

Segons dades de la secretaria de l'escola, entre guions de pràctiques, llibres de text, fotocòpies, taules de dades, etc. Cada alumne consumeix 500 fulls de paper a l'any.

$$\text{Paper consumit} = 500 \text{ fulls} \frac{\text{paper}}{\text{any}} \cdot 818,5 \frac{\text{alumnes}}{\text{any}} = 409.250 \text{ fulls paper/any}$$

4) Paper consumit en exàmens.

Generalment, cada estudiant realitza una mitjana de 12 exàmens cada any i s'usen 4 fulls per examen.

$$\text{Paper consumit} = 12 \text{ exàmens} \cdot 4 \text{ fulls} = 48 \text{ fulls/alumne}$$

Equació 22

5) Paper consumit per administració, departaments i professors.

No només els estudiants consumeixen paper a la universitat. Una altre parcel·la molts important és el servei d'administració, i els diferents departaments de professors que formen l'escola.

No s'ha de depreciar els tràmits de gestió que es fan al centre ni tampoc el volum de continguts que reparteixen en paper els professors als alumnes en hores de classe i els que utilitzen ells mateixos pels seus estudis o preparar les seves classes.

Les despeses en paper no estan quantificades exactament en l'economia de l'escola ni hi ha cap registre que indiqui el paper que es gasta realitzar aquestes gestions, per això s'ha utilitzat un antic càlcul en un treball final de grau anterior, en aquest es va aproximar el paper utilitzat en la gestió acadèmica i professors. Segons aquest estudi, el número de fulls aproximat en un any és 650.000 fulls/any.

Paper Total Consumit

Per calcular el consum total de paper en l'any 2015 s'ha de considerar que el nombre mitjà d'alumnes en els dos quadrimestres de l'any és 818,5 i que cada any està compost per 2 quadrimestres.

Així s'arriba a aquests valors finals:

Consum paper (fulls)	
Alumnes	675.262,5
Treballs	337.631,25
Fotocòpies	409.250
Exàmens	39.288
Gestió acadèmica	650.000
TOTAL	2.111.431,75

Taula 26

Factors de conversió

Per convertir els fulls de paper utilitzats en tones de diòxid de carboni es necessita conèixer abans varies característiques del paper utilitzat. Majoritàriament el paper usat és un A4, l'estàndard de fibra verge, tot i que en els exàmens s'utilitza paper reciclat. La taula 26 mostra les propietats dels fulls de paper que s'utilitzen per fer el càlcul del diòxid de carboni emès.

Característiques paper A4 estàndard	
Pes per superfície (g/m ²)	80
Superfície m ²	0,062
Pes full individual (g)	4,987
Pes total fulls verge (tones)	10,333
Pes total fulls reciclat (tones)	0.200
Tones CO ₂ / Tones de paper verge	1,840
Tones CO ₂ / Tones de paper reciclat	0,610

Taula 27

Petjada ecològica , paper

Es calcula la petjada ecològica de la mateixa manera que en els altres apartats anteriors. El primer pas és calcular les tones de CO₂ emeses a l'atmosfera. Amb les dades de la taula 23 es poden calcular fàcilment aquest valors.

$$\begin{aligned} \text{Emissions } CO_2 &= 10,3 \text{ tones fulls verges} \cdot 1,84 \text{ tones } \frac{CO_2}{\text{paper verge}} + 0,2 \text{ fulls paper reciclat} \\ &\quad \cdot 0,610 \text{ tones } \frac{CO_2}{\text{paper}} \text{ reciclat} = 19,07 \text{ tones } CO_2 \end{aligned}$$

Equació 23

$$\text{Petjada ecològica} = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{19,07 \text{ tones}}{5 \text{ tones } CO_2 / \text{ha} \cdot \text{any}} = 3,81 \text{ hectàrees}$$

Equació 24

Titulats

Introducció

Avui en dia, s'entén que la gestió mediambiental, en l'àmbit de la gestió empresarial, és un factor clau que influeix decisivament tant en la imatge de l'empresa, com en la qualitat del producte, el seu cost, la seva comercialització i, en suma, la competitivitat. Les empreses líders demostren que els seus programes de gestió mediambiental estan incidint positivament en la renovació de la tecnologia i que provoquen uns grans avantatges en el factor costos - beneficis, ja que en realitat, són programes d'estalvi i racionalitzacions de recursos.

Sens dubte, contaminar resulta cada vegada més car, a més de transmetre una imatge de l'empresa gens favorable en els criteris ecològics, un factor cada cop més important per al consumidor. Per aquest motiu, els termes com eco producte o tecnologia neta cada cop s'està imposant més en el món empresarial.

En el cas d'aquest treball en concret, tot i que la contaminació dels futurs estudiant no influeix directament en la petjada ecològica de l'escola, si que es interessant tenir en compte que la quantitat de CO₂ emesa al medi ambient en les funcions laborals d'un titulat en enginyeria poden ser molt elevades i que és molt important formar als alumnes en aquests aspectes per reduir molt la petjada ecològica de la societat.

Contaminació titulats.

En aquest apartat, es voldria poder quantificar les emissions emeses pels titulats de l'escola a l'atmosfera, com que un càlcul com aquest comporta una dificultat molt gran i uns coneixements sobre la destinació laboral que l'escola no té comptabilitzada ni anotada en cap llistat, el treball es basarà en un estudi més general i no tant en números concrets, com que aquestes dades no són indispensables per conèixer la petjada ecològica de l'escola, ja que el món laboral es produeix fora del recinte de la universitat, es considera que no és indispensable fer els càlculs i que no produirà un error en el resultat final.

L'escola, com a centre de la UPC, està implantant un ensenyament i conscienciació sobre el medi ambient a tots els alumnes, i té assignatures centrades en aquest tema, així es demostra

que es valora molt que un enginyer treballi sempre intentant respectar el màxim el medi ambient i treballi de la manera més sostenible possible, tan ell, com el seu equip de treball.

Està demostrat que una petita millora en l'aprenentatge dels titulats pot arribar a ser molt important en termes de contaminació.

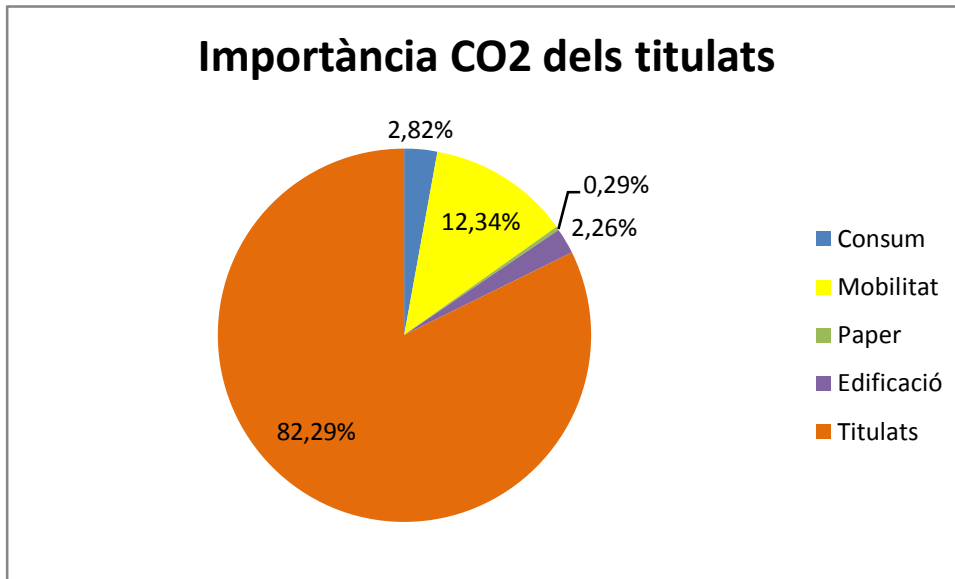
Importància emissions dels titulats

Segons els estudis que es van realitzar en el treball ja esmentat anteriorment sobre l'impacte ambiental de l'EUPM, antiga escola politècnica de Manresa, i un estudi similar de l'ESTSAV i l'EUPVG, s'estableix que, aproximadament, les emissions de CO₂ emeses per persona any dels titulats de les diferents escoles és de 114 tones diòxid de carboni/any.

Tot i que no són dades fiables per fer un càlcul de petjada ecològica per englobar al treball, si que son vàlides per veure que els CO₂ generat per als futurs enginyers estudiants de l'escola és molt superior al impacte que genera la pròpia escola.

Considerant que la mitjana de titulats cada any a la universitat és de 48 alumnes, es calcula les emissions de diòxid de carboni que suposadament emetrien a l'atmosfera els titulats de l'escola en el món laboral en l'últim any. Aquest valor ascendeix a 5.472 tones de diòxid de carboni a l'any. I això sense contar la gran quantitat d'enginyers que han estudiat a l'EPSEM i que estan treballant anualment.

Per poder observar la importància d'aquestes emissions comparades amb els paràmetres estudiats per fer el càlculs de la petjada ecològica, es presenta un gràfic amb el pes específic de cada apartat.



Gràfic 13 Font: Elaboració pròpia

S'aprecia que les emissions de CO₂ emeses pels titulats representen el 82,29% de les emissions anuals de la universitat. Aquest és un número molt elevat i conseqüentment no es pot passar per alt. Deixa de manifest que la formació mediambiental dels enginyers és importantíssima per poder obtenir millores ambientals en els pròxims anys i que s'hauria de convertir en una pilar dels graus per obtenir titulats amb la millor preparació possible quan entrin al món laboral.

Petjada ecològica EPSEM

Un cop calculades totes les emissions i la petjada ecològica dels quatre apartats a estudiar, s'inicia el càlcul de la petjada ecològica total de la universitat politècnica de Manresa.

Per aconseguir el càlcul total de la petjada ecològica amb el quatre paràmetres estudiats, es suma els nombre d'hectàrees necessàries dels quatre s àmbits i aconseguim una dada final, que en indica la superfície total necessària per fixar tot el diòxid de carboni emès per la universitat considerant l'edificació, la mobilitat d'alumnes i professors ,el consum energètic de l'any 2015 i les emissions emeses pel paper consumit.

$$\begin{aligned}
 \text{Petjada ecològica} &= \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{187,60 + 820,21 + 150,43 + 19,07}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} \\
 &= \mathbf{235,45 \text{ hectàrees}}
 \end{aligned}$$

Equació 25

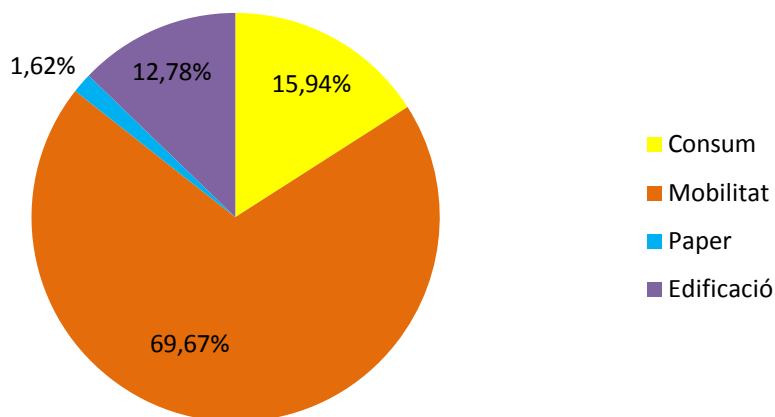
Es pot veure una gran diferència entre les quatre variables estudiades, a simple vista es veu clarament la majoria de gasós que s'emeten a l'atmosfera provenen dels recorreguts diaris d'alumnes i professors des del seu domicili fins a l'escola. Per altre banda, els estudis sobre l'edificació i el consum energètic es troben bastant semblant i notablement inferiors a la de la mobilitat. Finalment, el pes del consum del paper en la petjada final de l'escola és notablement inferior i representa una petita part del càlcul.

En números, es pot explicar de la següent manera:

Petjada 2015		
	Hectàrees	%
Consum	37,52	15,94%
Mobilitat	164,04	69,67%
Paper	3,81	1,62%
Edificació	30,08	12,78%
TOTAL	235,45	100,00%

Taula 28 Font: Elaboració pròpia

Petjada ecològica 2015



Gràfic 14 Font: Elaboració pròpia

En la taula i el gràfic s'aprecia clarament que el sector més important és el de la mobilitat d'alumnes i professors. La mobilitat representa casi un 70% de les emissions anuals de diòxid de carboni.

Per poder obtenir un valor vàlid per poder comparar aquesta escola amb les altres universitats o amb antics estudis del mateix centre, és important estudiar quina és la petjada individual de la població del centre. Tenint en compte que a l'any 2015 la mitjà d'alumnes i professors era de 907 persones, la petjada mitja individual per cada professor i alumne ascendeix a 0,26 hectàrees.

Comparació amb petjada ecològica any 2000-2015.

En aquest apartat s'analitza l'evolució de la petjada ecològica de l'escola en els darrers anys. Per agafar una perspectiva més gran, avaluarem les diferències des de l'any 2000 fins al any 2015.

Per obtenir les dades de l'any 2000 aquest document es basa en el treball fet l'any 2000 per l'alumne Marta Rovira titulat "Impacte ambiental de l'escola universitària politècnica de Manresa". En les conclusions d'aquest treball i trobem el càlcul dels quilograms de CO₂ emesos per l'antiga universitat en quatre dels paràmetres que també són estudiats en aquest treball: el consum de l'edifici, la mobilitat, l'edificació i el paper consumit

Les dades que s'aprofiten de l'antic estudi són:

	Kg CO ₂ / any
Consums	282.471
Mobilitat	915.540
Edificació	171.236
Paper	19.655

Taula 29 Font: Elaboració pròpia

A partir d'aquestes dades es pot calcular la petjada ecològica de la mateixa manera que en els apartats anteriors.

Consums:

$$Petjada\ ecològica = \frac{Tones\ CO_2\ emeses}{Capacitat\ de\ fixació\ bosc} = \frac{282,471\ tones}{\frac{5\ tones\ CO_2}{ha \cdot any}} = 56,49\ hectàrees$$

Equació 26

Mobilitat

$$Petjada ecològica = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{915,540 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 183,108 \text{ hectàrees}$$

Equació 27

Edificació

$$Petjada ecològica = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{171,236 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 34,25 \text{ hectàrees}$$

Equació 28

Paper

$$Petjada ecològica = \frac{\text{Tones } CO_2 \text{ emeses}}{\text{Capacitat de fixació bosc}} = \frac{19,655 \text{ tones}}{\frac{5 \text{ tones } CO_2}{\text{ha} \cdot \text{any}}} = 3,93 \text{ hectàrees}$$

Equació 29

Per fer aquest tipus de valoració hem de tenir en compte el número de personal que tenia el centre en aquests dos anys.

Any 2000: 1059 alumnes i 87 professors → 1146 persones

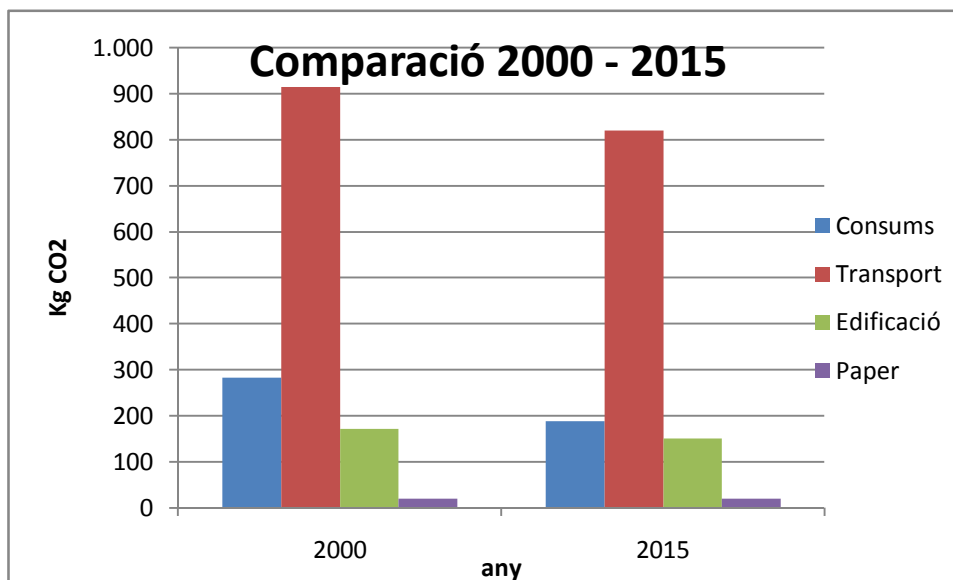
Any 2015: 818 alumnes i 88 professors → 906 persones

Entre els períodes estudiats hi ha una diferència de 240 persones, que representa una disminució d'un 20% entre professors i alumnes.

Any 2000			Any 2015		
Consums	Aigua(m ³)	2.525	Consums	Aigua(m ³)	1.884,71
	Gas(m ³)	82.197		Gas (m ³)	49.787,39
	Electricitat(KWh)	340.058		Electricitat(KWh)	297.253,78
Consums total (t CO ₂)	282,47		Consums total (t CO ₂)	187,60	
Mobilitat(t CO ₂)	915,54		Mobilitat(t CO ₂)	820,21	
Edificació(t CO ₂)	171,23		Edificació(t CO ₂)	150,43	
Paper (t CO ₂)	19,655		Paper (t CO ₂)	19,07	

Taula 30 Font: Elaboració pròpia

En les taules superiors es pot apreciar com el quilograms de diòxid de carboni actuals són inferiors als del any 2000. Tots els paràmetres estudiats són inferiors als actuals, això fa preveure que la petjada ecològica de l'any 2015 serà inferior a la del any 2000.



Gràfic 15 Font: Elaboració pròpia

A continuació, es comparen les petjades ecològiques dels dos anys estudiats i el percentatge de cada variable en el resultat final.

Petjada 2000			Petjada 2015		
	Hectàrees	%		Hectàrees	%
Consum	56,49	20,34%	Consum	37,52	15,94%
Mobilitat	183,11	65,92%	Mobilitat	164,04	69,67%
Paper	3,93	1,41%	Paper	3,81	1,62%
Edificació	34,25	12,33%	Edificació	30,08	12,78%
TOTAL	277,78	100,00%	TOTAL	235,45	100,00%

Taula 31

Font: Elaboració pròpia

Com es preveia en els apartats anteriors, la petjada de l'any 2015 és lleugerament inferior a la de l'any 2000, aquest fets podrien indicar una millora en els hàbits de les persones, més endavant s'estudien les possibles causes d'aquestes variacions.

Seguidament s'analitza variable per variable la variació que ha tingut al llarg del període de temps indicat. En la quarta columna es calcula la diferència numèrica entre els dos anys i en la cinquena es calcula el percentatge que ha variat sobre l'any 2000.

Diferències				
	2000	2015	Diferència	%
Consum	56,49	37,52	-18,97	-33,58%
Mobilitat	183,11	164,04	-19,07	-10,41%
Edificació	34,25	30,08	-4,17	-12,18%
TOTAL	273,85	231,64	-42,21	-15,41%

Taula 32 Font: Elaboració pròpia

Es pot apreciar que la diferència més gran es troba en l'apartat del consum, les emissions per seguida de les emissions per desplaçament, les d'edificació haurien de ser iguals ja que es tracta de l'estudi del mateix edifici però el sistema de càlcul de l'any 2000 és lleugerament diferent al realitzat en aquest estudi.

El càlcul d'emissions per edificació de l'anterior estudi també està basat en l'informe MIES de l'escola de Sant Cugat , però enlloc de calcular la mitjana d'emissió per metre quadrat de l'edifici, van suposar que les emissions per edificació de l'edifici eren aproximadament d'un 12,51% del total de les emissions i un cop van tenir calculades les altres dades que volien estudiar van realitzar aquest percentatge per trobar el valor aproximat d'emissions en la construcció del centre. Aquest valor de 12,51% el van trobar analitzant altre treballs d'aquest tipus d'altres institucions públiques.

Per realitzar aquest s'ha considerat més apropiat el càlcul a partir de la mitjana de CO₂ emès en la universitat estudiada en l'informe MIES i aplicar-la a tota la superfície de l'EPSEM ja que és un edifici molt similar en quant a superfície i té les mateixes necessitats per als seus ocupants per tan tindrà un equipament bastant semblant. Així s'explica la variació d'aquestes dues dades.

Anàlisi dels resultats

A simple vista aquests resultats poden guiar a unes conclusions massa optimistes. És cert que el nombre d'emissions del gas s'ha reduït al llarg d'aquest anys i que consegüentment la petjada ecològica també s'ha reduït, concretament en 26,31 hectàrees, un número bastant considerable.

Per treure conclusions correctes sobre l'evolució d'aquest indicador de la contaminació que emeten s'ha de tenir molt en compte el número d'estudiants i professors que hi havia a l'any 2000 i els que hi ha actualment al centre. Aquest valors han patit una reducció del 20% i això voldria dir que els paràmetres de transport , si es seguissin les mateixes directrius a l'hora de la mobilitat i el transport , també s'hauria de reduir aproximadament en un 20%. Enlloc d'això , les hectàrees necessàries per fixar el CO₂ per mobilitat només s'ha reduït un 10,41% això ens indica que enlloc de millorar els hàbits i utilitzar més transport públic o caminar , la població cada cop utilitza més el vehicle. Fins i tot els alumnes de Manresa utilitzen majoritàriament el cotxe privat per assistir a les seves classes.

Per altre banda , el números també poden ser difícils d'interpretar en les emissions per el consum energètic: aigua, electricitat i gas. És cert que la reducció en quant a números totals és molt notable , la diferència arriba a un 33,58%. Això ens indica que la campanyes de reducció i

d'estalvi energètic que es troben a l'escola han sorgit efecte en la població de l'escola. D'altra banda, s'ha de tenir en compte la reducció del personal, que en aquest cas no és una proporció directa ja que encara que hi hagi menys alumnes a les aules, la despesa de calefacció i llum ha de ser la mateixa però sí que comportaria una petita reducció del consum. I sobretot, s'han de tenir en compte les contínues millores energètiques que s'hagin pogut fer. La més important en aquest aspecte ha sigut tancar l'escola en els mesos o les setmanes de vacances, ja que en aquestes setmanes les emissions són 0. Per tant es pot considerar que durant aquests anys les emissions s'han reduït notablement però això no ens indica que la població hagi millorat notablement els seus hàbits i que ja s'estigui a un nivell correcte si parlem d'estalvi energètic. Els que si ens indica és que el pla d'estalvi energètic que des de l'any 2000 es dur a terme en totes les universitats politècniques de Catalunya sí que ha funcionat.

Els canvis en edificació ja s'han comentat en l'apartat anterior.

Tot i que sembla clar que la tendència ha sigut positiva al llarg d'aquest període i que les mesures han funcionat correctament per reduir o almenys mantenir el nivell de contaminació de l'escola, es vol calcular la petjada ecològica individual de cada persona a l'escola. Si es fan aquest càlculs es pot comprovar que la millora no ha sigut tan gran, fins i tot la petjada a crescut en relació a la del any 2000. En aquest any, es necessitaven 0,23 hectàrees per fixar tot el CO₂ i en l'any 2015 se'n necessiten 0,26.

Tots aquest valors ens indiquen que tot i que la petjada total ha disminuït un 15,41% respectes a aquests anys, els nivells individuals d'emissió són bastant semblants i fins i tot són lleugerament superiors. Per tan es pot dir que les millores aplicades han sorgit un efecte relatiu, ja que si la població fos igual, segurament ens trobaríem amb uns valors molt similars que els de l'any 2000.

Milliores realitzades entre l'any 2000 i 2015

En aquest apartat s'expliquen les millores que s'han fet a les antigues instal·lacions de la universitat amb el fi d'estalviar energia i diners al centre.

Les dades per realitzar aquest apartat s'han obtingut conversant directament amb el cap de manteniment de la universitat de Manresa, el senyor Josep Abellán.

El grup d'universitats polítècniques de Catalunya, es va comprometre a l'any 2000 reduir un 25% les emissions de CO₂ a l'atmosfera en els pròxims anys. Cada centre, dirigits pel seu cap de manteniment realitzaven les millores més indicades i, periòdicament es reunien tots els caps de manteniment per posar en comú la seva feina, veure i valorar els resultats.

Les actuacions que es van realitzar a l'escola estudiada, l'EPSEM es van centrar ens els diferents apartats:

- Electricitat.
- Gas.
- Aigua.
- Reformes estructurals per un millor aïllament.
- Seguiment i manteniment de les instal·lacions i equips.

La primera campanya d'estalvi energètic va començar amb un projecte, anomenat projecte FECSA.

L'any 2000, l'empresa Fecsa, es va oferir per realitzar una auditoria de la il·luminació del centre per reduir i optimitzar el consum, augmentar el nivell lumínic i millorar el confort de les sales. Aquest estudi el subvencionaven amb un 50% de descompte en material. Cal esmentar que l'estalvi real i estimat depèn de diversos factors com l'orientació i ubicació del centre, la climatologia, hàbits dels usuaris, el manteniment de les instal·lacions etc. Les accions de les millores d'eficiència energètica es van realitzar per fases i zones.

-Millores en il·luminació

Durant aquest període es van realitzar diverses actuacions en l'àmbit d'il·luminació.

- Substitució de lluminàries tipus regleta de sostre amb balast convencional, per lluminàries penjades del sostre y balast electrònic en aules i laboratoris.
- Substitució de lluminàries tipus regleta de sostre amb balast convencional, per Dowlight amb balast electrònic en passadissos i lavabos.
- Instal·lació de detectors de presència en les aules, lavabos i passadissos.
- Instal·lació de pulsadors temporitzador als lavabos.

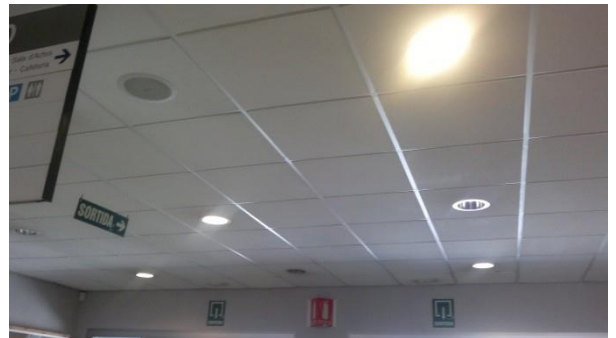
Amb aquestes millores es va aconseguir reduir el nombre d'aparells d'il·luminació al centre, ja que els rajos de llums incidien directament al lloc que es volia il·luminar i no es perdia energia radiant llum cap a altres direccions que no eren interessants.

Amb tot el sistema de sensors i pulsadors es va aconseguir un gran millora energètica. Anteriorment, molts professors es deixaven el llum obert de les aules quan sortien de classe i provocava una gran despesa inútil. A cada classe s'hi troben dos sensors, un a l'entrada de l'aula i un altre a la tarima del professor. Hi són, perquè en moltes classes, el professor és l'única persona que està en moviment i així s'eviten possibles errors del sistema. Tanmateix, estan connectat amb un interruptor en sèrie per si la classe requereix apagar els llums tot i que hi hagi moviment.

També va ser molt important utilitzar aquest detectors de posició en lavabos i passadissos, molta part del dia els lavabos no hi ha ningú i no es necessita la llum engegada tot el dia com succeïa abans, en els passadissos el cas és molt similar, ja que són zones molt transitades en hores puntes, però en hores de classe gairebé no i passa ningú i amb la quantitat de llum que ve de l'exterior molts cops no es necessita engegar els llums.

Per controlar aquestes instal·lacions, l'EPSEM té instal·lat un sistema de tele gestió (SAUTER), que controla la il·luminació i la sala de calderes, de les zones comunes com el vestíbul, passadissos i llums exteriors. Des d'un ordinador, pots controlar la il·luminació de tot el centre i analitzar possibles errors mecànics o humans.

Pel que fa a la instal·lació exterior del edifici, a l'any 2001 es va dividir en tres sectors, dels quals, a partir de les dotze de la nit (hora en que ja casi ningú es troba ja al centre) només sen' queda encès un sector, cobrint tot el perímetre, que permet un estalvi d'energia important. Al obrir només un sector es produeix un estalvi del 66,6% i es considera que la il·luminació és correcte i apropiada. Aquest sistema d'estalvi també s'aplica al vestíbul i a passadissos, on la il·luminació està separada per línies i no s'engeguen totes.



Il·lustració 7 Font: Cap de manteniment

Gas

L'EPSEM va implantar un sistema de tele gestió (SAUBER) , similar al de l'electricitat, per controlar les saldes de calderes de l'escola. La instal·lació es va dissenyar per plantes i zones, cosa que permet regular les temperatures depenent dels sectors i de l'orientació dels espais, cosa que permet un gran estalvi energètic comparant amb l'antic sistema.

Cada planta té el seu propi sistema de regulació, i en cada una de elles hi ha tres línies: passadís, aules i despatxos/laboratoris. Paral·lelament cada planta està diferenciada entre la

part Nord, i la part Sud ja que en la part Sud hi impacta el sol moltes hores del dia i la part Nord és més freda. Cada grup d'aules té una temperatura consigna des de l'ordinador, aquesta temperatura sol rondar als 21 graus. Aquesta temperatura pot semblar freda al inici però amb el transcurs de les classes , la temperatura augmenta ràpidament i és més que suficient. De la

mateixa manera, la temperatura dels passadissos encara és inferior , perquè es considera una zona de pas i també aprofita la calor que surt de les aules quan surten tots els alumnes.

La temperatura és calcula amb una sonda situada al sostre dels punts de mesura, es coneix que aquesta temperatura és aproximadament un grau més elevada que a la superfície considerant la tendència que té el gas calent a elevar-se. Tot i això és molt complicat ajustar la temperatura a totes les aules de la planta i aquí encara hi ha marge de millora, ja que no es pot apagar o regular una aula aïllada sinó que s'engeguen o apaguen totes les de la planta.

El mateix problema sorgeix en els despatxos dels professors i la secretària de l'escola. En aquestes sales es va implantar una vàlvula ens els radiadors que permet engegar o apagar el sistema al gust de cada professor o grup de professors que comparteixin despatx. Així es millora el benestar dels docents i , amb un ús responsable que se'ls i suposa, millores energèticament i econòmicament el centre. Aquestes aules no s'utilitzen a les aules perquè es creu que els alumnes no les respectarien i s'hauria de fer molta feina de manteniment i de re col·locació.



Il·lustració 8 Font: Cap de manteniment

-Reformes estructurals per un millor aïllament.

Instal·lació de conductes de fibra i de registres per gestiona millor el clima dels diferents espais .

Les instal·lacions eren molt antigues i no contemplaven materials bons conductors ni aïllants tèrmics. Amb la fibra es va aconseguir també una gran millora.

Aquestes millorades, ajudades amb moltes campanyes per reduir l'aigua , de les múltiples campanyes per reduir la despesa energètica i el tancament de l'escola en èpoques festives, va aconseguir sobradament el seu objectiu de reduir el 25% la despesa energètica del centre i les

emissions de diòxid de carboni. Des de l'any 2000 aquesta reducció es bastant significativa i es troba aproximadament al 33%.

Això no indica que l'escola no segueixi buscant i implementant altres modificacions , però el rang de millores cada cop es més petit sense fer grans inversions econòmiques. Aquestes donarien grans resultats energètics ràpidament però que no serien rendibles econòmicament a curt ni a mitjà termini.

Comparació amb altres universitats

Per acabar l'estudia de la petjada ecològica de l'EPSEM, es vol fer una comparació amb altres universitats per poder analitzar els propis resultats tenint unes referències d'escoles amb equipaments similars i veure si l'escola es troba en al capdavant de la llista o si encara li falta molt per arribar a ser un dels centres de referència.

La manera més fàcil que hi ha per fer les comparacions amb altres escoles o campus universitaris és a través de comparacions de les emissions de CO₂ d'altres estudis de petjada ecològica d'altres centres.

Per fer la comparació s'ha escollit varies universitats de diferents punts de l'estat espanyol, s'ha elegit l'estat espanyol perquè comparteixen les característiques dels seus boscos , parc de vehicles , el mix elèctric,etc. Amb aquestes similituds és més fàcil extreure conclusions i veure a quina altura es troba la Universitat Politècnica de Manresa dins les escoles estudiades.

	Universidad Málaga	EUITI Madrid	UV Valencia	Universidad Valladolid
Persones	42.458,00	2.275,00	66.431,00	22.047,00
Emissions(ton CO₂)				
Construcció	36.986,56	449,07	11.006,81	1.360,88
Aigua	73,63		152,73	3,09
Electricitat	12.774,82	407,33	11.723,63	1.647,88
Gas	15,58		2.905,10	1.013,79
Mobilitat	5,80	679,07	31.562,10	1.034,43
Paper		40,81	365,66	72,33
Ton CO₂/persona		0,68	0,88	
Ha/persona	0,20	0,14	0,18	0,25

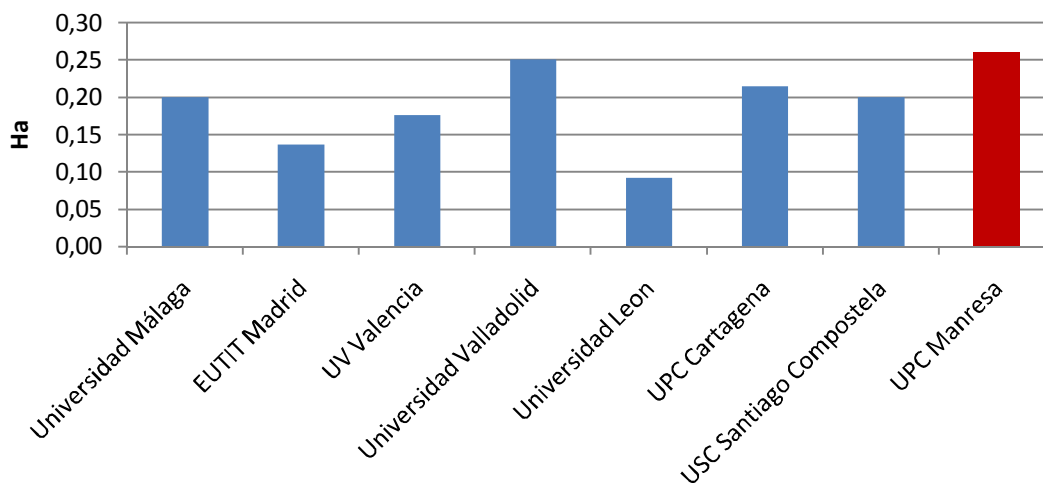
Taula 33 Font: Estudis universitats

	Universidad Leon	UPC Cartagena	USC Santiago Compostela	UPC Manresa
Persones	15.900,00	8.487,00	32.246,00	907
Emissions(ton CO₂)				
Construcció	1.182,20		5.028,74	150,43
Aigua		12,35	170,19	
Electricitat	4.597,02	1.540,29	9.904,14	187,60
Gas		121,62	4.464,41	
Mobilitat	1.426,10	7.158,14	5.749,80	820,21
Paper	207,36	49,40	438,29	19,07
Ton CO₂/persona	0,46	1,07	1,00	
Ha/persona	0,09	0,21	0,20	0,26

Taula 34 Font: Estudis universitats

A continuació es mostra un gràfic comparant el nombre d'hectàrees de bosc necessàries per fixar tot el diòxid de carboni emès per cada universitat.

Comparació universitats

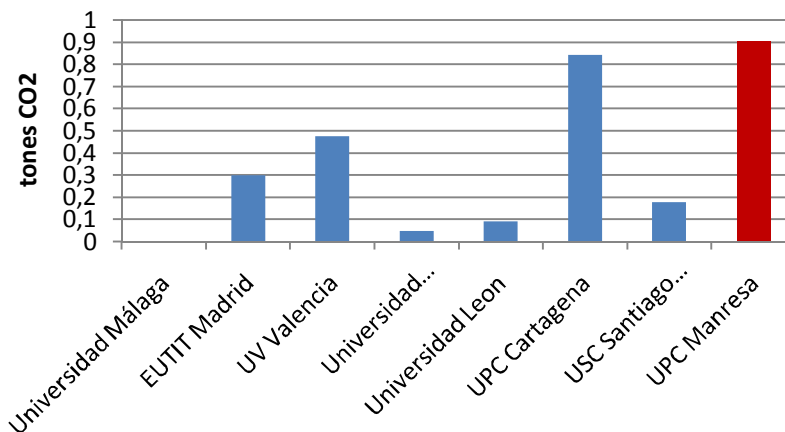


Gràfic 16 Font: Elaboració pròpia

Per comparar la universitat estudiada en el treball amb les altres universitats de les que s'han pogut trobar dades de l'estat espanyol, s'ha calculat les hectàrees de bosc necessàries per cada persona que habita la universitat. Si es fa aquest càlcul l'EPSEM és la universitat que necessita més superfície per fixar totes les emissions de diòxid de carboni. Com e s'ha vist en tot l'estudi, hi ha una dada que és clarament superior a la de les altres universitat, les emissions derivades de la mobilitat dels alumnes i professors.

A continuació s'aprecia en un gràfic les dades comentades anteriorment:

Emissions CO₂/persona en mobilitat



Gràfic 17 Font: Elaboració pòpia

S'ha calculat les emissions per persona en mobilitat en cada centre, una dada que tot i les diferències de població entre les escoles hauria de ser similar. En l'estudi s'aprecia que a Manresa les emissions són molt més elevades que en les altres localitats, exceptuant una altre universitat politècnica, en aquest cas la de Cartagena, la universitat de Manresa dobla o triplica les dades individuals d'emissions per mobilitat.

Les altres dades es troben aproximadament dins el mateix rang que ens les altres universitat. S'ha de considerar que l'EPSEM té molta menys població i superfícies edificada que els altres campus universitaris estudiats i això implica una gran dificultat alhora de comparar emissions de manera matemàtica, ja que és complicat obtenir un nombre d'emissions per persona en consums energètics o edificació quan es parla d'un grup de gent, on segurament s'hi hi ha 10 persones menys en una classe les despeses seran molt similars.

En conclusió, es pot dir que la universitat està als nivells normals en tots els paràmetres estudiats i comparats amb altres universitats de l'estat però que, segurament per temes d'accessibilitat i de transport públic, uns factors aliens a l'escola, les emissions derivades de la mobilitat dels alumnes i professors del centre de Manresa, provoca que tingui la petjada ecològica més gran de les universitats comparades. L'escola estudiada es troba en 0,26 ha/persona l'any quan la mitjana de les altres escoles amb les que s'ha comparat és 0,18 ha/persona.

Possibles millores a realitzar

Un cop fet tots els càlculs i anàlisis que es volien fer al inici del treball, és hora d'intentar analitzar i trobar mètodes per intentar reduir les emissions de diòxid de carboni de l'atmosfera i, per tant, reduir la petjada ecològica del centre.

Després de veure les millores que ja s'han implantat aquests darrera anys, que han demostrat ser eficaces, és complicat fer grans millores energètiques sense haver de fer una gran inversió i que produeixi beneficis per la universitat. Tot i que el medi ambient i la seva protecció és molt important, en el món actual es prioritza el benefici econòmic a curt termini i això redueix les possibles grans inversions que es podrien fer.

Durant el treball i les comparacions s'ha vist que la variable que més marge de millora té és la de la mobilitat, que comporta el 70% de les emissions. Això es complicat de canviar, ja que varia segons la ubicació del centre i a Manresa, els accessos són molt fàcils en vehicle privat i més complicats en transport públic o a peu perquè es troba a una entrada de la ciutat.

No resulta sorprenent que el segueixi les emissions per consum energètic. La despesa energètica és elevada però esta dins del consum energètic mig de les altres universitats estudiades, situades en punts amb climes similars. L'electricitat acompanya la majoria d'activitats de l'edifici (il·luminació, refrigeració, equips informàtics, equips de laboratori, etc.) així és coherent plantejar-ne millores per reduir-ne el consum. El mateix passa en els combustibles que produeixen energia tèrmica, en aquest cas el gas. Com s'ha vist el consum de gas ha augmentat molt en els últims anys i també seria interessant trobar-ne millores per reduir la petjada ecològica de la universitat. Aquestes millores podrien ser tenint millors aïllaments tèrmics a l'edifici, reduint la demanda, incorporant equips més eficients en les instal·lacions o utilitzar fonts renovables.

A continuació s'exposen un conjunt de reformes que es podrien aplicar a la universitat per reduir les emissions de CO₂.

Consums energètics

- Generació elèctrica a través de panells fotovoltaics i cogeneració amb biomassa.
- Substituir els equips de baix rendiment en la generació tèrmica per altres equips més nous i eficients.
- Recuperació de l'aigua de la pluja.
- Tractament i reciclatge de les aigües grises.
- Promocionar pràctiques de jardineria racional per reduir el consum.
- Incorporar vàters de cisterna baixa amb un sistema de interrupció de descàrrega que permet escollir els usuaris entre dos volums d'aigua o mitjançant la parada voluntària de la descàrrega pitjant el botó.

Mobilitat

- Creació d'un sistema de préstec gratuït de bicicletes per tota la comunitat universitària, que permeti l'ús de la bicicleta durant el curs escolar. Tot i que l'ús és molt petit actualment, seria una bona solució per la gent de Manresa, la ciutat té carril bici fins a la universitat i tots els habitants de Manresa i podrien accedir sense un temps excessiu.
- Millora de les infraestructures per bicicletes: S'instal·larien nous aparca bicis i els aparcament per bicicletes de la universitat.

- Creació d'un sistema de cotxe compartit: L'objectiu del programa és la reducció dels vehicles privats , que són els que més abunden. Aquest programa permetria posar en contacte als membres que comparteixen recorregut , trajecte i horaris. Serviria per als alumnes de recorregut llarg, curt i els alumnes que aprofiten el camp de setmana per tornar a casa. Omplint més els cotxes es podria reduir de manera molt considerable la petjada ecològica.
- Promoció de la mobilitat elèctrica: Inicialment, s'incorporaria un vehicle, una motocicleta i varies bicicletes elèctriques per l'ús del personal del campus en serveis universitaris.
- Promoció del transport públic de Manresa i el Bages.
- Millora del transport públic fins a la Universitat: Es parlarà amb l'Ajuntament de Manresa per millorar el transport públic, tarifes i per adequar els horaris amb els punts de màxima afluència de persones a l'escola.

Bibliografia

Documents impresos

Rovira Argemí, Marta (2000). *Impacte ambiental de l'escola universitària politècnica de Manresa*.

Santamaria Soler, Olga (2016). *Dades alumnes 2010-2016*.

Santamaria Soler, Olga (2016.) *Alumnes matriculats*.

Abellán, Josep (2015). *Millores aplicades a l'EPSEM*.

Torres González, José (2015). *Evaluación huella ecológica EUITI*.

Documents electrònics

Planas, Vicenç (Octubre 2007). *Análisis de huella ecológica e España*. Recuperat de: <http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Huella%20ecologica%20de%20Espana.pdf>

Anònim (Març 2016). *Huella ecológica*. Recuperat de: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses_seg%C3%BAn_su_huella_ecol%C3%B3gica

Gobierno de Astúrias (2009) *Análisis de la huella ecológica en el principado de Asturias*. Recuperat de: https://www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/RI-12_Huella%20Ecol%C3%B3gica%20-2009-Estandar_%2020110707.pdf

Anònim (2015) *Global Footprint*. Recuperat de: <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>

Relea Ginés, Ferran (2015) *Aproximació petjada ecològica Barcelona*. Recuperat de: http://www.mediambient.bcn.es/cat/down/masu6_1.pdf

Universidad de Málaga (2007) *Huella ecológica universidad de Málaga*. Recuperat de: <http://www.uma.es/media/tinyimages/file/huella11.pdf> XX

Mayor Farguell, Xavier (2005). *Aproximació petjada ecològica Catalunya*. Recuperat de: http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/n7_ddr_7_petjada_ecologica.pdf

Ajuntament de Terrassa (2008) *Petjada ecològica de la ciutat de Terrassa*. Recuperat de: http://www2.terrassa.cat/laciutat/xifres/estudis/2006petjada/03_metodologia_i_calcul.pdf

Ajuntament de Manresa. (2013). *Informació de la mobilitat*. Recuperat de: http://www.ajmanresa.cat/web/imatges/continguts/doc_contingut_11040.pdf

Mayor Farguell, Xavier (2005). *Aproximació petjada ecològica de Catalunya*. Recuperat de:
http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/n7_ddr_7_petjada_ecologica.pdf

Anònim. (2013) *Capacitat fixació boscos*. Recuperat de:
<http://www.vilaweb.cat/ep/ultima-hora/4003754/20120418/boscos-retenen-15-emissions-co2-despanya.html>

Hernández Gallego, Eva (2015) *Huella ecológica universidad de Valladolid*. Recuperat de:
http://www.uva.es/export/sites/uva/7.comunidaduniversitaria/7.09.oficinacalidadambiental/_documentos/LA-HUELLA-ECOLOGICA-EN-LA-UNIVERSIDAD-DE-VALLADOLID.pdf

Arroyo, Paula (2006) *Huella ecológica del campus de Veganza*. Recuperat de:
[http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n113/docs/Archivo%20PDF%20\(500%20Kb\).pdf](http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n113/docs/Archivo%20PDF%20(500%20Kb).pdf)

Anònim (2016) *Huella mundial*. Recuperat de:
http://www.footprintnetwork.org/es/index.php/GFN/page/world_footprint/

Oficina catalana canvi climàtic (2016) *Càlcul de les emissions de GEH*. Recuperat de:
http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/campanyes_i_comunicacio/publicacions/publicacions_de_canvi_climatic/Estudis_i_docs_mitigacio/Aigua_i_cc/150213_Metodologia-de-calcul-emissions-consum-aigua_CAT_vf.pdf

Oficina catalana canvi climàtic (2016) *Guia pràctica pel càlcul d'emissions*. Recuperat de:
http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/reduex_emissions/guia_de_calcul_demissions_de_co2/150301_Guia-practica-calcul-emissions_sense-canvis_CA_v3.pdf

Anònim *.Sirena UPC* [vist 15 abril del 2016] Disponible a:
<http://sirenaupc.dexcell.com/dashboard/widgets.htm>