

La Petjada
ecològica de

I'EUPM

La Huella
ecològica
de la **EUPM**

The **EUPM's**
Ecological
footprint

Aquest estudi ha estat realitzat per:

Pere Busquets i Rubió, professor del Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals de la UPC, EUPM.

Joan Jorge i Sánchez, professor del Departament de Física Aplicada de la UPC, EUPM.

Agraïments:

A la Marta Rovira, per les dades aportades en el seu treball de fi de carrera.

A la Coordinació del Pla de Medi Ambient de la UPC i, en particular, a l'Ivan Capdevila, que va donar suport de bon començament a la idea d'aquest estudi, i al Didac Ferrer per la seva ajuda incondicional durant la realització.

Al Quim Sanz (professor del Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals de la UPC, i conservador del Museu de Geologia Valentí Masachs, EUPM) pel material fotogràfic, i a tots els que "viuen" el dia a dia a l'EUPM i han fet possible aquest estudi.

La informació completa de l'estudi és a la pàgina web:
www.upc.es/mediambient

També està disponible en format CD-ROM multimèdia, que podeu demanar a l'EUPM:
coord.medi.ambient@upc.es

SCI UPC, 2002 (6330). ISBN 84-699-8131-5

Amb el suport de:



Escola Universitària Politècnica
de Manresa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



Generalitat de Catalunya
Departament de Medi Ambient



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

De vegades es parla de l'impacte ambiental atribuït a determinades actuacions industrials o al trànsit, en general, i es descuida l'entorn més immediat. **L'Escola Universitària Politècnica de Manresa (EUPM)** és sensible des de fa temps a la temàtica ambiental, i ens hem adonat que cal començar primer per minimitzar l'impacte a casa nostra, ja que és inviable eliminar-lo totalment. Ens hem proposat, en conseqüència, fer una estimació aproximada del nostre propi impacte, per trobar els criteris de sostenibilitat més adequats a la planificació estratègica del centre.

L'estudi que a continuació es presenta s'afegeix a altres actuacions: Pla d'ambientalització curricular del centre, Pla integral de recollida selectiva..., impulsades des del Pla de medi ambient de la Universitat Politècnica de Catalunya, i incorpora a diferència d'altres estudis semblants una nova unitat de valoració que s'anomena **petjada** ecològica.



Els factors emprats per estimar les emissions de CO₂ són:

GAS: 0,201 kg CO₂/kWh

PETROLI: 0,261 kg CO₂/kWh

ELECTRICITAT*: 0,264 kg CO₂/kWh

* valor obtingut a partir de les dades de producció d'energia elèctrica a Catalunya. En altres estudis s'ha utilitzat el valor 0,545 kg CO₂/kWh referit a la producció a l'Estat espanyol.

Quin és l'objectiu?

Fer una **diagnosi ambiental de l'EUPM** que doni una idea aproximada de l'impacte ambiental associat al seu *edifici* (construcció i consums energètics), la *mobilitat* d'alumnes, professorat i personal d'administració i serveis, el consum de *paper* i l'*activitat professional* dels seus titulats.

La petjada ecològica

La superfície de territori ecològicament productiva necessària per generar els recursos utilitzats i assimilar els residus produïts per una població definida, amb un nivell de vida determinat, és la seva **petjada ecològica**

(Rees i Wackernagel, 1995).

El bosc de la Catalunya Central fixa a l'entorn de 125 g de carboni per metre quadrat i any
(F. Rodà, 2001).

**Capacitat de fixació:
4,58 t CO₂/ha any**

L'estudi implica determinar la quantitat dels diferents materials utilitzats en la construcció de l'edifici de l'EUPM. Això es fa mitjançant una aproximació de les emissions de CO₂ seguint les pautes de l'informe MIES.

Model d'investigació d'Eficiència Sostenible de l'Escola Tècnica Superior (Arquitectura del Vallès)

Superfície EUPM: 7.608 m²

Vida útil: 30 anys

Informe MIES: 520 kg CO₂/m²

Construcció edifici: 3.956.160 kg CO₂

132 tones CO₂/any

**Petjada ecològica:
la superfície necessària
per fixar aquest CO₂
seria de 28,8 ha.**



EDIFICI: CONSUMS

edifici: consums

Els consums energètics en un centre universitari depenen de la gestió que se'n faci i de variables externes al sistema: introducció de detectors de presència, regulació per sectors de la calefacció, substitució parcial/total de llums per uns altres de baix consum, variació de les condicions meteorològiques d'un any a un altre...

L'evolució de les emissions de CO₂ atribuïbles als consums energètics a l'EUPM han estat:

Any	Total (kg de CO ₂)	Gas (kg de CO ₂)	Electricitat (kg de CO ₂)
1996	240.657	178.432	62.225
1997	206.255	143.019	63.236
1998	245.024	163.662	81.362
1999	258.989	176.119	82.870
2000	282.417	192.642	89.775

Comparació per centres l'any 1999

Escola	Electricitat		Gas	
	P.E. (ha)	kg CO ₂	P.E. (ha)	kg CO ₂
EUPM	18,4	84.026	38,5	176.119
ETSAV	28,0	128.123	47,2	216.078
EUPVG	37,4	171.280	24,6	112.865

EUPM: Escola Universitària Politècnica de Manresa (UPC)
ETSAV: Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès (UPC)
EUPVG: Escola Universitària Politècnica de Vilanova i la Geltrú (UPC)

Les emissions de CO₂ alliberades l'any 2000 a l'atmosfera com a conseqüència dels consums (ús de l'edifici) de l'EUPM són de

282,4 tones CO₂/any

Petjada deguda als consums

ELECTRICITAT: 19,6 hectàrees

GAS: 42,1 hectàrees

TOTAL: 61,7 hectàrees



Enquesta: 75% dels estudiants
78% de personal (professorat i personal de serveis)

Els trajectes i els quilòmetres que es realitzen durant una setmana són:

Transport	Trajectes estudiants	Trajectes personal	Total	%	km/setmana	%
Cotxe	3.721	681	4.402	50,0	96.033	58,5
Tren	1.792	34	1.826	20,7	58.791	35,8
Autobús	304	45	349	4,0	5.418	3,3
Moto	253	54	307	3,5	1.802	1,1
Bicicleta	20	0	20	0,2	23	0,1
A peu	1.559	344	1.903	21,6	1.973	1,2
Total	7.649	1.158	8.807	100	164.040	100

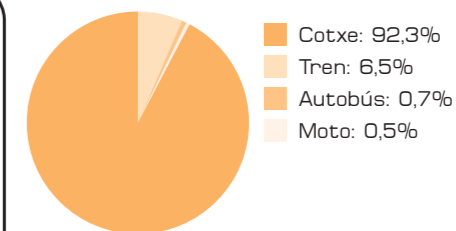
Cada setmana es realitzen 164.040 km

(unes 4 voltes a la Terra)

Les emissions de diòxid de carboni varien segons el tipus de transport i el grau d'ocupació d'aquest. L'energia per quilòmetre recorregut s'estima en:

Cotxe (ocupat per una persona) :	2,98 MJ/km
Tren (rodalies amb un 75% d'ocupació):	0,35 MJ/km
Autobús (urbà amb 75% d'ocupació):	0,39 MJ/km
Moto:	0,76 MJ/km
Bicicleta:	0,06 MJ/km
A peu:	0,16 MJ/km

Emissions



Un 50 % de trajectes es fan en cotxe i són responsables del 92,3 % d'emissions.

	Tones CO ₂	kg CO ₂ / persona/any	Petjada (ha)	Petjada (ha/persona)
EUPM	916	646	200	0,141
ETSAV	715	685	156	0,150
EUPVG	293	105	64	0,023

Les emissions totals són de 916 tones de CO₂ a l'any.

916 tones de CO₂ a l'any

Petjada deguda a la mobilitat

200 hectàrees

0,141 ha per persona

La mobilitat obligada per motius d'estudi o de treball, *commuting*, fa que una població de 1.218 individus (1.050 estudiants, 114 professors, 28 membres del PAS i 17 persones de serveis externs) es desplacin a l'EUPM. La xarxa pública d'infraestructures té un paper molt important en la tipologia dels desplaçaments i depèn de l'ordenació territorial i els espais urbans disponibles.

EL PAPER DEL PAPER

el paper del paper

En la majoria d'activitats que es fan en un centre universitari hi és present un suport bàsic: EL PAPER. Atès el seu elevat consum ens podem preguntar quin paper té en l'impacte ambiental de l'EUPM.

Consum de paper EUPM	fulls/any
Treballs (25% crèdits x 10 fulls/crèdit)	188.592
Fotocòpies docents (500 fulls/estudiant)	529.500
Exàmens	105.900
Apunts (12 assign x 30 fulls/assign)	381.240
Departaments	650.000
Total	1.855.232

Si el paper és de 80 grams/m²

9,3 tones de paper consumit.

Per fabricar una tona de paper calen:

5 m³ de fusta de pi
450 m³ d'aigua
0,7 tones equivalents de petroli
13 arbres

46,4 m³ de fusta
4.176 m³ d'aigua
6,5 tep
120 arbres

1 ha bosc madur ▶ 600 arbres de 20 anys

4,0 ha

Es pot assumir que els mateixos arbres que han generat la fusta pel paper també han absorbit CO₂.

Les emissions associades a la producció del paper consumit a l'EUPM (6,5 tep) són:

19.655 kg de CO₂ ▶ 4,3 ha.

La petjada deguda al consum de paper a l'EUPM seria, doncs, de 4,3 hectàrees.

UNA APROXIMACIÓ A L'IMPACTE DELS TITULATS

una aproximació a l'impacte dels titulats

Titulats a la EUPM el curs 99-00:

Sector industrial: 447
Sector serveis: 35

Emissió directa de CO₂ *

- Indústria: 13.844 tones de CO₂
- Serveis: 17.534 tones de CO₂

Energia consumida*:

- Indústria i construcció: 6.673 GWh
- Serveis: 7.936 GWh

* Dades referides a Catalunya

Suposant un exercici de la professió de 30 anys

Sector industrial ▶ 3.619 tones de CO₂/ titulat
Sector serveis ▶ 2.629 tones de CO₂/ titulat

En una societat amb un constant desenvolupament tecnològic cal plantejar quin és el deteriorament ambiental que pot derivar-se de l'activitat professional dels enginyers formats a l'EUPM. L'ambientalització curricular ha de ser una eina bàsica per conscienciar els estudiants que cal minimitzar l'impacte en les seves futures actuacions com a enginyers.

L'impacte ambiental en emissions de CO₂ sobre el que poden incidir directament els titulats de l'EUPM és de:

56.977 tones de CO₂/any

118 tones de CO₂/any per titulat

26 ha per titulat

Les emissions totals de diòxid de carboni alliberades a l'atmosfera, de manera no natural, atribuïbles a l'Escola Universitària Politècnica de Manresa són de

58.326.484 kg de CO₂ l'any 2000

	kg CO ₂ /any	%	P.E. (ha)
Edifici: construcció	131.872	0,23	28,8
Edifici: consums	282.417	0,48	61,7
Mobilitat	915.540	1,57	200,0
Paper: consum	19.655	0,03	4,3
Titulats	56.977.000	97,69	12.440,0

La **petjada** ecològica total de l'EUPM és de 12.735 ha, això és aproximadament 3 vegades la superfície de tot el terme municipal de Manresa. (I una 1/10 part de la comarca del Bages)

El dia a dia (consums i mobilitat) comporta una petjada ecològica força superior a la superfície forestal de Manresa i equivaldria a més de 500 camps de futbol.

L'impacte degut a la mobilitat supera amb escreix el degut a la construcció de l'edifici i als consums energètics derivats del seu funcionament. **La planificació futura del centre no podrà deixar de banda els temes de mobilitat** i caldrà repensar conjuntament amb les administracions implicades quines són les infraestructures de transport que poden contribuir millor a un desenvolupament sostenible de la vida universitària.

La contribució dels enginyers titulats en la seva activitat professional supera de manera PREOCUPANT les altres; l'ordre de magnitud és tan gran que una petita reducció d'aquest impacte és molt més important que qualsevol minimització dels altres impactes derivats de l'activitat acadèmica.

Aquests resultats posen en evidència la importància de l'ambientalització del currículum dels enginyers.

La Huella ecológica de la

EUPM



En ocasiones se habla del impacto ambiental atribuido a determinadas actuaciones industriales o al tráfico, en general, y se descuida el entorno más inmediato. La **Escuela Universitaria Politécnica de Manresa (EUPM)** se ha mostrado desde hace tiempo sensibilizada por la temática ambiental, y nos hemos dado cuenta

de que es necesario empezar por minimizar el impacto propio, puesto que resulta imposible su eliminación total. Nos hemos propuesto, en consecuencia, hacer una estimación aproximada del impacto de nuestra escuela, para encontrar y añadir los criterios de sostenibilidad más adecuados a la planificación estratégica del centro.

El estudio que a continuación se presenta se suma a otras actuaciones (Plan de ambientación curricular del centro, Plan integral de recogida selectiva...) impulsadas desde el Plan de medio ambiente de la Universidad Politécnica de Cataluña, e incorpora, a diferencia de otros estudios similares, una nueva unidad de valoración, que se ha denominado **Huella ecológica**.



INDICADORES

Los factores empleados para estimar las emisiones de CO₂ son:

GAS: 0,201 kg CO₂/kWh
PETRÓLEO: 0,261 kg CO₂/kWh
ELECTRICIDAD: 0,264 kg CO₂/kWh

* Valor obtenido a partir de los datos de producción de energía eléctrica en Cataluña. En otros estudios se ha utilizado el valor 0,545 kg CO₂/kWh referido a la producción en el Estado español.

¿Cuál es el objetivo?

Hacer un **diagnóstico ambiental de la EUPM** que dé una idea aproximada del impacto ambiental asociado a su *edificio* (construcción y consumos energéticos), a la *movilidad* de alumnos, profesores y personal de administración y servicios, al consumo de *papel* y a la *actividad profesional* de sus titulados.

La huella ecológica

La superficie de territorio ecológicamente productiva necesaria para generar los recursos utilizados y asimilar los residuos producidos por una población definida, con un nivel de vida determinado, es su **huella ecológica**. (Rees y Wackernagel, 1995)

El bosque de la Cataluña central fija alrededor de 125 g de carbono por metro cuadrado y año. (F. Rodà, 2001)

Capacidad de fijación: 4,58 t CO₂/ha año



EDIFICIO: CONSTRUCCIÓN

El estudio implica determinar la cantidad de los diferentes materiales utilizados en la construcción del edificio de la EUPM, lo cual se consigue mediante una aproximación de las emisiones de CO₂ siguiendo las pautas del informe MIES (Modelo

de Investigación de Edificación Sostenible de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallès).

Superficie EUPM: 7.608 m²
Vida útil: 30 años
Informe MIES: 520 kg CO₂/m²
Construcción edificio: 3.956.160 kg CO₂

132 toneladas CO₂/año

Huella ecológica:
la superficie necesaria para fijar este CO₂
sería de 28,8 ha



EDIFICIO: CONSUMOS

Los consumos energéticos en un centro universitario dependen de la gestión que se haga de ellos y de variables externas al propio sistema: introducción de detectores de presencia, regulación por sectores de la calefacción, sustitución

parcial/total de luminarias por otras de bajo consumo, variación de las condiciones meteorológicas de un año a otro...

La evolución de las emisiones de CO₂ atribuibles a los consumos energéticos en la EUPM ha sido:

Año	Total (kg de CO ₂)	Gas (kg de CO ₂)	Electricidad (kg de CO ₂)
1996	240.657	178.432	62.225
1997	206.255	143.019	63.236
1998	206.255	163.662	81.362
1999	206.255	176.119	82.870
2000	206.255	192.642	89.775

Comparación por centros en 1999:

Escuela	Electricidad		Gas	
	H. E. (ha)	kg CO ₂	H. E.(ha)	kg CO ₂
EUPM	18,4	84.026	38,5	176.119
ETSAV	28,0	128.123	47,2	216.078
EUPVG	37,4	171.280	24,6	112.865

EUPM: Escuela Universitaria Politécnica de Manresa (UPC)
 ETSAV: Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallès (UPC)
 EUPVG: Escuela Universitaria Politécnica de Vilanova i la Geltrú (UPC)

Las emisiones de CO₂ liberadas a la atmósfera durante el año 2000 como consecuencia de los consumos (uso del edificio) de la EUPM son de:

282,4 toneladas CO₂/año

Huella debida a los consumos

ELECTRICIDAD: 19,6 hectáreas
GAS: 42,1 hectáreas
TOTAL: 61,7 hectáreas



MOVILIDAD

La movilidad obligada por motivos de estudio o de trabajo (commuting) hace que una población de 1.218 individuos (1.059 estudiantes, 114 profesores, 28 miembros del PAS y 17 personas de servicios externos) se desplace a la EUPM. La red

pública de infraestructuras desempeña un papel muy importante en la tipología de los desplazamientos y va en función de la ordenación territorial y los espacios urbanos disponibles.

Encuesta: 75% de los estudiantes
 78% del personal (profesores y personal de servicios)

Los trayectos que se realizan durante una semana y los kilómetros que éstos suponen son:

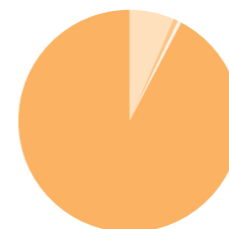
Transporte	Trayectos estudiantes	Trayectos personal	Total	%	km/semana	%
Coche	3.721	681	4.402	50,0	96.033	58,5
Tren	1.792	34	1.826	20,7	58.791	35,8
Autobús	304	45	349	4,0	5.418	3,3
Moto	253	54	307	3,5	1.802	1,1
Bicicleta	20	0	20	0,2	23	0,1
A pie	1.559	344	1.903	21,6	1.973	1,2
Total	7.649	1.158	8.807	100	164.040	100

Cada semana se recorren 164.040 km (unas cuatro vueltas a la Tierra)

Las emisiones de CO₂ varían en función del tipo de transporte y el grado de ocupación de éste. La energía por kilómetro recorrido se estima en:

Coche (ocupado por una persona): 2,98 MJ/km
 Tren (cercanías con un 75% de ocupación): 0,35 MJ/km
 Autobús (urbano con un 75% de ocupación): 0,39 MJ/km
 Moto: 0,76 MJ/km
 Bicicleta: 0,06 MJ/km
 A pie: 0,16 MJ/km

Emisiones



Coche: 92,3%
 Tren: 6,5%
 Autobús: 0,7%
 Moto: 0,5%

El 50% de los trayectos se realizan en coche y son responsables del 92,3% de las emisiones.

	Toneladas CO ₂	kg CO ₂ persona/año	Huella (ha)	Huella (ha/persona)
EUPM	916	646	200	0,141
ETSAV	715	685	156	0,150
EUPVG	293	105	64	0,023

El total de emisiones es de 916 toneladas de CO₂ al año.

916 toneladas de CO₂ al año

Huella debida a la movilidad

200 hectáreas ▶ 0,141 ha por persona



EL PAPEL DEL PAPEL

En la mayoría de las actividades que se realizan en un centro universitario está presente un soporte básico: EL PAPEL. Debido a su elevado consumo, nos podemos preguntar qué rol desempeña en el impacto ambiental de la EUPM.

Consumo de papel EUPM	hojas/año
Trabajos (25% créditos x 10 hojas/crédito)	188.592
Fotocopias docentes (500 hojas/estudiante)	529.500
Exámenes	105.900
Apuntes (12 asignaturas x 30 hojas/asignatura)	381.240
Departamentos	650.000
Total	1.855.232

Si el papel es de 80 g/m²

9,3 toneladas de papel consumido

Para fabricar una tonelada de papel se necesitan:

5 m³ de madera de pino
 450 m³ de agua
 0,7 toneladas equivalentes de petróleo
 13 árboles

46,4 m³ de madera
 4.176 m³ de agua
 6,5 TEP
120 árboles

4,0 ha

1 ha bosque maduro ▶ 600 árboles de 20 años

Se puede asumir que los mismos árboles que han generado la madera para el papel también han absorbido CO₂.

La huella debida al consumo de papel en la EUPM sería, pues, de 4,3 hectáreas.

Las emisiones asociadas a la producción del papel consumido en la EUPM (6,5 TEP) son:

19.655 kg de CO₂ ▶ 4,3 ha



UNA APROXIMACIÓN AL IMPACTO DE LOS TITULADOS

Titulados en la EUPM, curso 99/00:

Sector industrial: 447
Sector servicios: 35

Emisión directa de CO₂*

- Industria: 13.844 toneladas de CO₂
- Servicios: 17.534 toneladas de CO₂

Energía consumida*

- Industria y construcción: 6.673 GWh
- Servicios: 7.936 GWh

* Datos referentes a Cataluña

Suponiendo un ejercicio de la profesión de 30 años

Sector industrial 3.619 toneladas de CO₂/titulado
Sector servicios 2.629 toneladas de CO₂/titulado

En una sociedad con un constante desarrollo tecnológico, es necesario plantear cuál es el deterioro ambiental que puede derivarse de la actividad profesional de los ingenieros formados en la EUPM. La ambientalización curricular debe ser una herramienta básica para concienciar a los estudiantes de la necesidad de minimizar el impacto en sus futuras actuaciones como ingenieros.

El impacto ambiental en emisiones de CO₂ sobre el que pueden incidir directamente los titulados de la EUPM es de:

56.977 toneladas de CO₂/año

118 toneladas de CO₂/año por titulado

26 ha por titulado

CONCLUSIONES

Las emisiones totales de dióxido de carbono liberadas a la atmósfera, de manera no natural, atribuibles a la Escuela Universitaria Politécnica de Manresa son de:

58.326.484 kg de CO₂ en el año 2000

La **Huella** ecológica total de la EUPM es de 12.735 ha, esto es, aproximadamente tres veces la superficie de todo el término municipal de Manresa (y una décima parte de la comarca de El Bages)

	kg CO ₂ /año	%	H. E. (ha)
Edificio: construcción	131.872	0,23	28,8
Edificio: consumos	282.417	0,48	61,7
Movilidad	915.540	1,57	200,0
Papel: consumo	19.655	0,03	4,3
Titulados	56.977.000	97,69	12.440,0

El día a día (consumos y movilidad) comporta una huella ecológica

muy superior a la superficie forestal de Manresa y equivaldría a más de 500 campos de fútbol.

El impacto debido a la movilidad supera con creces el debido a la construcción del edificio y a los consumos energéticos derivados de su propio funcionamiento. **La planificación futura del centro no podrá obviar las cuestiones de movilidad** y será necesario replantearse, junto a las administraciones implicadas, cuáles son las infraestructuras de transporte que mejor pueden contribuir a un desarrollo sostenible de la vida universitaria.

La contribución de los ingenieros titulados en su actividad profesional supera de manera PREOCUPANTE a las demás; el orden de magnitud es tan grande que una pequeña reducción de dicho impacto es mucho más importante que cualquier minimización de los otros impactos derivados de la actividad académica.

Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la ambientalización del currículo de los ingenieros.



ESTE ESTUDIO HA SIDO REALIZADO POR:

Pere Busquets i Rubió, profesor del Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales de la UPC, EUPM.

Joan Jorge i Sánchez, profesor del Departamento de Física Aplicada de la UPC, EUPM.

Agradecimientos:

A Marta Rovira, por los datos aportados en su trabajo de fin de carrera.

A la Coordinación del Plan de Medio Ambiente de la UPC y, en particular, a Ivan Capdevila, que secundó desde el principio la idea de este estudio, y a Dídac Ferrer, por su apoyo incondicional durante la realización del mismo.

A Quim Sanz (profesor del Departamento de Ingeniería Minera y Recursos Naturales de la UPC y conservador del Museo de Geología Valentí Masachs, EUPM) por el material fotográfico, y a todos los que "viven" el día a día en la EUPM y han hecho posible este estudio.

La información completa del estudio está en la web: www.upc.es/mediambient

También está disponible en formato CD-ROM multimedia, que se puede solicitar a la EUPM: coord.medi.ambient@upc.es

The EUPM's

Ecological footprint



People talk in general terms of the environmental impact of certain industrial activities and traffic, but are perhaps less aware of their more immediate environment. The **Technical College of Manresa (EUPM)** has been sensitive to environmental issues for some time, and has realised the importance of minimising our impact on the environment closer to home, much as it is unfeasible to eliminate it altogether. We have therefore proposed to estimate the extent of our environmental impact, in order to implement the appropriate criteria for sustainability in the College's strategic plan.

The following study comes as an addition to existing schemes – the Curriculum Greening Plan for the College and the Integral Selective Collection Plan, among others – that are in operation within the framework of the Environment Plan of the Technical University of Catalonia. This study is unique in that it introduces a new unit of measurement: the ecological footprint.



INDICATORS

The factors used in order to estimate CO₂ emissions are:

GAS: 0.201 kg CO₂/kWh
OIL: 0.261 kg CO₂/kWh
ELECTRICITY*: 0.264 kg CO₂/kWh

* value for electrical energy production in Catalonia. Other studies have used the value 0.545 kg CO₂/kWh, which corresponds to production of the Spanish state as a whole.

The objective

To carry out an **ecological evaluation of the EUPM**, providing a rough idea of the environmental impact of the *building* (construction and energy consumption); the *mobility* of students, teachers and administration and services staff; *paper* consumption; and the *professional activity* of its graduates.

The Ecological Footprint

The surface area of ecologically productive land required to generate the resources used and assimilate the waste produced by a given population, with a given standard of living, is its **ecological footprint**.

(Rees and Wackernagel, 1995)

The forests of Central Catalonia fix 125 g of carbon per m² per year.
(F. Rodà, 2001)

Fixing capacity: 4.58 t CO₂/ha year



THE BUILDING: CONSTRUCTION

This study determines the amount of different materials used in the construction of the EUPM building. This is done via an approximate calculation of CO₂ emissions, in accordance with the MIES report guidelines. (The Sustainable Building

Research Model of the School of Architecture of the Vallès).

EUPM surface area: 7,608 m²
Useful life: 30 years
MIES report: 520 kg CO₂/m²
Construction: 3,956,160 kg CO₂

132 tons CO₂/year

Ecological footprint:
The surface necessary to fix this amount of CO₂ would be 28.8 ha.



THE BUILDING: CONSUMPTION

The energy consumption of a university centre depends on the way it is managed and variables that are external to the system: presence detectors, heating regulators by sectors, partial/total replacement of lighting with low-energy versions,

evaluation of how meteorological conditions change from one year to the next, etc.

The evolution of CO₂ emission attributed to the energy consumption of the EUPM are as follows:

Year	Total (kg of CO ₂)	Gas (kg of CO ₂)	Electricity (kg of CO ₂)
1996	240,657	178,432	62,225
1997	206,255	143,019	63,236
1998	206,255	163,662	81,362
1999	206,255	176,119	82,870
2000	206,255	192,642	89,775

Comparison between schools for 1999:

School	Electricity		Gas	
	E. F. (ha)	kg CO ₂	E. F.(ha)	kg CO ₂
EUPM	18.4	84,026	38.5	176,119
ETSAV	28.0	12,123	47.2	216,078
EUPVG	37.4	171,280	24.6	112,865

EUPM: Technical College of Manresa

ETSAV: School of Architecture of the Vallès

EUPVG: Technical College of Vilanova i la Geltrú

Emissions of CO₂ during 2000 as a consequence of using the EUPM building:

282.4 tons CO₂/year

Footprint due to consumption:

ELECTRICITY: 19.6 hectares
GAS: 42.1 hectares
TOTAL: 61.7 hectares



MOBILITY

Commuting – mobility imposed by work or studies – involves 1218 people (1059 students, 114 teachers, 28 members of the administrative and services staff and 17 external services workers) travelling to and from the EUPM. **The network of public infrastructures plays an important role in type of journeys made,** and depends on regional planning and the available urban spaces.

Questionnaire: 75% of students 78% of staff

The journeys and kilometres travelled every week are:

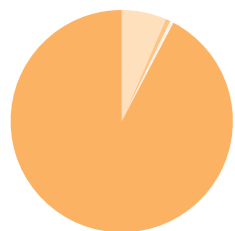
Transport	Student Commuting	Staff Commuting	Total	%	km/week	%
Car	3,721	681	4,402	50.0	96,033	58.5
Train	1,792	34	1,826	20.7	58,791	35.8
Bus	304	45	349	4.0	5,418	3.3
Motorbike	253	54	307	3.5	1,802	1.1
Bicycle	20	0	20	0.2	23	0.1
Foot	1,559	344	1,903	21.6	1,973	1.2
Total	7,649	1,158	8,807	100	164,040	100

Every week, around 164,040 km are travelled (about 4 times round the Earth)

Carbon dioxide emissions vary depending on the type of transport and the extent of its occupancy. The energy usage per kilometre travelled is estimated as follows:

Car (driver only):	2.98 MJ/km
Train (short distance, 75% occupancy):	0.35 MJ/km
Bus (urban, 75% occupancy):	0.39 MJ/km
Motorbike:	0.76 MJ/km
Bicycle:	0.06 MJ/km
Foot:	0.16 MJ/km

Emisiones



Car: 92,3%
 Train: 6,5%
 Bus: 0,7%
 Motorbike: 0,5%

50% of the journeys are by car, and are responsible for 92.3% of the emissions.

	Tons of CO ₂	kg CO ₂ person/year	Footprint (ha)	Footprint (ha/person)
EUPM	916	646	200	0.141
ETSAV	715	685	156	0.150
EUPVG	293	105	64	0.023

The total emissions are 916 tons of CO₂/year.

916 tons of CO₂/year

Footprint due to commuting

200 hectares ▶ 0.141 ha per person



PAPER CONSUMPTION

Most activities in a university centre use PAPER. Due to its high consumption, we should consider its role in the environmental impact of the EUPM.

EUPM paper consumption

	Sheets/year
Assignments (25% credits x 10 pages per credit)	188,592
Photocopies (500 pages/student)	529,500
Exams	105,900
Notes (12 subjects x 30 pages/subject)	381,240
Departments	650,000
Total	1,855,232

If the paper is 80 grams/m²

9.3 tons of paper used

In order to make a ton of paper, the following is needed:

5 m³ of pine timber
 450 m³ of water
 0,7 tons of oil
 13 trees

46,4 m³ of wood
 4,176 m³ of water
 6,5 toe
120 trees

4,0 hectares

1 hectare of mature forest ▶ 600 20-year-old trees

It can be assumed that the same trees that were cut down to make the paper also absorbed CO₂.

The footprint due to paper consumption in the EUPM is, therefore, 4.3 hectares.

Emissions associated with the manufacturing of paper used by the EUPM (6.5 toe) are:

19,655 kg of CO₂ ▶ 4,3 hectares



APPROXIMATE IMPACT OF GRADUATES

EUPM graduates in the 1999-2000 academic year:

Industrial sector: 447
 Services sector: 35

Direct CO₂* emissions

- Industry: 13,844 tons of CO₂
 - Services: 17,534 tons of CO₂

Energy used*

- Industry and construction: 6,673 GWh
 - Services: 7,936 GWh

* In Catalonia

Assuming 30 years of professional activity

Industrial sector ▶ 3,619 tons of CO₂/graduate
 Services sector ▶ 2,629 tons of CO₂/graduate

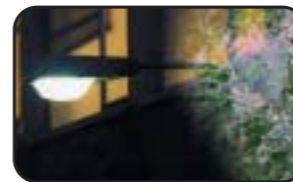
In a society undergoing constant technological development there is a need to evaluate the environmental impact attributable to the professional activity of EUPM graduates. Curriculum greening is a basic tool in raising student awareness regarding the potential impact of their future actions.

The environmental impact in terms of CO₂ emissions upon which EUPM graduates can have a direct effect:

56,977 tons of CO₂/year

118 tons of CO₂/year/graduate

26 hectares/graduate



CONCLUSIONS

The total amount of non-naturally released carbon dioxide attributed to the Technical College of Manresa is:

58,326,484 kg CO₂ year 2000

The overall ecological Footprint of the EUPM is 12,735 hectares, which is around three times the surface area of the Manresa municipal area. (Approximately 1/10th of the Bages county)

	kg CO ₂ /year	%	E. F. (ha)
Building (construction)	131,872	0.23	28.8
Building (consumption)	282,417	0.48	61.7
Commuting	915,540	1.57	200.0
Paper (consumption)	19,655	0.03	4.3
Graduates	56,977,000	97.69	12,440.0

Day to day activities (energy consumption and mobility) comprise an ecological footprint far greater than the area of Manresa's forests, and is equivalent to a surface area of 500 football fields.

The impact due to mobility is far greater than that resulting from the construction and energy consumption of the building. **Future plans for the college cannot ignore the issue of mobility,** and some rethinking is needed in collaboration with the public bodies involved, in order to establish which transport infrastructures could best contribute towards sustainable university life.

The impact attributable to the graduates' professional activity is WORRYINGLY greater than the rest. The extent of this impact is so large that a small reduction in this respect is far more important than any reduction in academic activities.

These results highlight the importance of curriculum greening in engineering courses.



THIS STUDY WAS CARRIED OUT BY:

Pere Busquets i Rubió, lecturer at the Department of Mining Engineering and Natural Resources, UPC, EUPM

Joan Jorge i Sánchez, lecturer at the Department of Applied Physics, UPC, EUPM

UPC, EUPM

Special thanks:

Marta Rovira, for the information provided from her final thesis.

The UPC Environment Plan coordinators, especially Ivan Capdevila for getting the idea on its feet, and Didac Ferrer for his unconditional support throughout.

Quim Sanz (lecturer at the UPC Department of Mining Engineering and Natural Resources, and curator of the Valentí Masachs Geology Museum, EUPM) for his photographic material, and to everyone at the EUPM who have made this study possible.

For more complete information on this study, take a look at the website: www.upc.es/mediambient

It is also available on multimedia CD-ROM. Ask for yours at the EUPM: coord.medi.ambient@upc.es