



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG**

Superior

## **Projecte/Treball Fi de Carrera**

**Estudi:** Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

**Títol:** Influència de l'ús del Biodiesel en els Vehicles pesants

**Document:** Memoria

**Alumne:** Jesus Casadevall Pey

**Director/Tutor:** Antoni Pujol Sagaro

**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Mecànica de Fluids

**Convocatòria** (mes/any): 06/08

## ÍNDEX

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓ</b>	<b>4</b>
1.1	Antecedents	4
1.2	Objecte	4
1.3	Abast	4
<b>2</b>	<b>LA COMBUSTIÓ EN MOTORS D'ENCESA PER COMPRESSIÓ</b>	<b>5</b>
2.1	Introducció	5
2.2	La reacció de combustió	5
2.3	Combustió estequiomètrica del gasoil	6
2.4	Combustió usual del gasoil	6
2.5	Els productes de la combustió	7
<b>3</b>	<b>EL BIODIÈSEL</b>	<b>11</b>
3.1	Introducció	11
3.2	Característiques del biodièsel	11
<b>4</b>	<b>EXPERIÈNCIES AMB BIODIÈSEL A CATALUNYA</b>	<b>13</b>
4.1	Introducció	13
4.2	Experiències prèvies en turismes i vehicles de transport de viatgers	13
4.3	L'ús del biodièsel en vehicles pesants de transport de mercaderies	15
<b>5</b>	<b>L'ÚS DEL BIODIÈSEL A TRANSPORTS MARTÍNEZ</b>	<b>17</b>
5.1	Introducció	17
5.2	La planta de biodièsel	17
<b>6</b>	<b>MÈTODE EXPERIMENTAL</b>	<b>18</b>
6.1	Introducció	18
6.2	Aparells de mesura	18
6.3	Metodologia	22
6.4	Vehicles analitzats	25

<b>7</b>	<b>RESULTATS</b>	<b>27</b>
7.1	Comparativa gasoil - biodièsel	27
7.2	Seguiment de vehicles amb biodièsel al 50%	54
7.3	Consum	64
7.4	Incidències mecàniques atribuïbles al biodièsel	67
<b>8</b>	<b>RESUM DEL PRESSUPOST</b>	<b>68</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONS</b>	<b>69</b>
<b>10</b>	<b>RELACIÓ DE DOCUMENTS</b>	<b>73</b>
<b>11</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>74</b>
<b>12</b>	<b>GLOSSARI</b>	<b>75</b>
<b>13</b>	<b>ANNEXOS</b>	<b>76</b>
	<b>A. PLANTA PRODUCTORA DE BIODIÈSEL</b>	<b>77</b>
A.1	Introducció	77
A.2	Reacció de transesterificació	77
A.3	Procés productiu	79
A.4	Diagrama de flux del procés productiu	84
A.5	Imatges de la instal·lació	85
	<b>B. INFORMACIÓ SOBRE LES NORMES EURO</b>	<b>88</b>
B.1	Introducció	88
B.2	Fases d'aplicació de la directiva d'emissions	88
B.3	Identificació de l'homologació d'emissions Euro 4 i Euro 5	89
B.4	Nota tècnica sobre motors Euro 4	90
B.5	Dates d'entrada en vigor i nivells màxims d'emissions	91
	<b>C. INFORMACIÓ TÈCNICA DELS APARELLS DE MESURA</b>	<b>93</b>
C.1	Introducció	93
C.2	Analitzador de quatre gasos	93
C.3	Opacímetre	97

C.4 Sonòmetre	99
<b>D. DADES TÈCNIQUES DELS VEHICLES ANALITZATS</b>	106
D.1 Introducció	106
D.2 Vehicles MAN	107
D.3 Vehicles SCANIA	109
D.4 Vehicles RENAULT	111

# **1 INTRODUCCIÓ**

## **1.1 Antecedents**

Des de fa uns anys s'observa un interès en utilitzar el biodièsel com a combustible alternatiu o complementari als derivats del petroli. Tanmateix, pocs estudis s'han dedicat en vehicles pesants. A Catalunya, per exemple, aquests estudis s'han reduït a pocs vehicles i a distàncies curtes. D'aquí l'interès en dur a terme un estudi sobre la influència de l'ús del biodièsel en les emissions contaminants el consum de combustibles i el desgast del lubricant realitzant un seguiment a un nombre elevat de vehicles industrials.

## **1.2 Objecte**

L'objecte d'aquest estudi consisteix en determinar la influència de l'ús del biodièsel en:

- 1.- Les variacions en comparació amb el combustible convencional (gasoil A) en les emissions de gasos i partícules contaminants en motors de vehicles pesants de transport de mercaderies.
- 2.- Les variacions en comparació amb el combustible convencional (gasoil A) en el nivell de so emès per motors de vehicles pesants de transport de mercaderies.
- 3.- Els canvis en el consum de combustible en vehicles pesants en comparació amb la utilització de gasoil A.
- 4.- Els problemes tècnics observats en motors de vehicles pesants de transport de mercaderies durant un període de funcionament elevat.

## **1.3 Abast**

En la realització del projecte es mesuraran les emissions contaminants de gasos i partícules, així com el nivell del so emès per diferents motors de vehicles pesants en funció del regim de gir, i també es farà un control dels lubricants emprats al motor per poder determinar un manteniment òptim que asseguri la vida útil de motor sense incidències.

## **2 LA COMBUSTIÓ EN MOTORS D'ENCESA PER COMPRESSIÓ**

### **2.1 Introducció**

La combustió interna de motors alternatius és una reacció química exotèrmica d'oxidació del carboni i de l'hidrogen que conté el combustible (Giacosa, 1970). L'oxidació és el procés en què el combustible es combina amb l'oxigen de l'aire en proporcions molt concretes alliberant calor. Aquesta reacció allibera calor i, per això, s'anomena exotèrmica (exo = alliberament, tèrmica = calor). En conseqüència s'obté una elevada temperatura dels gasos producte de la combustió que en provoca una expansió molt ràpida. Com el volum en què es produeix la reacció es troba confinat pel cilindre i l'èmbol, aquesta expansió comporta una pressió sobre la part mòbil (l'èmbol o pistó) que en provoca el moviment.

Un combustible només inicia la reacció de combustió si es compleixen aquests dos requisits (Comamala, 1998):

- 1- Que existeixi oxigen suficient.
- 2- Que hi hagi un focus de calor molt intens provocant la inflamació inicial.

Per exemple en els motors d'encesa per ignició el punt 2 és satisfet per una espurna que salta en la bugia i que és un focus de calor molt intens que dura només uns instants. En els motors alternatius de combustió interna d'encesa per compressió (altrament coneguts com dièsel) l'aire que comprimim es troba a tant alta temperatura a l'inici de la injecció el combustible (el gasoil) al entrar en contacte amb l'aire comprimit aquest s'autoinflama produint la combustió.

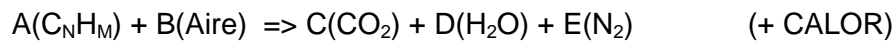
### **2.2 La reacció de combustió**

Tal i com s'ha comentat en la introducció, el carbó i l'hidrogen es combinen amb l'oxigen de l'aire de forma molt ràpida alliberant calor i produint uns productes de la combustió que anomenem "gasos d'escapament".

L'oxigen necessari per a la combustió s'obté de l'aire atmosfèric. Aquest aire està compost principalment per un 79% en volum de nitrogen molecular  $N_2$  i per un 21% en volum d'oxigen molecular  $O_2$ . El nitrogen no reacciona amb el combustible i per tant surt per l'escapament juntament amb els altres gasos productes de la reacció. Cal

dir, però, que en els motors dièsel es creen òxids de nitrogen degut a l'elevada pressió de combustió.

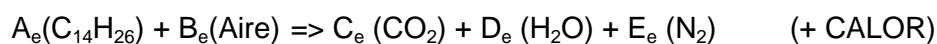
La reacció de combustió teòrica d'un hidrocarbur  $C_NH_M$ , on N i M fan referència al nombre d'àtoms de carboni C i d'hidrogen H de què consta (e.g., per al gasoil N = 14 i M = 26) es pot escriure de forma senzilla segons la següent equació (Comamala, 1998):



on els coeficients **A** i **B** fan referència als mols de combustible i d'aire respectivament, la reacció dels quals provoca **C** mols de diòxid de carboni, **D** mols de vapor d'aigua i **E** molts de nitrogen. En aquesta reacció es produeix una generació de calor que està pels voltants de 10000 Kcal/kg (depèn en funció del tipus de combustible). Aquesta reacció la qualifiquem de teòrica o perfecte (Comamala, 1998) ja que es suposa que tot el carboni C reacciona amb l'oxigen de l'aire  $O_2$  per generar exclusivament  $CO_2$  i vapor d'aigua  $H_2O$ . En aquest cas, els coeficients A, B, C, D i E s'anomenen estequiòmètrics i s'indiquen amb el subíndex e,  $A_e$ ,  $B_e$ ,  $C_e$ ,  $D_e$  i  $E_e$ . En condicions normals de treball, però, difícilment es desenvoluparà aquesta reacció de combustió.

### 2.3 Combustió estequiomètrica del gasoil

L'hidrocarbur component principal del gasoil és el  $C_{14}H_{26}$ , d'on la seva reacció de combustió estequiomètrica esdevé (Comamala, 1998):



Si cremem qualsevol quantitat amb la proporció necessària d'aire obtindrem fent un anàlisi volumètric dels gasos d'escapament el següent resultat (Comamala, 1998):

$$13,4\%CO_2 + 12,4\%H_2O + 74\%N_2 + 8022 \text{ kcal/kg,}$$

suposant una temperatura dels gasos d'escapament de 600°C aproximadament, valor habitual amb el motor funcionant a plena càrrega.

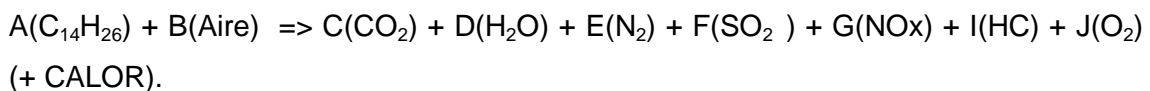
### 2.4 Combustió usual del gasoil

La reacció en un motor dièsel no es desenvolupa mai com l'estequiomètrica que hem descrit en el subapartat anterior. Els motius són diversos. Un dels més importants és el poc temps que té el combustible per poder fer una combustió completa. Degut a això ens apareixen altres gasos o elements contaminants no desitjables com a productes i,

per tant, com a elements a la sortida de l'escapament. Anem a fer un breu explicació d'una reacció de combustió real:

1. Si el carboni no s'oxida suficientment es forma monòxid de carboni CO. A part de ser tòxic la quantitat de calor despresa en la formació del CO és inferior a la del CO<sub>2</sub>.
2. Si hi ha combustible que no es crema, ja que no reacciona amb l'oxigen, tenim presència d'hidrocarburs HC en l'escapament. Tota fracció d'hidrocarbur no cremada suposa una pèrdua en el valor de la calor despresa en la combustió en comparació amb la situació ideal (tot l'hidrocarbur reacciona).
3. Encara que hem dit que el nitrogen no reacciona amb cap element, en realitat a condicions de pressió i temperatura elevades es formen òxids de nitrogen NOx.
4. Si el combustible té sofre en la seva composició (cas del gasoil), llavors aquest reacciona amb oxigen produint diòxid de sofre SO<sub>2</sub> que, a més de ser contaminant, desprèn poc calor al reaccionar.
5. Si hi ha carboni que s'oxida parcialment i hidrocarburs que no reaccionen llavors detectem presència d'oxigen O<sub>2</sub> en els gasos d'escapament, molt normals en els vehicles dièsel ja que treballen amb excés d'aire.

Una reacció que contempli tots aquest condicionants és del tipus (Comamala, 1998):



On els nombres de mols A del combustible i B de l'oxidant estan prefixats en els sistemes d'injecció, i els nombres de mols dels productes C, D, E, F, G, I, J poden variar en funció de l'estat del motor, del règim de gir i de la potència subministrada. A continuació es descriuen amb més detall cadascun d'aquests productes de la combustió.

## **2.5 Els productes de la combustió**

### **2.5.1 El diòxid de carboni CO<sub>2</sub>**

El diòxid de carboni és l'oxidació completa que presenta la molècula de carboni quan les circumstàncies de la combustió li han permès combinar-se amb l'oxigen. És expulsat juntament amb els gasos d'escapament del motor i no resulta tòxic, però en recintes tancats, amb forta producció d'aquest gas, desplaça l'aire per efecte de la



diferència en la massa molecular (28,9 g/mol de l'aire en comparació amb els 44 g/mol del CO<sub>2</sub>) podent produir accidents per asfixia que poden arribar a ser mortals.

Un altre efecte perjudicial del CO<sub>2</sub> és la seva influència a nivell mediambiental en l'anomenat efecte hivernacle. El CO<sub>2</sub> disposa d'unes bandes d'absorció en la regió d'infraroig que provoca una absorció de la radiació emesa per la superfície terrestre. Un augment en aquesta absorció de radiació infraroja en l'atmosfera comporta un increment en el flux radiatiu d'ona llarga incident en la superfície i, per tant, un increment en la temperatura superficial. El CO<sub>2</sub> és el principal gas amb origen en les activitats humanes que provoca aquest efecte hivernacle.

### **2.5.2 El monòxid de carboni CO**

Químicament dita, aquest producte s'obté de l'oxidació incompleta de la molècula de carboni. Això és degut principalment a una manca d'oxigen en la combustió, assolint una mala combinació entre les molècules d'oxigen i carboni. El resultat és un gas altament tòxic ja que, inhalat, té la particularitat de combinar-se millor que l'oxigen amb l'hemoglobina de la sang (unes 300 vegades més). Això forma la carboxihemoglobina que evita que l'oxigen s'uneixi a l'hemoglobina. Respirar 1 hora un aire que contingui un 0,16% de CO pot resultar mortal. (Comamala, 1998).

### **2.5.3 Els hidrocarburs HC**

Els hidrocarburs són producte d'una mala combustió o bé d'una evaporació de combustible. En essència, els hidrocarburs com a producte de la reacció provenen de combustible mal cremat que no reacciona amb l'oxigen. Així, la molècula hidrogen-carboni surt del combustible sense haver reaccionat amb l'oxigen. Els HC també poden ser deguts a l'entrada de vapors de l'oli lubricant provinents del càrter degut a un problema d'estanqueïtat dels segments del pistó, o d'una entrada directa a través de les vàlvules d'admissió (degut al desvaporador o al mal funcionament del turbocompressor, etc.).

### **2.5.4 L'oxigen O<sub>2</sub>**

Evidentment, l'oxigen no es tracta d'un gas contaminant ni perillós. Com a producte de la combustió és un bon indicador d'un motor amb mescla pobre (valors de B superiors a l'estequiomètric B<sub>e</sub> en les equacions de reacció expressades en el subapartat 2.3). En el cas dels motors dièsel és normal que a la sortida de l'escapament hi aparegui oxigen ja que aquests treballen amb excés d'aire donat que la combustió és més lenta i l'ignició es fa per compressió i no per arc elèctric.

### **2.5.5 Vapor d'aigua H<sub>2</sub>O**

En tota reacció de combustió en la que intervenen àtoms d'hidrogen, aquests es combinen amb l'oxigen formant vapor d'aigua. Malauradament, els analitzadors de gasos utilitzats (detallats en el capítol 5) treballen en base seca, o sigui que no mesuren el % de vapor d'aigua producte de la combustió.

### **2.5.6 Els òxids de nitrogen, NO<sub>x</sub>**

Els NO<sub>x</sub> (òxids de nitrogen) son gasos tòxics produïts per la reacció del nitrogen i l'oxigen de l'aire a les elevades temperatures i pressions que s'esdevenen en la reacció en motors alternatius de combustió interna. Els NO<sub>x</sub> ataquen les mucoses i els alvèols pulmonars, provocants infeccions i, fins i tot, destrucció del teixit pulmonar. En concentracions en volum de 10 a 20 ppm (parts per milió) poden provocar irritacions en els ulls, nas i vies respiratòries.

També té efectes a nivell mediambiental ja que a l'atmosfera es combina amb el vapor d'aigua formant àcid nítric HNO<sub>3</sub>, que quan precipita esdevé el fenomen conegut com a pluja àcida. Aquesta elimina del terra certs minerals com el potassi, calci i magnesi que les espècies vegetals necessiten per al seu creixement .

Per tot això, la norma Euro 4 obliga als motors diesel amb posterioritat del 01/10/2008 a portar un sistema que controli i limiti la concentració d'aquests gasos a la sortida de l'escapament. De moment, els NO<sub>x</sub> no són mesures obligades a les Inspeccions Tècniques de Vehicles (ITVs). Per això, el present estudi no ha pogut incloure l'anàlisi d'aquests gasos. Més endavant, però, s'estima que al final del 2009 les ITVs faran mesures per comprovar el correcte funcionament dels sistemes Euro 4 i Euro 5.

### **2.5.7 El diòxid de sofre, SO<sub>2</sub>**

Tots els combustibles líquids derivats del petroli contenen en major o menor grau sofre S en la seva composició. El SO<sub>2</sub> producte de la reacció, i ja a l'atmosfera, combina amb el vapor d'aigua present en el mediambient i forma, sota certes condicions, àcid sulfúric H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, que, quan precipita esdevé pluja àcida.

El gasoil conté sofre en proporcions considerables. Un dels avantatges que té el biodièsel és que no conté sofre en la seva composició química i, per tant, no contribueix a la pluja àcida.

### **2.5.8 Partícules sòlides**

Bàsicament la formació de partícules sòlides depèn de la relació aire-combustible en el procés de reacció. Quan el motor treballa a plena càrrega, s'ha demostrat experimentalment que per desenvolupar la màxima potència es necessita treballar en una zona on la proporció aire-combustible s'acosti a l'estequiriòmica. En aquestes condicions, ja que el motor gira a un règim considerablement elevat, el combustible no té temps suficient de cremar-se produint emissions de carboni C sense reaccionar. També la formació de partícules es produeix en la fase d'acceleració ja que s'envia una quantitat considerable de combustible a les cambres de combustió. Aquest es troba amb una quantitat insuficient d'aire, produint, així, carboni que sortirà en estat de partícula sòlida a la sortida del tub d'escapament. Cal dir que una de les propietats químiques que té el biodièsel es que conté menys àtoms de carboni que el gasoil. Per això, és d'esperar que les seves emissions siguin més netes (apareixerà menys fum negre pel tub d'escapament).

Aquest tipus de contaminant és el que predomina en els motors dièsel on les partícules sòlides produeixen una certa opacitat en els gasos d'escapament fàcilment mesurable experimentalment.

### **3 EL BIODIÈSEL**

#### **3.1 Introducció**

El biodièsel és un combustible líquid que s'obté a partir d'un procés d'esterificació d'olis vegetals amb hidròxid de sodi i metanol (consultar l'annex A). Existeixen una sèrie de raons per justificar el consum de biodièsel com a combustible alternatiu al gasoil A.

En primer lloc, s'ha de tenir present que, a nivell de contaminació, els vehicles de motor de combustió interna s'han convertit en un dels principals obstacles per a millorar la qualitat de l'aire a les ciutats. El transport és el causant del 71% de les emissions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera, del 68% de les de NO<sub>x</sub>, i del 50% de les d'hidrocarburs incrementats. El biodièsel, en canvi, te continguts en sofre pràcticament nuls. Per aquest motiu, les emissions de diòxid de sofre, que, juntament amb les d'òxid de nitrogen, són les causants de la pluja àcida, són mínimes.

Pel que respecte al principal gas d'efecte hivernacle emès per les activitats humanes (CO<sub>2</sub>), s'accepta que el mateix CO<sub>2</sub> que es produeix en la crema del biocombustible ja fou absorbit per la mateixa planta de la qual s'ha creat (López Diaz, 2005). Per tant, el balanç net de CO<sub>2</sub> és nul. S'ha de tenir present, a més, que el biodièsel és biodegradable i no tòxic (Agejas, 1996; Cros, 1996).

D'altra banda, energèticament, el transport depèn en un 98% dels derivats del petroli. Fent servir biocombustibles podríem arribar a reduir la dependència de l'ús del petroli, sempre i quan s'aconseguís un equilibri entre les necessitat del transport i les necessitats humanes d'alimentació.

#### **3.2 Característiques del biodièsel**

En aquest apartat s'exposa una breu comparació de propietats del biodièsel enfront el gasoil on el Poder Calorífic Inferior (P.C.I. energia que desprèn el combustible) és inferior al del Gasoil, una vegada cremat té un residu carbonós inferior al gasoil (embrut menys), un altre inconvenient que té el biodièsel és el punt d'obstrucció en fred del filtre (P.O.F.F) aquest se sol trobar a partir del 0 graus els filtres comencen a quedar obstruïts.

<b>Propietat</b>	<b>Biodièsel</b>	<b>Gasoil</b>
Densitat a 20 °C (kg/m <sup>3</sup> )	870 / 890	840
Viscositat a 40° (cst)	3,5 / 4,5	3
P.C.I. (MJ/kg)	36 / 39	43
Nombre de cetà	49 / 54	48 / 51
P.O.F.F.(°)	0 / -15 (additivat)	-20
Residu carbonós (%)	0,05 / 0,07	0,1
Punt inflamació (°)	120 / 170	65
Sofre (% pes)	0	0,2

Taula 1. Propietats Característiques Biodièsel enfront del gasoil (extreta del TFC J.Ventura, 2005).

## **4 EXPERIÈNCIES AMB BIODIÈSEL A CATALUNYA**

### **4.1 Introducció**

Aquest capítol mostra les experiències més recents en la utilització del biodièsel a Catalunya. El seu contingut es basa en el Projecte Final de Carrera dels estudis d'enginyeria Industrial elaborat per J. Ventura, l'any 2005 i defensat a la UdG que porta per títol Estat de Situació, Tendències i Valoració Mediambiental de la Utilització de Biocombustibles. Per detalls del resum aquí introduït, cal referir-se a la font original que esta dipositada a la biblioteca de la universitat de Girona (campus Montilivi).

### **4.2 Experiències prèvies en turismes i vehicles de transport de viatgers**

A Catalunya des de l'any 1992 L'institut Català d'Energia (ICAEN) ha impulsat la realització de diverses operacions de demostració, com ara les realitzades amb biocombustibles en autobusos i d'altres vehicles de servei públic en els municipis de Mataró i el Masnou. Els vehicles, alimentats amb biodièsel basat en l'èster metílic de colza al 100% en lloc de gasoil, van recórrer en total més de 97.500 km sense presentar cap problema operatiu. Pel que fa als aspectes mediambientals, els resultats més espectaculars van ser la reducció de l'opacitat dels fums (80-90%) i l'eliminació total de les emissions de l'òxid de sofre.

Seguint amb aquesta línia, es va realitzar una segona fase de proves pilot en autobusos públics de Vic, S.L. i transports Ciutat Comtal, S.A., respectivament. En les operacions de demostració, que es van dur a terme entre els mesos de gener i juny del 1994, es va utilitzar un autobús de transport per a gent amb minusvalies a Barcelona. Els resultats del seguiment van confirmar la normalitat en el funcionament dels vehicles i, alhora, van corroborar la disminució notable de les emissions de gasos d'escapament com diòxid de sofre.

A Vic, a més de les experiències amb autobusos, es van fer proves d'utilització de biocombustibles en calderes de calefacció equipades amb cremadors de gasoil, en les quals es va observar un increment del rendiment tèrmic i una disminució important de les emissions d'òxids de nitrogen. A la taula 2 es relacionen les experiències amb biocarburants realitzades a Catalunya segons el recull efectuat per (Nom de l'estudiant).

Població	Combustible	Vehicles	Dates	Recorregut (x 10 <sup>3</sup> km)	Consum*	Opacitat emissions
Mataró	100% Bio	2 autobusos urbans	10/1992 – 07/1993	65	+2,5 %	-90 %
Mataró	50% Bio	2 autobusos urbans	09/1994 – 12/1994	50	-2,5 %	-50 %
Mataró	25% Bio	4 autobusos urbans	01/1995 – 06/1995	1.000.	=	Sense dades
El Masnou	100% Bio	2 turismes 5 vehicles de neteja	10/1992 – 07/1993	60	+3 %	Sense dades
Vic	100% Bio	1 autobús urbà	01/1994 – 07/1994	12	=	-35 %
Barcelona	100% Bio	2 autobusos discrecionals	01/1994 – 07/1994	40	=	-75 %
Barcelona	50% Bio	2 autobusos discrecionals	09/1994– 12/1994	23	-5 %	Sense dades
Mataró	30% Bio	1 autobús discrecional	01/2003- 03/2003	8,7	=	-20

\* En comparació amb el consum utilitzant gasoil

Taula 2. Relació d'experiències amb biocarburants desenvolupades a Catalunya (extreta del TFC de J. Ventura, 2005).

En general, els resultats observats de la taula 2 mostren una disminució notable en quant a les emissions de fums, sense problemes de funcionament. Pel que fa al consum de combustible, no s'aprecia una tendència clara, per bé que s'esperaria un major consum utilitzant biodièsel degut al seu menor poder calorífic.

Cal comentar que la major part dels estudis previs s'han realitzat en vehicles pesants de transport de viatgers. En el nostre cas, però, ens interessa comparar amb experiències prèvies de vehicles pesants de transport de mercaderies. Aquests pocs estudis es detallen en el subapartat següent.

### **4.3 L'ús del biodièsel en vehicles pesants de transport de mercaderies**

#### **4.3.1 Petromiralles**

Des del 2003, Petromiralles utilitza Biodièsel BIO10 en la seva flota de vehicles que acumulen anualment més de 2,5 milions de quilòmetres. Del seguiment realitzat en els seus camions, furgonetes i turismes, se'n desprenen les mateixes conclusions que en el cas de l'autobús de mataró del 2003: comportament mecànic normal i millora evident en les emissions de gasos contaminants. (extreta del TFC de J. Ventura, 2005)

#### **4.3.2 Musersa**

A partir de l'any 2005, els 42 camions que realitzen la recollida de les escombraries a la ciutat de Girona funcionen amb biodièsel. Estudis realitzats entre l'ajuntament de Girona i la propia empresa conclouen que això pot representar estalviar l'emissió de fins a 210 tones de diòxid de carboni anuals. És dóna la particularitat que l'oli de cuina que serveix, en part, per a l'obtenció del biodièsel es recull a la mateixa deixalleria situada a Mas Xirgu, d'on es trasllada a una planta de processament, on es transforma en combustible i torna a Girona pels canals habituals de distribució.

#### **4.3.3 Transports Padrosa**

Transports Padrosa és una empresa dedicada al transport de mercaderies que va realitzar a l'any 2004 una anàlisi comparativa entre gasoil i biodièsel al 10%. Per a fer aquest estudi es van utilitzar 10 camions de tractora marca IVECO model STRALIS AT400, dels quals 5 funcionaven amb biodièsel al 10% i els altres 5 funcionaven amb gasoil. Un camió amb biodièsel i l'altre amb gasoil realitzaven la mateixa ruta i al final es comparava el consum de combustible.

Cinc recorreguts es van dur a terme en l'estudi, un per cada parella de camions:

- França Nord (Normandia - Caen)
- França Est (Alsàcia - Strassbourg)
- Anglaterra (Cardiff - Manchester)
- Itàlia (Milà - Venècia)
- Alemanya Nord (Hamburg)

El període de l'anàlisi dels resultats va ser de 5 setmanes amb el qual es van recórrer un total de 788.000 km. Els resultats, en termes de consum, s'observen a la figura 1.



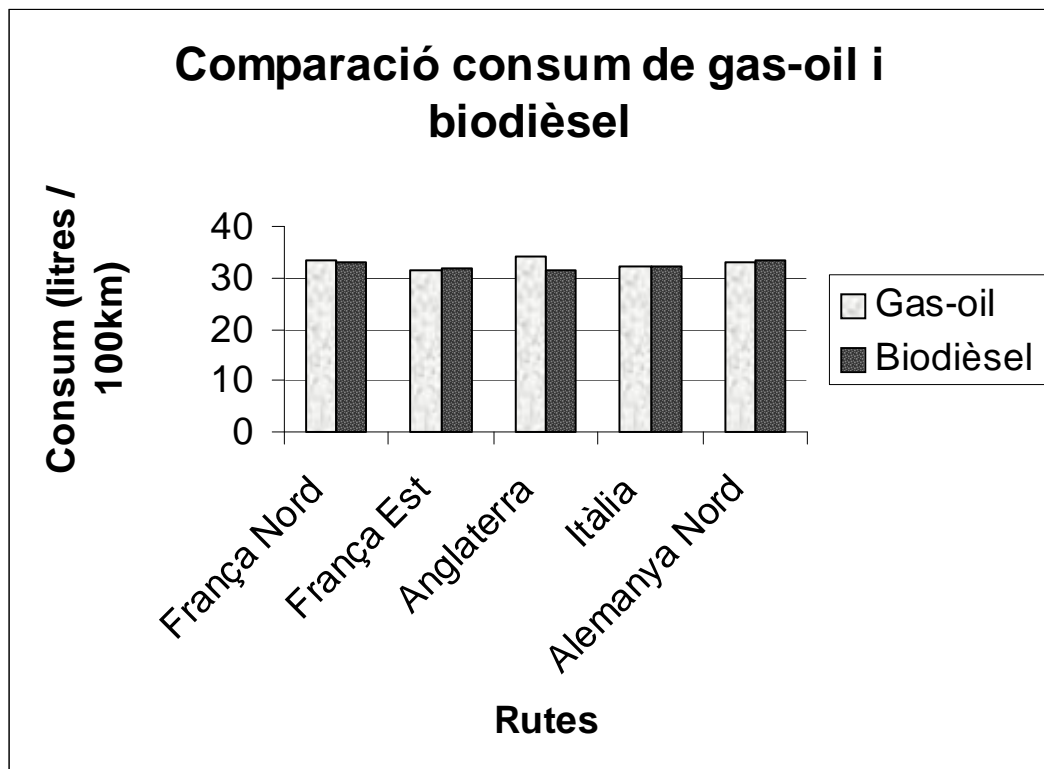


Figura 1. Comparació del consum de combustible (litres / 100 km) de biodièsel al 10% (B-10) respecte el gasoil en vehicles pesants de transport de mercaderies (extret del TFC de J. Ventura, 2005).

Observant la figura 1, que ens compara el consum de combustible del biodièsel al 10% amb el gasoil es pot observar que aproximadament es produeix el mateix consum, ja que les diferències són molt petites i podrien ésser degudes a altres factors més secundaris, com per exemple la manera de conduir i el trànsit.

Els resultats finals de l'estudi van ser:

- Igual consum
- Igual emissió de gasos
- Baixa incidència dels resultats respecte dels costos

## 5 L'ÚS DEL BIODIÈSEL A TRANSPORTS MARTÍNEZ

### 5.1 Introducció

El present estudi té com objecte principal una anàlisi comparativa dels gasos contaminats que emeten els vehicles que utilitzen biodièsel i els que utilitzen gasoil. A part d'això també es farà una comparativa de consums en funció de les dades subministrades per l'empresa de transport de mercaderies Transports Martínez ubicada a Vilafant i que disposa d'una flota de 40 vehicles.

Els vehicles que he utilitzat en aquest estudi són de la categoria N3 de MMA > 12Tn del tipus Tractora les dades tècniques d'aquests vehicles estan incloses a ***l'annex D***. Cal agrair al propietari de l'empresa, Tomás Martínez, la cessió dels vehicles que han estat objecte de l'estudi.

### 5.2 La planta de biodièsel

Actualment, aquesta empresa disposa d'una planta modular de producció de biodièsel fabricada a Suècia per AGERATEC que s'utilitza íntegrament per al consum propi . En ***l'annex A*** s'ha inclòs una breu descripció del procés que utilitza l'empresari per produir el biodièsel. La matèria primera és diversa i depèn del preu de mercat. Així, s'utilitza indistintament oli de palma, oli de colze, oli reciclat refinat, etc. Periòdicament, l'empresa realitza analítiques de la composició del biodièsel produït per assegurar-ne la qualitat.

A l'hivern, aquest biodièsel es barreja amb gasoil convencional a parts iguals (50% Bio i 50% gasoil) per tal de resoldre els problemes de congelació observats pel biodièsel produït si s'utilitza en estat pur (100% Bio). A l'estiu, però, la utilització és de 100% Bio.

## 6 MÈTODE EXPERIMENTAL

### 6.1 Introducció

En aquest capítol es detallarà el tipus d'instrumental utilitzat per fer les mesures experimentals en l'apartat 6.2, el procediment de treball en l'apartat 6.3 i els tipus de vehicles analitzats en l'apartat 6.4. Aquí cal agrair a l'estació GI-03 de RVSA (I.T.V de Vilamalla) la cessió dels dispositius experimentals que han permès efectuar les mesures que són objecte d'estudi en aquest treball.

Alhora, també cal agrair al Sr. Tomás Martínez, gerent de Transports Martínez, el permís que ens ha donat per prendre les diferents mesures en els seus vehicles, així com la col·laboració mostrada al llarg de la realització del present estudi.

### 6.2 Aparells de mesura

Les màquines utilitzades per fer les mesures dels gasos contaminants i del soroll dels vehicles analitzats han estat cedides per la I.T.V de Vilamalla, estació GI-03 de L'Alt Empordà, ubicada al polígon Empordà Internacional de Vilamalla al carrer Castelló s/n. Les variables que s'han mesurat amb aquestes màquines són els següents:

- Nivell de CO (% en volum dels gasos d'escapament).
- Nivell de CO<sub>2</sub> (% en volum dels gasos d'escapament).
- Nivell de O<sub>2</sub> (% en volum dels gasos d'escapament).
- Nivell de HC (% en volum dels gasos d'escapament).
- Valor o factor Lambda (no té unitats).
- Opacitat dels fums emesos (partícules sòlides en suspensió).
- El nivell de soroll en decibels (db) amb el sonòmetre.

#### 6.2.1 Màquina de 4 gasos (CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HC)

Les màquines utilitzades per fer aquestes mesures són de la marca AVL, fabricades a Àustria, models **AVL DiGas 4000** i **AVL DiSmoke 4000**. A l'*anex C* hi han incloses les característiques tècniques amb imatges de les màquines. Aquest aparell mesura el contingut de CO, CO<sub>2</sub> i HC en funció de l'absorció en l'infraroig. El principi de funcionament permet la mesura selectiva dels diferents gasos basant-se en

que determinades longituds d'ona de la llum infraroja s'absorbeixen fortament en funció del gas.

Una sonda introduïda en el tub d'escapament aspira una quantitat sempre fixa de gasos a través d'una bomba elèctrica de membrana. Aquests gasos són filtrats i deshumidificats passant posteriorment a una cel·la de mesura on el raig infraroig s'enfoca davant del receptor. Aquest raig travessa els gasos i, degut a l'absorció dels components que volem mesurar; el receptor capta la radiació residual. Aquest receptor conté sensors electrònics precedits per filtres òptics que deixen passar només la radiació en les longituds d'ona escollides en funció del gas a mesurar. Així, es necessiten tants receptors com gasos a mesurar. A partir d'aquí, s'emet una senyal analògica proporcional a la concentració en volum del gas. Quan major és la concentració dels gasos major serà l'absorció.

Tanmateix, l'oxigen  $O_2$ , degut a la seva particular naturalesa diatòmica no absorbeix cap radiació infraroja. Per tant la seva detecció es realitza amb les anomenades cèl·lules electroquímiques. La cèl·lula electroquímica és un sensor de tipus químic per on es fan passar els gasos en la fase final de la mesura. La cambra a on es troba allotjada aquesta cèl·lula disposa d'una membrana permeable als gasos que els posa en contacte amb la substància química continguda en l'interior del sensor. Aquesta substància reacciona amb l'oxigen present en els gasos de forma que es produeix una diferència de voltatge en els connectors elèctrics de la cèl·lula. Quan major és la proporció d' $O_2$  més gran és la diferència de tensió generada. El senyal elèctric emès pel sensor s'envia a un microprocessador que el converteix a percentatge en volum en el visualitzador.

El principal inconvenient d'aquest sistema és l'esgotament químic de la cèl·lula, de forma que a partir del moment de la instal·lació en l'analitzador comença el procés d'envelliment que pot durar, segons el fabricant, entre 8 i 24 mesos. Passat aquest temps, encara que l'analitzador no hagi funcionat, s'ha de restituir el sensor d'oxigen.

En aquests analitzadors cal tenir molta cura en la deshumidificació dels gasos, això significa que el vapor d'aigua format en la combustió i que és aspirat per la sonda juntament amb la resta de components es condensa en un filtre especial. Una anàlisi de gasos sense la presència del vapor d'aigua s'anomena anàlisi en **base seca**. Per contra, les anàlisis de combustió que tenen en compte el volum de vapor d'aigua present en els gasos de combustió s'anomenen anàlisis en base humida (cosa que no fa l'analitzador de quatre gasos fet servir en aquest estudi).

El vapor d'aigua s'elimina per evitar l'embrutiment dels filtres, sensors òptics i el sensor d'oxigen a banda d'impedir possibles efectes de rovellament de les parts metàl·liques dels sensors.

Cal dir que la mesura del coeficient o factor lambda és proporcional a la concentració d'oxigen present en els gasos de combustió. El microprocessador de l'aparell pren el valor de %O<sub>2</sub> en volum i el converteix al factor lambda. Aquest factor és la relació entre l'oxigen consumit realment i l'estequiriòmetric. Per exemple, si el factor Lambda és igual a 2 voldrà dir que en el motor hi està entrant el doble d'oxigen que el d'una reacció estequiriòmètrica.

Una de les fórmules emprades en el càlcul del coeficient d'aire és la de Brettschneider que contempla, a banda de la concentració d'oxigen, els valors de les concentracions de CO, CO<sub>2</sub> i HC. Aquesta mesura en el nostre cas serà orientativa ja que la màquina de quatre gasos emprada està calibrada per a ús en vehicles de gasolina en el càlcul del factor lambda. En la resta dels gasos (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, HC), la mesura és directa. Tot i això, el factor lambda ens servirà per tenir una idea orientativa de l'excés d'aire en què el motor està treballant respecte a la proporció estequiriòmètrica.

Normalment la prova dels gasos s'efectua amb el motor en temperatura de funcionament (entre el 80-90 graus Celsius) i règim de ralenti, encara que hi ha fabricants d'aparells que especifiquen un règim de gir determinat en buits. Per intentar buscar alguna anomalia en el funcionament del motor sovint també s'utilitzen règims de gir elevats.

El rang de mesura usual per aquests tipus d'aparell és el següent:

CO: 0 – 10% volum;

CO<sub>2</sub>: 0 – 20% volum;

HC: 0 – 2000ppm; (hi ha aparells que arriben fins a 9999 ppm);

O<sub>2</sub>: 0 – 21% volum; (21% és el % màxim d'oxigen que té l'aire atmosfèric);

LAMBDA: 0.5 – 2 (si l'aparell està modificat pot arribar fins a 10).

Les unitats de mesura dels HC són els ppm (parts-per-milió) i representen la concentració en volum dels hidrocarburs en el total de gasos d'escapament. Les unitats de mesura no són en % perquè el volum d'HC és molt petit (si la combustió i el combustible són bons). Cal tenir present que una lectura de 1000 ppm d'HC suposa un 0,1% d'HC en volum.

### 6.2.2 Analitzador d'opacitat de fums

Els instruments utilitzats per fer aquestes mesures són els mateixos que els del subapartat anterior, les austríaques AVL, model **AVL DiSmoke 4000**. També a *l'anex C* es poden trobar les seves característiques tècniques. En essència, aquests analitzadors determinen la intensitat d'emissió de partícules sòlides (carboni que surt del tub d'escapament) segons el mètode d'absorció fotomètrica, que té un lleugera similitud amb el principi de mesura per infraroig comentat en el subapartat anterior.

En general podem trobar dos tipus d'aparells que mesuren l'opacitat de fums: els que funcionen mesurant la totalitat dels gasos que emet el vehicle i els que només agafen una mostra representativa de forma molt similar als analitzadors per infraroig. Cap dels dos tipus d'aparells disposa de bomba d'aspiració i l'entrada dels gasos dins de la màquina és per la pròpia sobrepressió que tenen a la sortida del tub d'escapament.

Tots dos tipus d'aparells funcionen segons el mateix principi: una llum emesa per una làmpara halògena o per díodes LED d'una potència compresa entre 100 i 130 W es fa passar a través d'una columna de fum d'uns 40 cm de longitud (depèn de les dimensions de la cambra de mesura de cada màquina). Dins de la cambra de mesura, el feix de llum és concentra mitjançant un grup òptic i travessa tota la columna fins arribar a un mirall que el reflexa sobre un element fotosensible o fotodíode que té la particularitat de reaccionar davant la intensitat de llum, entregant una diferència de tensió (de l'ordre de mV). La quantitat de llum que arriba al fotodíode indica el grau de turbidesa o opacitat dels gasos que mesurem.

El senyal analògic del fotodíode és elaborat i visualitzat per una unitat electrònica, que gràcies al microprocessador intern, es troba també en condicions de memoritzar els valors de varies mesures consecutives. Les unitats amb què mesuren aquests aparells solen ser en % d'opacitat o bé segons el **factor d'absorció K** que és sol representar en escales logarítmiques amb unitats  $m^{-1}$  (unitat òptica d'opacitat).

### 6.2.3 Sonòmetre

L'aparell de mesura de soroll (sonòmetre) correspon al model SC-15c de la fàbrica **CESVA**. En *l'annex C* s'inclouen les característiques tècniques.

### 6.3 Metodologia

Tal i com s'ha comentat en l'objecte d'aquest estudi, aquest ha consistit en fer un seguiment d'una sèrie de vehicles pesants de transport de mercaderies de l'empresa Transports Martínez S. L., dels quals s'han analitzat els gasos que emeten per veure les conseqüències de l'ús del biodièsel. També ens hem interessat en veure com repercuteix l'ús del biodièsel en el consum. Finalment, s'han pres mesures d'intensitat acústica que després s'han comparat amb vehicles que usen gasoil A estàndard. Tanmateix, no sempre ha estat possible disposar del mateix vehicle que utilitzi durant un cert període de temps biodièsel i durant un altre gasoil A. En aquests casos, s'han utilitzat dades mesurades a la I.T.V. de Vilamalla (amb el mateix tipus d'instrumental) per a vehicles de característiques idèntiques que consumeixin gasoil A. És per això que agraïm a RVSA la cessió d'aquesta informació.

A banda de les mesures de soroll i d'emissió de gasos efectuades en vehicles de forma puntual, també s'han escollit 9 vehicles que se'ls hi ha fet un seguiment que consta de 6 mesures completes (contaminació, soroll, consum de combustible i d'oli motor) per al període comprès entre el 3 de novembre de 2007 fins al 23 de febrer de 2008.

#### 6.3.1 Analítica de gasos: procediment d'assaig

A cada vehicle se li han realitzat quatre mesures associades a les quatre proves següents:

- Primera prova: Feta a règim de ralenti (unes 500 r.p.m aproximadament). Aquí l'accelerador no s'utilitzava.
- Segona prova: Feta a un règim motor de 1000 r.p.m constant
- Tercera prova: Feta a un règim de motor de 1500 r.p.m constant.

En aquestes tres proves s'han pres les següents mesures:

- % en volum de CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>.
- HC (en ppm)
- Valor de lambda.
- Decibels.

Aquestes mesures s'han realitzat mitjançant la màquina dels quatre gasos descrita anteriorment i el sonòmetre (també estan descrits a ***l'annex C***); durant

les mesures s'ha esperat uns deu segons fins aconseguir que el Valor Lambda i O<sub>2</sub> marquessin un valor constant.

-Quarta prova: Després de fer el procés anterior es procedeix a fer una acceleració fins a 2000 rpm. En aquesta quarta prova hem apretat l'accelerador a fons per poder veure la resposta del motor en el procés d'acceleració. Per això només s'ha mesurat el valor d'opacitat dels gasos. Per fer la mesura d'aquesta prova hem utilitzat l'opacímetre.

### **6.3.2 Control del soroll emès dels vehicles**

Per a realitzar la mesura del soroll s'ha realitzat el procediment de vehicle parat i a diferents revolucions segons la Directiva 92/97/CEE, última modificació de la legislació que originalment regulava els nivells de so dels vehicles de motor. També s'han pres mesures de soroll màxim.

- Descripció de la superfície d'assaig.

L'àrea d'assaig no estava subjecte a pertorbacions acústiques importants: murs, edificacions etc.. La superfície a on s'ha realitzat l'assaig és plana i està pavimentada amb asfalt.

Per a cada mesura es va comprovar que el soroll ambient (de fons) estigués com a mínim 10 dB(A) per sota del nivell sonor produït pel vehicle.

- Descripció de l'assaig

S'ha col·locat el sonòmetre a una alçada aproximada al tub d'escapament del vehicle (32 cm en el cas dels vehicles marca Scania, 25 cm en el cas del vehicle marca Renault, i 20cm en el cas dels vehicles marca MAN) i a una distància de 50 cm amb una inclinació de  $45^{\circ} \pm 10^{\circ}$  en el pla horitzontal. La membrana del micròfon s'ha orientat cap a la boca de sortida dels gasos.

Amb aquesta situació s'han pres mesures del motor a ralenti (500 rpm aproximadament) i a als règims de funcionament de 1000 rpm i 1500 rpm (agafant com a valor el nivell mitjà de soroll).

Per tal de prendre la mesura de soroll màxim, en el sonòmetre especificat en el subapartat 6.2.3 s'ha mesurat el nivell de soroll en Fast, màxim de tot el procés de mesura. D'acord amb les característiques de l'aparell, el nivell de soroll en Fast comporta un temps d'integració de 125 ms. En principi, no es consideren possibles



correccions de les mesures, degut a que la font de soroll genera uns nivells bastant elevats, de l'ordre d'uns 90 dBA, que difícilment podrien ser afectats pel soroll de fons de la zona on s'han realitzat les mesures.

Per contra, per tal de mesurar el nivell de soroll a diferents règims, s'ha realitzat un equivalent del nivell de soroll mesurat en un temps representatiu, que en el cas del soroll que es pretén mesurar, s'ha estimat en 5 segons, ja que no presenta variacions importants de nivell un cop el vehicle s'ha estabilitzat. Així doncs primer es procedeix a l'estabilització del règim del vehicle i un cop aquest s'ha aconseguit, s'inicia la mesura del nivell de soroll equivalent mantenint el vehicle a règim durant els 5 segons de la prova.

En totes les mesures s'ha posat especial atenció que aquesta no fos distorsionada ni per elements externs que poguessin produir reflexions pertorbadores, ni per d'altres fonts de soroll que afegissin una quantitat d'energia suficient per tal de modificar els resultats de les mesures.

### **6.3.3 Prova d'opacitat**

Per tal d'analitzar els fums del vehicle s'ha utilitzat el mètode OFICA segons la Instrucció 18/98 de la DGCSI (Direcció General de Consum i Seguretat Industrial de la Generalitat de Catalunya). Aquest mètode segueix els següents passos:

- 1) Control visual previ del motor.
- 2) Condicionament previ del motor (nivell d'oli i temperatura correctes).
- 3) Inici dels cicles de prova i mesura de la opacitat o coeficient d'absorció lluminosa "k" en unitats de  $m^{-1}$  de fums (fins a un màxim de 5 possibles cicles de prova).

Descripció del cicle de prova per a motors dièsel:

- 1.- Motor al ralentí durant 10 segons.
- 2.- Prémer l'accelerador a fons i de forma progressiva en menys d'un segon (aproximadament).
- 3.- Deixar anar l'accelerador progressivament un cop s'arriba al màxim de rpm.

4.- Mesura del valor d'opacitat o coeficient d'absorció lluminosa "k" en unitats de  $m^{-1}$ . Si el valor de "k"  $\leq 2,5 m^{-1}$  en motors atmosfèrics o a  $3 m^{-1}$  en motors sobrealimentats: inspecció favorable. Si el valor és superior es passarà al següent cicle de prova (es torna a repetir la mateixa operació fins com a màxim 5 cicles. Si amb això no s'aconsegueix un resultat favorable es rebutja el vehicle).

#### 6.4 Vehicles analitzats

La taula següent mostra els vehicles que utilitzen biodièsel (50%bio + 50%gasoil), tots ells propietat de Transports Martínez S. L. El biodièsel és el fabricat a la planta que té el mateix transportista. Per saber més dades dels vehicles consultar l'*annex D*.

Vehicle	Marca	Model	Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	Potència (CV)	Norma euro	km* (x10 <sup>3</sup> )
BMAN1	MAN	TGA18480	12816	480	4	108
BMAN2	MAN	TGA18480	12816	480	4	118
BMAN3	MAN	TGA18480	12816	480	3	273
BMAN4	MAN	TGA18480	12816	480	3	309
BMAN5	MAN	TGA18430	10518	430	3	333
BSCAN1	SCANIA	144L	14180	420	2	873
BSCAN2	SCANIA	144L	14180	460	2	1004
BSCAN3	SCANIA	124L	11705	420	3	839
BSCAN4	SCANIA	124L	11705	470	3	529
BSCAN5	SCANIA	124L	11705	470	3	644
BSCAN6	SCANIA	124L	11705	470	3	570
BSCAN7	SCANIA	124L	11705	470	3	628
BSCAN8	SCANIA	R470	11705	470	3	426
BSCAN9	SCANIA	122L	11705	440	3	1075
BREN1	RENAULT	MAGNUM	11929	440	3	473

\* Quilometres a l'inici de la presa de mostres.

Taula 3. Vehicles que utilitzen biodièsel al 50% (per saber més dades dels vehicles consultar l'*annex D*):

Els vehicles de la taula 3 utilitzen contínuament biodièsel al 50% (exceptuant els marcats amb doble asterisc a la taula 4). Per això, i amb l'objectiu de fer la comparativa amb vehicles de característiques similars, s'han escollit els vehicles de la taula 4 que utilitzen com a combustible gasoil A.

Vehicle	Marca	Model	Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	Potència (CV)	Norma euro	km* (x10 <sup>3</sup> )
MAN1	MAN	TGA18480	12816	480	4	134
MAN2	MAN	TGA18480	12816	480	4	144
MAN3	MAN	TGA18480	12816	480	3	336
BMAN4**	MAN	TGA18480	12816	480	3	350
MAN5	MAN	TGA18430	10518	430	3	122
BSCAN1**	SCANIA	144L	14180	420	2	911
BSCAN2**	SCANIA	144L	14180	460	2	1052
SCAN3	SCANIA	124L	11705	420	3	918
SCAN4	SCANIA	R470	11705	470	3	281
SCAN5	SCANIA	R470	11705	470	3	308
SCAN6	SCANIA	R470	11705	470	3	431
SCAN7	SCANIA	R470	11705	470	3	278
SCAN8	SCANIA	R470	11705	470	3	452
BSCAN9**	SCANIA	122L	11705	440	3	1109
REN1	RENAULT	MAGNUM	11929	440	4	335

\* Quilòmetres a l'inici de la presa de mostres.

\*\* Vehicles que també han utilitzat biodièsel (veure la taula 3).

Taula 4. Vehicles que utilitzen gasoil convencional del tipus A.

Els vehicles de la taula 4, exceptuant els marcats amb doble asterisc, no pertanyen a la flota de Transports Martínez, amb mesures obtingudes a l'estació I.T.V. GI-03 de Vilamalla.

## **7 RESULTATS**

En aquest capítol mostrem:

a) En l'apartat 7.1, una comparativa d'emissions i soroll a règim de ralenti, 1000 rpm i 1500 rpm per a 15 vehicles treballant amb gasoil i biodièsel al 50%. Els vehicles per dur a terme aquesta comparativa s'han detallat en l'apartat 6.4. En aquest apartat 7.1 es comparen els resultats obtinguts entre l'ús de combustible biodièsel i gasoil per marca de vehicle.

b) En l'apartat 7.2, l'evolució de les emissions i soroll a règim de ralenti, 1000 rpm i 1500 rpm per a 9 vehicles que consumeixen biodièsel al 50%. Aquest seguiment s'ha dut a terme de forma quinzenal (aproximadament) entre el 03/11/2007 i el 23/02/2008. Amb un total de quilòmetres recorreguts de 488000 km.

c) En l'apartat 7.3, un estudi del consum de combustible efectuat sobre sis vehicles que realitzen rutes diferents i que han utilitzat diferent tipus de combustible (gasoil, biodièsel al 20%, biodièsel al 50% i biodièsel al 100%). Aquest estudi ha estat possible gràcies a la recopilació d'informació de l'arxiu de l'empresa Transports Martínez S.L. i de la informació proporcionada pels propis conductors.

d) Finalment, s'inclou l'apartat 7.4 que relata les poques incidències mecàniques que es poden atribuir a l'ús perllongat de biodièsel.

### **7.1 Comparativa gasoil - biodièsel**

#### **7.1.1 Mesures experimentals**

Les mesures experimentals s'han pres amb vehicles al ralenti, a 1000 rpm i a 1500 rpm. A continuació es detallen els resultats per a cadascun d'aquests règims. A més, i per a propòsits comparatius, la taula 5 mostra els valors màxims permesos d'opacitat i grams de CO i HC segons les diferents normatives Euro 2 a Euro 4.

Valors màxims segons norma	Euro 2	Euro 3	Euro 4		
	Opacitat	1,2	0,8	0,5	m <sup>-1</sup>
	Grams de CO	3	2,1	1,5	gr/h per kW
	Grams de HC	0,9	0,66	0,46	gr/h per kW

Taula 5. Valors màxims segons normatives Euro recopilats a ***l'annex C***.

*a) Prova feta a ralenti (500 rpm aproximadament):*

Les taules 6 i 7 mostren les mesures per als vehicles que utilitzen biodièsel al 50% i gasoil A, respectivament.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, la mesura del soroll s'han realitzat amb el vehicle estacionat (sense circular però amb el motor engegat), per mesurar els valors s'ha utilitzat la Directiva 92/97/CEE. El procediment per dur a terme les altres mesures s'ha descrit en el capítol anterior.

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	LAMBDA	Intensitat del so (dB)
BMAN1	0	1,3	19,2	5	10,0	80,0
BMAN2	0	1,5	18,6	7	9,8	78,1
BMAN3	0,01	1,7	18,6	7	9,0	79,3
BMAN4	0,01	1,4	19,3	5	10,0	83,0
BMAN5	0	1,7	17,6	3	8,1	82,2
BSCAN1	0,01	1,4	19,0	6	10,0	81,3
BSCAN2	0,01	1,3	18,7	8	10,0	81,8
BSCAN3	0,01	1,5	18,5	10	8,8	80,3
BSCAN4	0,01	1,8	18,8	0	8,4	81,4
BSCAN5	0,01	1,7	18,7	7	8,7	80,8
BSCAN6	0,01	1,7	18,6	5	8,8	80,0
BSCAN7	0,04	1,8	18,6	13	8,3	81,0
BSCAN8	0,01	1,9	18,0	8	7,5	80,8
BSCAN9	0,01	1,7	18,7	5	8,9	80,1
BREN1	0,02	2,0	18,1	0	7,3	80,3

Taula 6. Mesures a 500 rpm o a ralenti per a vehicles amb b-50.

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	LAMBDA	Intensitat del so (dB)
MAN1	0	1,7	18,2	5	10	83,3
MAN2	0	1,8	18,4	6	10	80,3
MAN3	0	1,7	18,3	3	10	80,6
BMAN4*	0	1,2	19,3	8	10	78,0
MAN5	0	1,5	18,5	3	10	80,2
BSCAN1*	0,01	1,4	19,1	10	10	80,3
BSCAN2*	0,01	1,3	19,1	7	10	78,4
SCAN3	0,01	1,5	19,0	7	10	79,0
SCAN4	0,01	1,5	18,7	7	10	82,3
SCAN5	0,01	1,9	18,1	7	8	82,1
SCAN6	0,01	1,8	18,4	2	8,2	81,5
SCAN7	0,01	1,5	18,7	2	9	80,8
SCAN8	0,01	1,4	19,2	8	10	77,5
BSCAN9*	0,01	1,7	18,8	10	9	76,4
REN1	0,01	1,7	18,8	7	9	81,0

Taula 7. Mesures a 500 rpm o a ralenti per als vehicles que utilitzen gasoil A.

*b) Prova feta a 1000 rpm:*

En aquest cas, les taules 8 i 9 mostren les mesures per als vehicles que utilitzen biodièsel al 50% i gasoil A, respectivament.

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	LAMBDA	Intensitat del so (dB)
BMAN1	0	1,6	18,6	5	9,2	83,6
BMAN2	0,02	1,6	18,6	11	9,2	88,4
BMAN3	0,01	2,1	17,5	6	6,8	83,4
BMAN4	0,01	1,8	18,8	7	8,2	86,0
BMAN5	0,01	2,4	16,8	2	5,9	85,4
BSCAN1	0,01	1,9	18,5	9	7,9	85,3
BSCAN2	0,01	1,5	18,4	9	9,4	89,6
BSCAN3	0,02	2,0	17,8	13	7,1	84,6
BSCAN4	0,01	2,5	17,8	0	6,0	83,3
BSCAN5	0,01	2,1	18,1	4	6,8	86,3
BSCAN6	0,01	2,1	18,1	6	7,1	84,6
BSCAN7	0,04	1,8	18,6	13	8,3	81,0
BSCAN8	0,02	2,4	17,5	10	6,1	86,5
BSCAN9	0,01	2,1	18,3	7	7,2	85,3
BREN1	0,04	1,8	18,3	2	7,8	84,8

Taula 8. Mesures a 1000 rpm per a vehicles amb biodièsel (50%).

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	LAMBDA	Intensitat del so (dB)
MAN1	0,01	2,4	17,8	6	8,4	86,8
MAN2	0	2,6	17,4	6	10,0	84,2
MAN3	0,01	2,4	17,5	5	9,0	85,1
BMAN4*	0	1,5	18,9	12	10,0	82,1
MAN5	0	2,1	18,0	5	9,3	84,7
BSCAN1*	0,01	1,6	18,4	14	7,9	84,3
BSCAN2*	0,02	1,7	18,7	12	9,2	84,2
SCAN3	0,01	1,8	18,6	9	8,2	82,0
SCAN4	0,01	2,1	17,6	7	7,0	86,1
SCAN5	0,01	2,8	17,1	6	6,2	85,4
SCAN6	0,01	2,6	17,6	3	7,0	87,3
SCAN7	0,01	2,3	17,7	2	8,2	87,0
SCAN8	0,01	1,7	18,7	9	8,6	83,1
BSCAN9*	0,02	2,2	18,5	13	7,2	85,1
REN1	0,01	2,2	17,9	9	6,5	86,8

Taula 9. Mesures a 1000 rpm per a vehicles amb gasoil A.

c) Prova feta a 1500 rpm:

En aquest cas, les taules 10 i 11 mostren les mesures per als vehicles que utilitzen biodièsel al 50% i gasoil A, respectivament.

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	LAMBDA	Intensitat del so (dB)	Opacitat (m <sup>-1</sup> )
BMAN1	0,01	2,1	18,1	6	7,1	87,5	0,12
BMAN2	0,01	2,4	17,4	7	6,4	87,5	0,02
BMAN3	0,02	2,4	17,1	5	5,8	89,1	0,1
BMAN4	0,01	2,1	18,2	6	7,1	88,4	0,08
BMAN5	0,01	2,8	16,3	4	4,9	90,3	0,37
BSCAN1	0,02	2,2	17,8	9	6,6	90,6	0,26
BSCAN2	0,02	1,8	18,1	12	7,9	92,5	0,73
BSCAN3	0,02	2,4	17,5	15	6,1	90,8	0,57
BSCAN4	0,01	2,7	17,6	0	5,4	88,0	0,32
BSCAN5	0,01	2,5	17,6	6	5,9	90,5	0,26
BSCAN6	0,01	2,4	17,5	4	6,1	88,7	0,27
BSCAN7	0,01	2,9	16,9	10	5,0	90,6	0,63
BSCAN8	0,01	2,6	15,0	10	5,4	90,7	0,22
BSCAN9	0,01	2,6	17,6	4	5,7	90,6	0,13
BREN1	0,04	2,2	17,8	2	6,7	89,3	0,09

Taula 10. Mesures a 1500 rpm per a vehicles amb biodièsel (al 50%).

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	LAMBDA	Intensitat del so (dB)	Opacitat (m <sup>-1</sup> )
MAN1	0,01	3,2	17,0	8	7,2	89,4	0,11
MAN2	0,01	3,0	17,0	5	8,2	88,1	0,15
MAN3	0,01	2,9	16,8	6	7,2	90,8	0,11
BMAN4*	0,01	2,0	18,3	12	8,0	88,0	0,43
MAN5	0,01	2,5	17,3	5	7,6	90,9	0,12
BSCAN1*	0,02	2,0	18,2	16	6,6	89,6	0,26
BSCAN2*	0,02	1,8	18,3	14	7,8	86,4	0,58
SCAN3	0,01	2,2	17,9	10	6,6	85,4	0,37
SCAN4	0,01	2,9	17,0	8	5,5	90,0	0,43
SCAN5	0,01	3,1	16,9	10	5,3	90,3	0,62
SCAN6	0,01	3,0	16,9	3	6,1	91,4	0,33
SCAN7	0,01	2,6	17,2	3	6,8	91,0	0,26
SCAN8	0,01	2,1	18,4	11	7,0	87,2	0,84
BSCAN9*	0,02	2,4	18,1	19	6,3	88,1	2
REN1	0,01	2,4	17,8	9	4,8	88,6	0,2

Taula 11. Mesures a 1500 rpm per a vehicles amb gasoil A.

Tots el vehicles marcats amb asterisc (\*) són del Transportista Martínez els quals han sigut provats amb gasoil A convencional per això porten la mateixa referència BMANx, I BSCANx .

A continuació es realitzen estudis comparatius entre les mesures obtingudes amb biodièsel al 50% i amb gasoil A per marca de vehicle. Dins de cada marca, però, també s'observaran discrepàncies importants en funció del model i, sobretot, de la norma Euro que compleix el vehicle.



### 7.1.2 Comparativa vehicles MAN

a) Funcionament a ralenti (500 rpm aproximadament)

- **Monòxid de carboni CO**

Diesel:

Vehicle	CO:
MAN1	0
MAN2	0
MAN3	0
MAN4	0
MAN5	0
Mitjana:	0,000

Biodièsel:

Vehicle	CO:
BMAN1	0
BMAN2	0
BMAN3	0,01
BMAN4	0,01
BMAN5	0
Mitjana:	0,004

Taules 12, 13. Dades del CO vehicles MAN treballant a relenti.

Els vehicles MAN Euro 4 que són els vehicles 1, 2 (tant si treballen amb gasoil A o biodièsel) mostren un comportament idèntic. El mateix s'observa amb el vehicle 5 que és un model TGA18430 Euro 3. La única diferència s'observa en els vehicles 3, i 4 que al treballar amb biodièsel fan una mica de CO. Tanmateix, aquest 0,01% entre dins del marge de precisió de l'aparell, dit error quedar reflexat en les dades de calibratge de l'analitzador en l'annex C.

- **Diòxid de carboni CO<sub>2</sub>**

Tal com és veu en la Figura 2, els vehicles 1, 2 produeixen més CO<sub>2</sub> treballant amb gasoil que amb biodièsel. Per la seva banda el 3 funciona idènticament, en canvi el 4 i el 5 produeixen més CO<sub>2</sub> treballant amb biodièsel. En mitjana, però, els vehicles que gasten biodièsel emeten menys CO<sub>2</sub> que els que gasten gasoil.

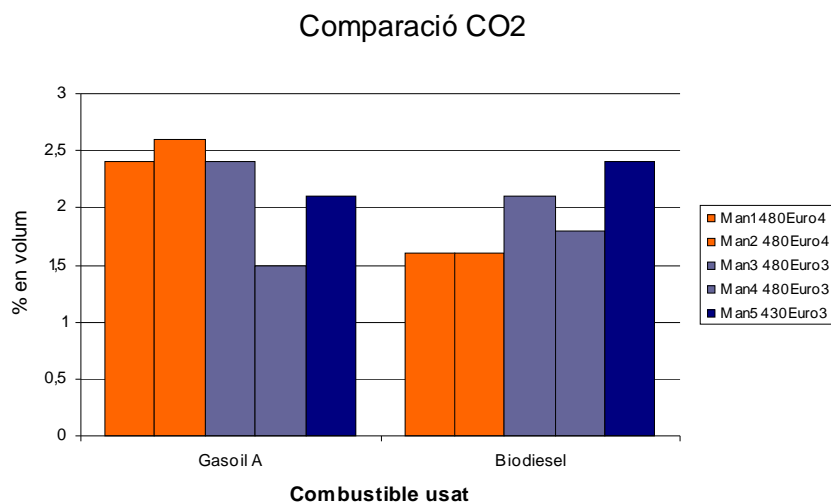


Figura 2. Comparació del CO<sub>2</sub> a ralenti o a 500 rpm (vehicles MAN).

- **Oxigen després O<sub>2</sub>**

Tal com és veu en la Figura 3, els vehicles 1, 2 i 3 treballant amb biodièsel desprenen més oxigen. El 4 té un comportament idèntic, i el 5, que és un TGA 18430 Euro 3, desprèn més oxigen treballant en gasoil A. Tot i així la mitjana del O<sub>2</sub> és superior als vehicles que treballen amb biodièsel.

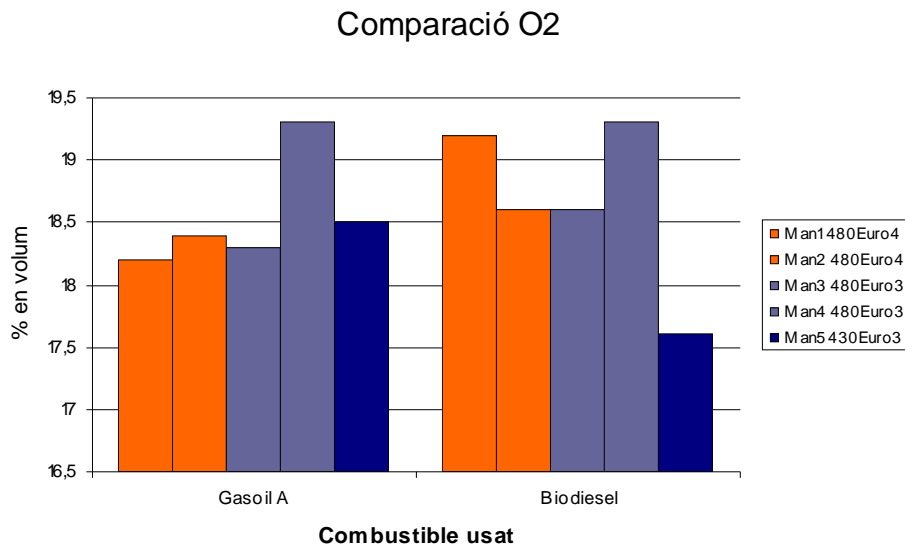


Figura 3. Comparació de l'O<sub>2</sub> a ralenti (Vehicles Man).

- **Hidrocarburs HC**

Tal com és veu en la Figura 4, els vehicles 1, 5 tenen un comportament idèntic, el 2 té una variació molt petita, d'1 ppm, el 3 és favorable al gasoil i, en canvi, el 4 no. En aquest cas la mitjana és inferior en els vehicles que utilitzen gasoil A.

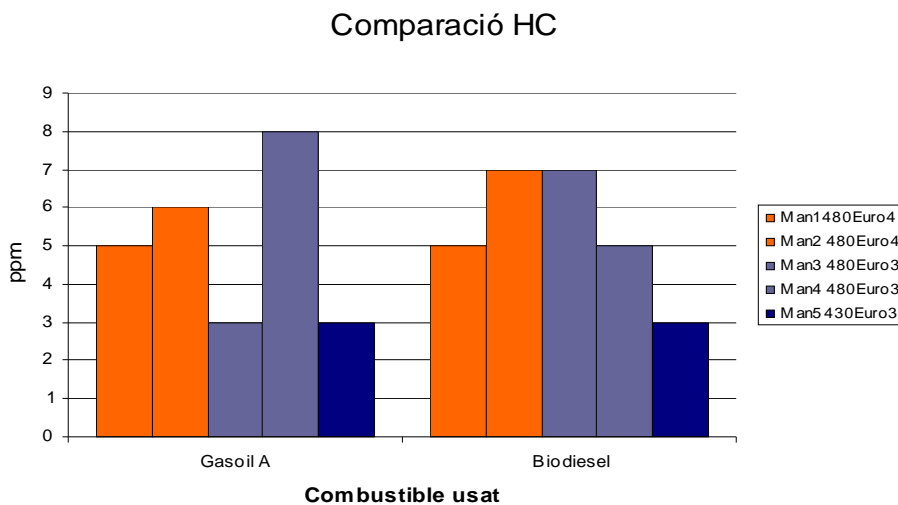


Figura 4. Comparació dels HC a ralenti (500 rpm aproximadament) (vehicles MAN).

- **Factor lambda**

Tal com es veu en la Figura 5, el factor lambda (relació entre aire real i l'estequiomètric) és molt semblant en tots els vehicles.

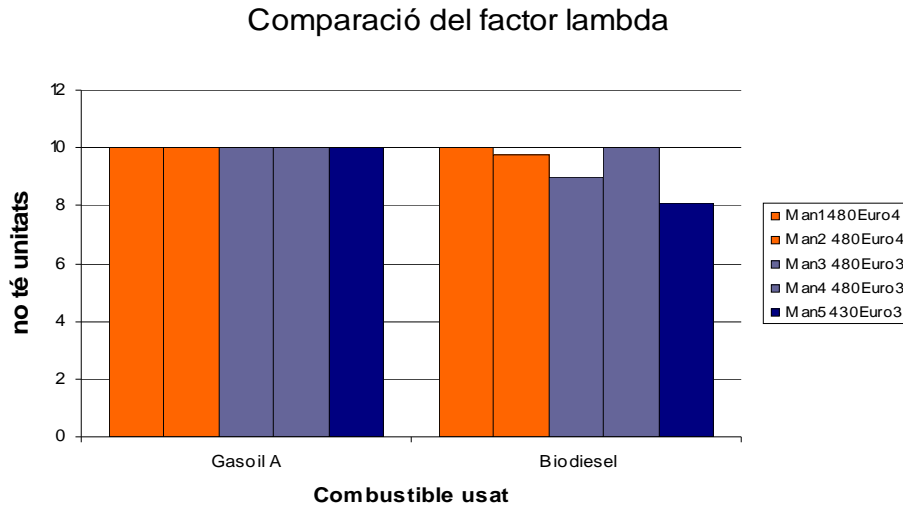


Figura 5. Comparació del factor lambda al ralenti (vehicles MAN).

- **Intensitat del so**

Finalment, la Figura 6 mostra la intensitat del so a ralenti per a vehicles MAN treballant amb gasoil A o Biodièsel al 50%. Els vehicles 1,2, 3 són més sorollosos treballant en gasoil..

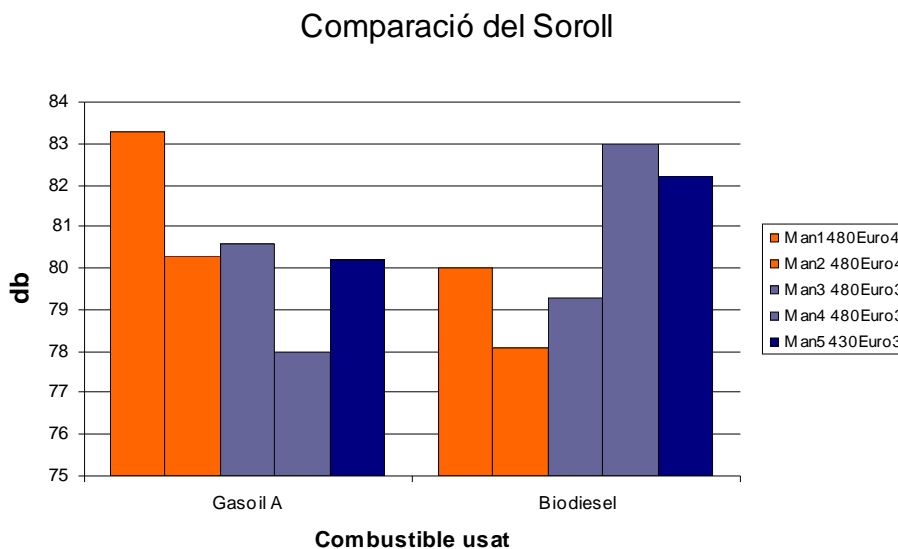


Figura 6. Comparació de l'intensitat del so a ralenti (500 rpm) (vehicles MAN).

b) Funcionament a 1000 rpm

- **Monòxid de carboni CO**

En aquest règim, els vehicles treballant amb bio50% (2,4 i 5) produeixen més CO tal i com s'observa en la Figura 7. No passa això, en canvi, en el vehicle Man1. Aquí la mitjana és, també, més reduïda per als vehicles que treballen amb gasoil. Cal notar que aquests valors són superiors als que s'obtenien a 500 rpm, tal i com era d'esperar.

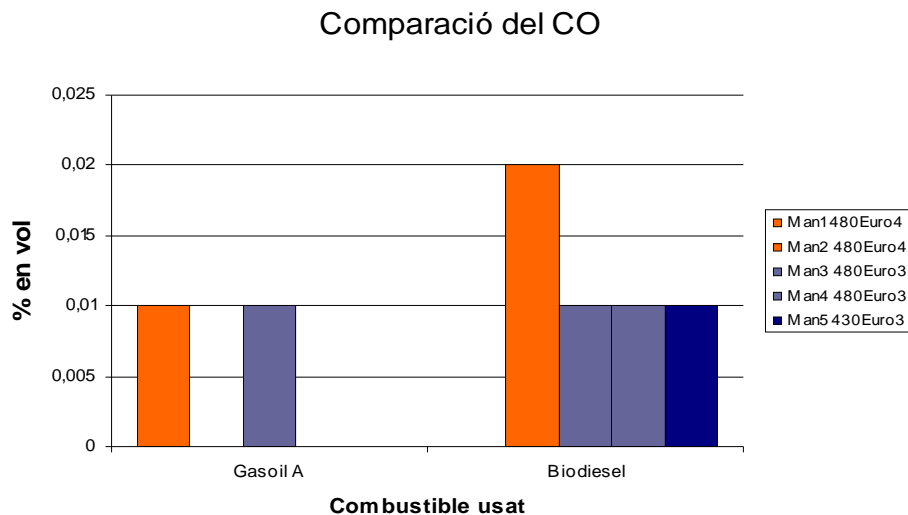


Figura 7. Comparativa del CO emès a 1000 rpm (vehicles MAN).

- **Diòxid de carboni CO<sub>2</sub>**

Aquí ja s'observa en la Figura 8 com la majoria de vehicles que utilitzen gasoil A produeixen més CO<sub>2</sub>, sobretot els de categoria Euro 4 (1, 2)

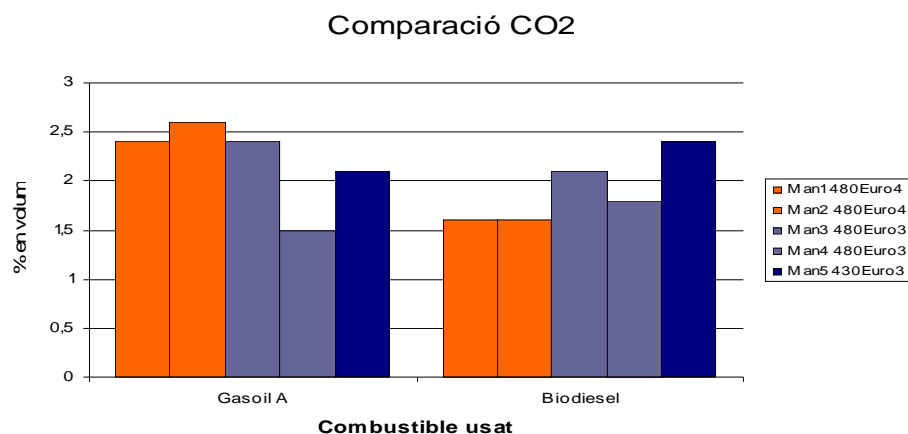


Figura 8. Comparativa de CO<sub>2</sub> emès a 1000 rpm en vehicles MAN.

- **Oxigen després O<sub>2</sub>**

Tal com mostra la Figura 9, els vehicles 1 i 2 emeten més oxigen treballant amb biodièsel. Succeeix a l'inrevés per als altres vehicles.

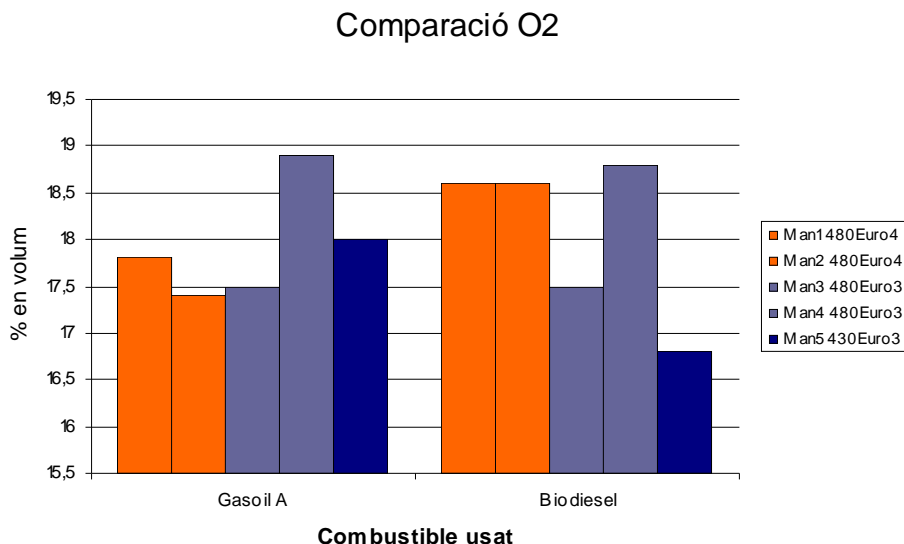


Figura 9. Comparativa d'O<sub>2</sub> després a 1000 rpm en vehicles MAN.

- **Hidrocarburs HC**

Tal com mostra la Figura 10, els vehicles 1, 3 tenen un comportament molt similar. Més discrepàncies trobem en els altres vehicles, sense observar un clar predomini del gasoil A en comparació amb el bio50%.

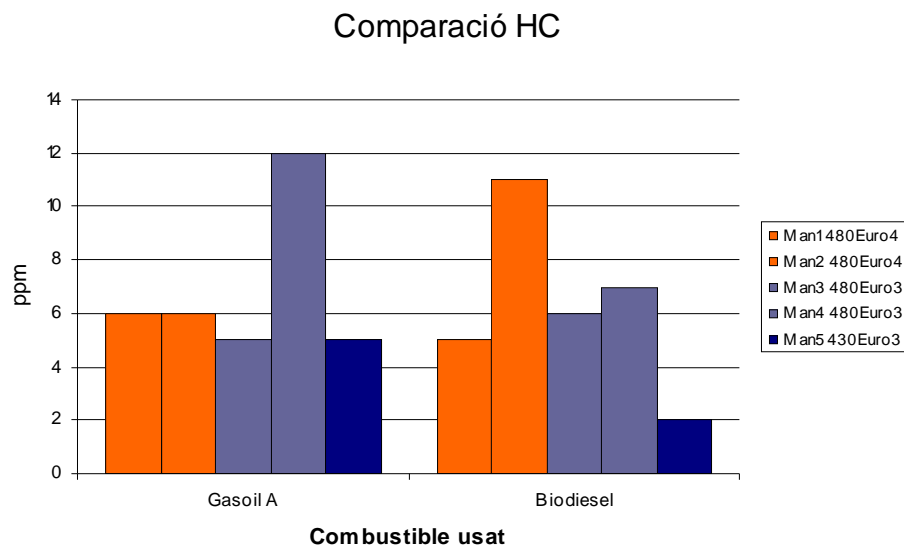


Figura 10. Comparativa de HC emesos a 1000 rpm en vehicles MAN.

- **Factor lambda**

Tal i com s'ha comentat, el factor lambda ens dóna la relació entre l'aire real de la combustió i l'aire estequiomètric. Així, a més aire real, més pobre de combustible és la combustió. Això s'observa a la Figura 11, de forma general, per al gasoil A en comparació amb el biodièsel.

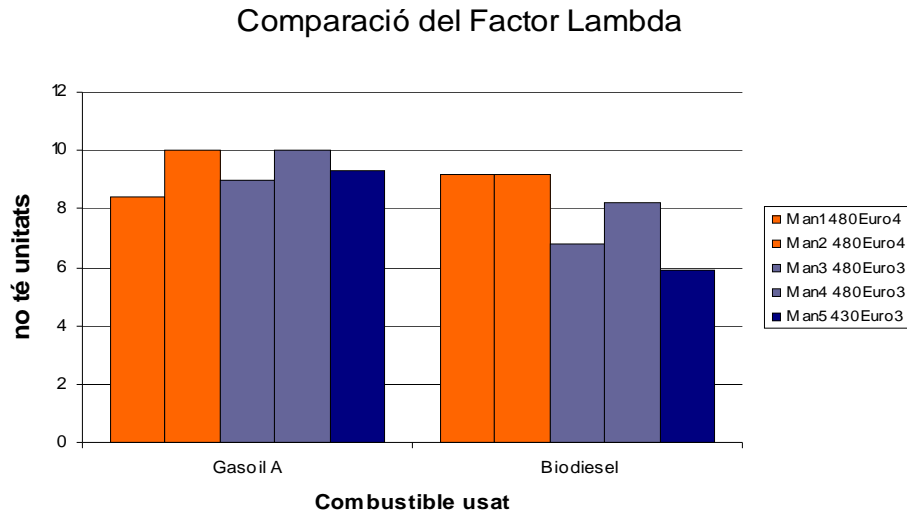


Figura 11. Comparativa del factor Lambda a 1000 rpm en vehicles MAN.

- **Intensitat del so**

De forma semblant al cas de 500 rpm, però amb més intensitat, la Figura 12 mostra els resultats obtinguts per a la comparativa d'intensitat acústica.

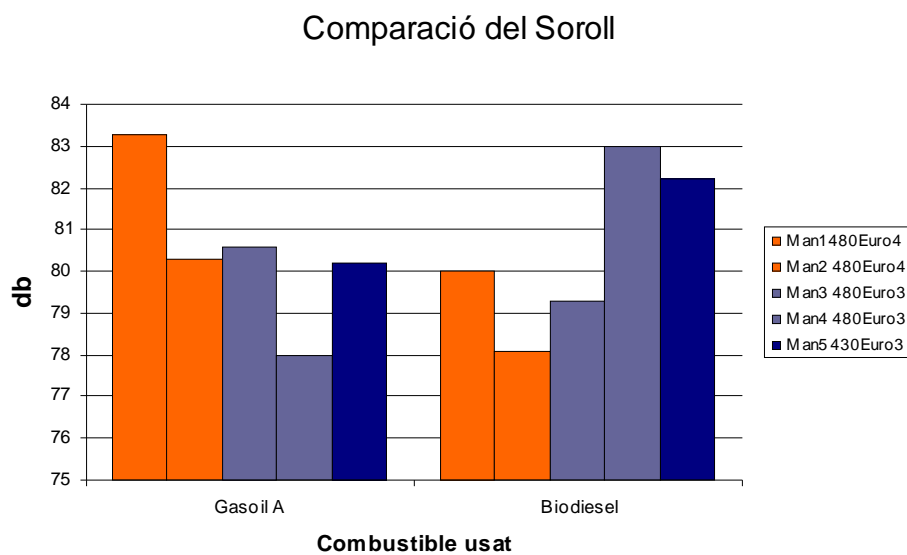


Figura 12. Comparativa de la intensitat del so a 1000 rpm en vehicles MAN.

c) Prova a 1500 rpm

- **Monòxid de carboni CO**

Les taules següents mostren les emissions de CO (en % en volum) per als vehicles amb consum de gasoil A (columnes de l'esquerra) i consum de biodièsel al 50% (columnes de la dreta). Els resultats són molt similars per ambdós casos.

Vehicle	CO (% volum)
MAN1	0,01
MAN2	0,01
MAN3	0,01
MAN4	0,01
MAN5	0,01

Vehicle	CO (% volum)
BMAN1	0,01
BMAN2	0,01
BMAN3	0,02
BMAN4	0,01
BMAN5	0,01

Taules 14, 15. Resultats del CO vehicles Man treballant a 1500 rpm.

- **Diòxid de carboni CO<sub>2</sub>**

Tal com és veu en la figura 13, els vehicles 1,2,3 produeixen menys CO<sub>2</sub> treballant amb biodièsel de forma semblant al comportament observat a règims inferiors..

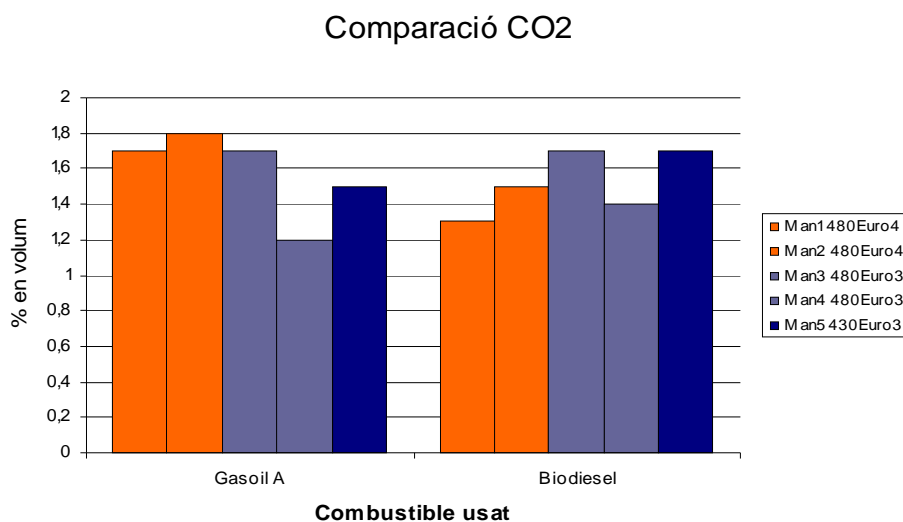


Figura 13. Comparativa de CO<sub>2</sub> a 1500 rpm en vehicles MAN.

- **Oxigen després O<sub>2</sub>**

De forma semblant al que s'observa en la comparació anterior (CO<sub>2</sub>) els vehicles 1,2,3 emeten més oxigen a l'exterior (per tant menys CO<sub>2</sub>) (veieu la Figura 14) El vehicle 5, per la seva banda, quan treballa amb gasoil emet més oxigen a l'exterior (per tant menys CO<sub>2</sub>).

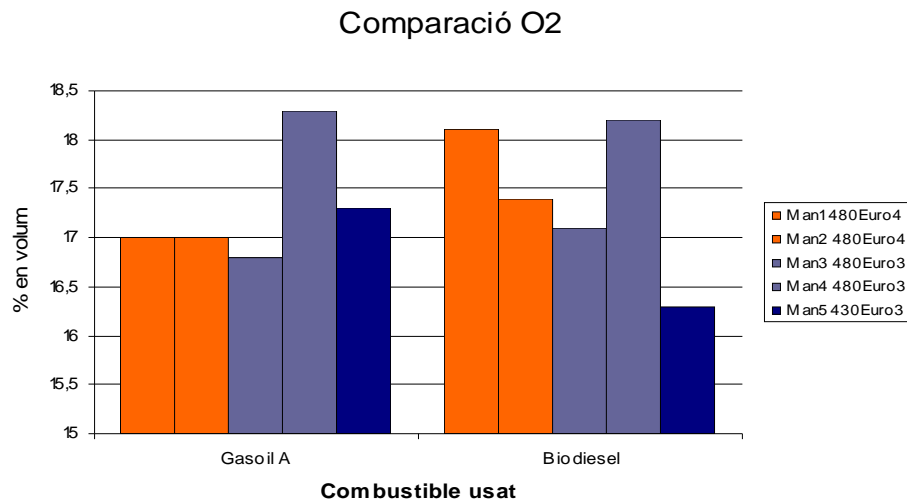


Figura 14. Comparativa de l'O<sub>2</sub> a 1500 rpm en vehicles MAN.

- **Hidrocarburs HC**

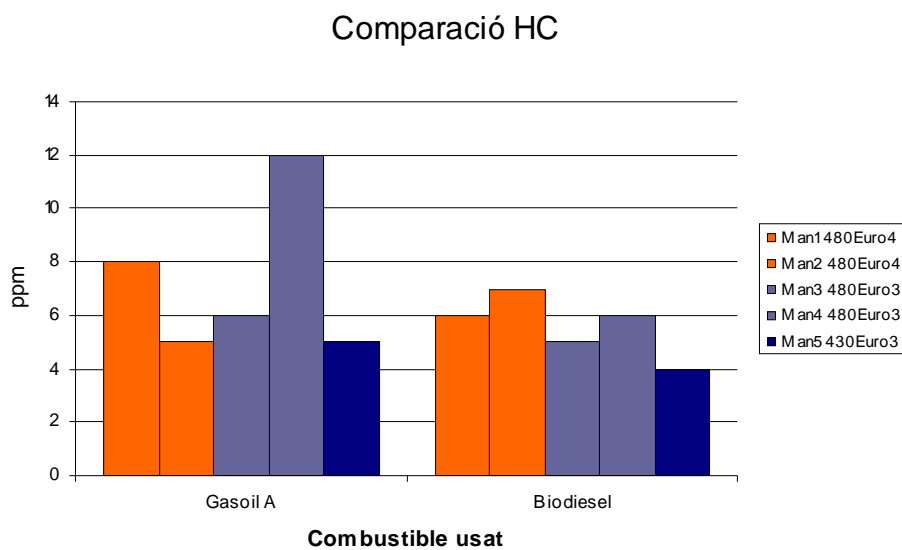


Figura 15. Comparativa de HC, vehicles MAN treballant a 1500 rpm.

Tal com es veu en la figura15, a part del vehicle 2 la resta emeten més hidrocarburs quan utilitzen gasoil A. En qualsevol cas, la mitjana és favorable a l'ús del biodièsel.

- **Factor Lambda**

Tal com és veu en la figura 16, a part del vehicle 1, el factor lambda és més gran quan el combustible és gasoil. Això comporta que:



1- El volum d'aire que entra en el motor és més gran en vehicles que usen gasoil.

2- El combustible que entra en els vehicles de gasoil és inferior que els que gasten biodièsel.

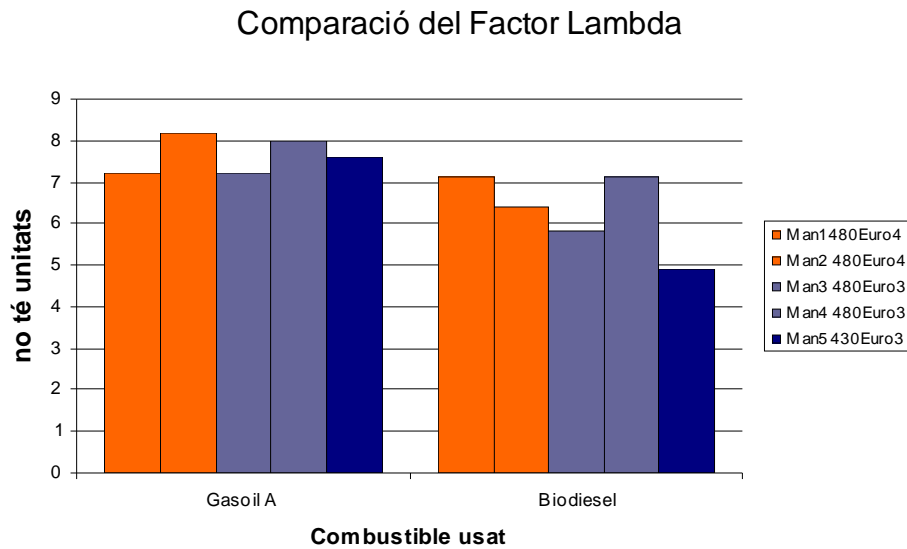


Figura 16. Comparativa del factor lambda, vehicles MAN treballant a 1500 rpm.

- Intensitat del so**

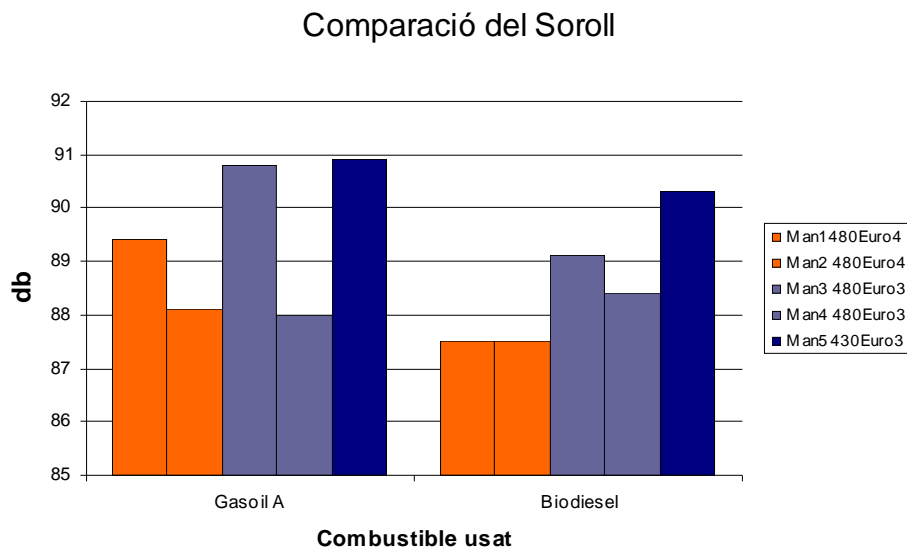


Figura 17. Comparativa d'intensitat del so, vehicles MAN treballant a 1500 rpm.

Tal i com s'observa en la figura 17, l'ús del gasoil A fa que els motors siguin més sorollosos. Això s'observava just a l'inrevés en les anteriors comparacions (500 rpm i 1000rpm)

- **Opacitat de fums**

En aquesta prova el que és mira, es com és d'opac el fum emès en règim d'acceleració, fins arribar aproximadament a les 2000-2200rpm que per a un vehicle d'aquestes característiques és el límit de funcionament del motor.

### Comparació de la Opacitat

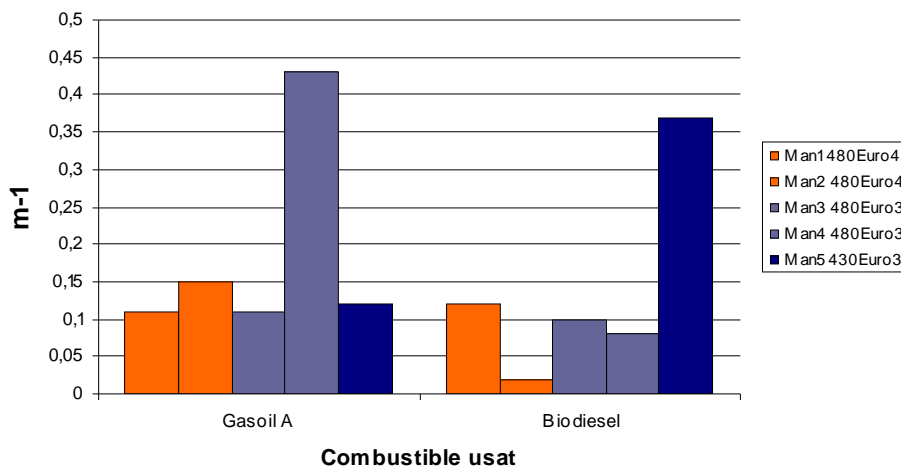


Figura 18. Comparativa de la opacitat.(vehicles MAN)

Els resultats mostrats a la Figura 18 mostren com els vehicles 1 i 3 tenen un comportament idèntic, el 2 i el 4 són favorables al biodièsel i el 5 és favorable a l'ús del gasoil.

### 7.1.3 Comparativa vehicles SCANIA

a) Prova a ralenti (500 rpm aproximadament)

- **Monòxid de carboni CO**

Les taules següents mostren els resultats per a les mesures de CO emès per als vehicles que utilitzen gasoil A com a combustible (columnes de l'esquerra) i el biodièsel al 50% (columnes de la dreta).

Vehicle	CO (% volum)
BSCAN1*	0,01
BSCAN2*	0,01
SCAN3	0,01
SCAN4	0,01
SCAN5	0,01
SCAN6	0,01
SCAN7	0,01
SCAN8	0,01
BSCAN9*	0,01

Vehicle	CO (% volum)
BSCAN1	0,01
BSCAN2	0,01
BSCAN3	0,01
BSCAN4	0,01
BSCAN5	0,01
BSCAN6	0,01
BSCAN7	0,04
BSCAN8	0,01
BSCAN9	0,01

Taules 16,17. Resultats del CO a ralenti (vehicles Scania).

A banda del vehicle 7, la resta de vehicles tenen un comportament idèntic.

- **Diòxid de carboni CO<sub>2</sub>**

La majoria dels vehicles que surten en la figura 19 són de categoria Euro 3 excepte 1,2 que son Euro 2 . L'única diferència entre ells és la potència i la cilindrada. Com es pot veure, els vehicles 1,2,3,9 tenen un funcionament idèntic, el 4,7,8 fan més CO<sub>2</sub> treballant amb biodièsel en canvi el 5,6 ho fan treballant en gasoil.

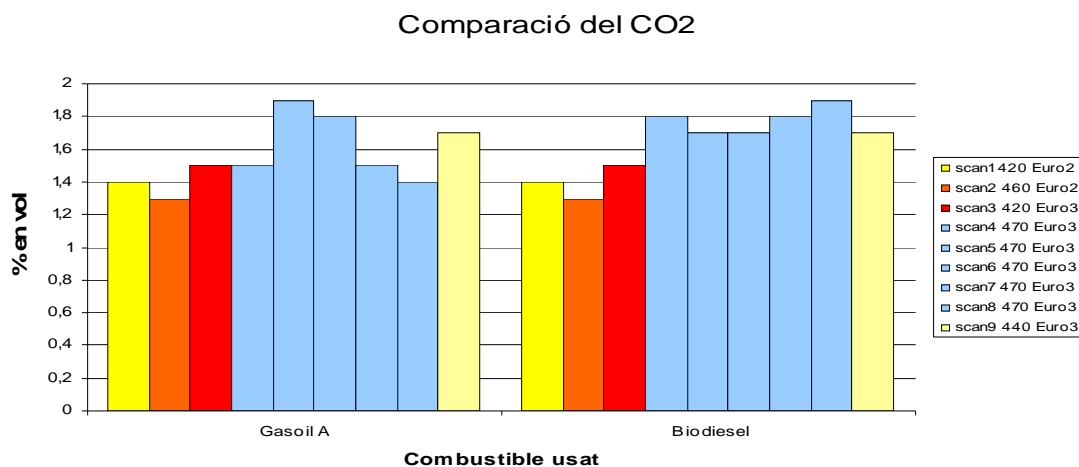


Figura 19. Comparativa de CO<sub>2</sub>, vehicles SCANIA treballant a ralenti.

• **Oxigen després O<sub>2</sub>**

Aquí el comportament és molt divers. Els vehicles 1,2,3,8,9 desprenen més oxigen treballant amb gasoil, i els 4,5,6 ho fan treballant amb biodièsel. La mitjana és favorable als que treballen amb gasoil amb una diferencia del 0,167 (poc significativa).

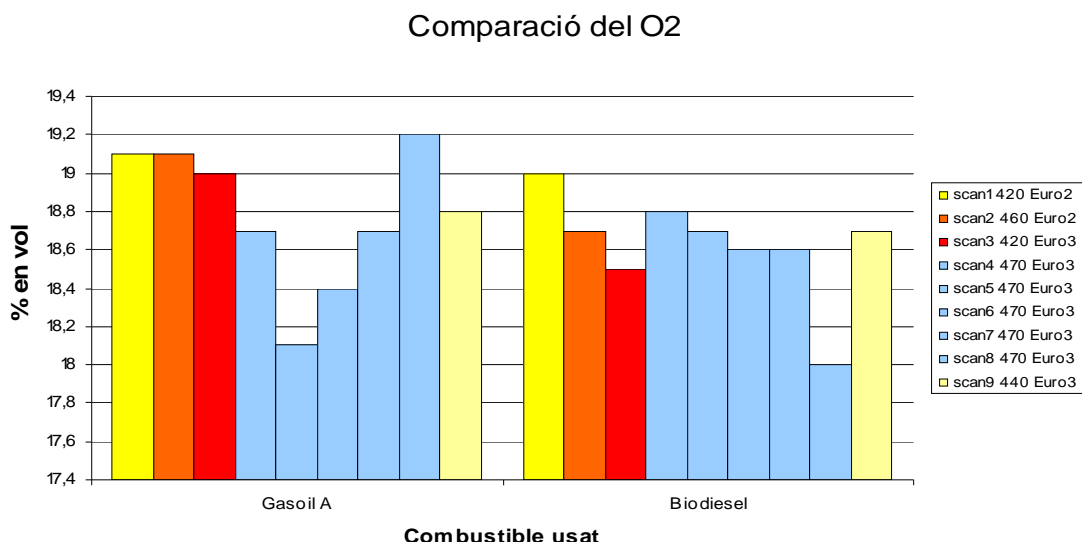


Figura 20. Comparativa del O<sub>2</sub> emès en vehicles SCANIA treballant a relentí.

• **Hidrocarburs HC**

Tal i com s'observa a la figura 21, els vehicles 1,4,9 treballant amb biodièsel fan menys hidrocarburs, els 5,8 tenen un funcionament identic en canvi els 2,3,6,7 funcionen més bé treballant amb gasoil. La mitjana es favorable als vehicles que treballant amb gasoil amb una diferencia del 0,222 ppm (no és significativa).

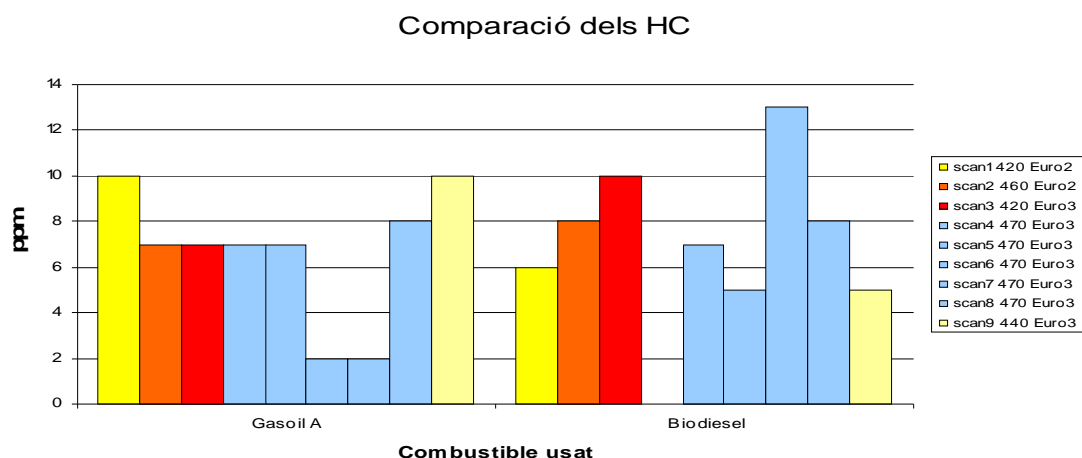


Figura 21. Comparativa dels HC emesos, vehicles SCANIA treballant a relentí.

- **Factor Lambda**

A la Figura 22 s'observa com els vehicles 1,2,9 tenen un funcionament idèntic, els 3,4,7,8 disposen d'un factor lambda major en els vehicles que treballen amb gasoil, essent la inversa en els 5, 6. La mitjana és favorable als vehicles que treballen amb gasoil hi ha una diferència de 0,533.

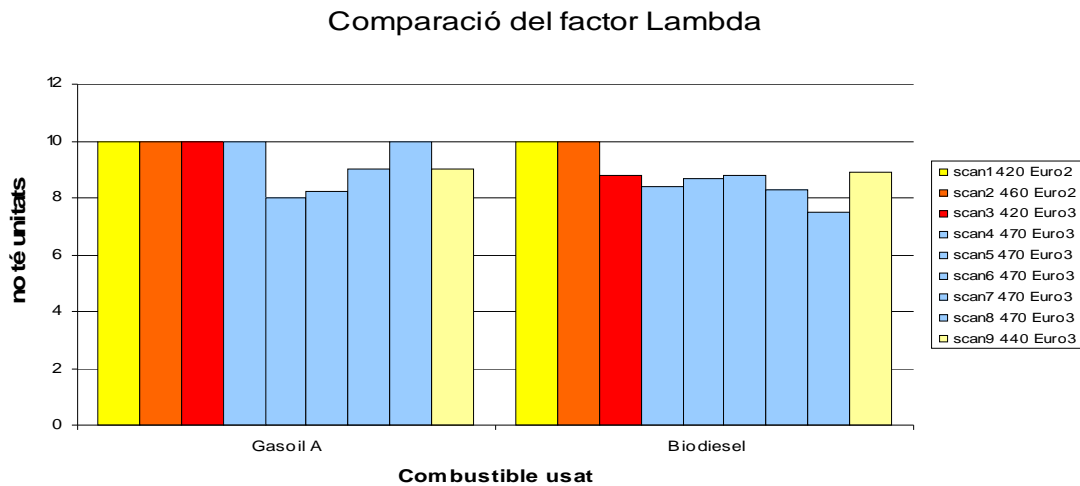


Figura 22. Comparativa del factor Lambda, vehicles SCANIA treballant a ralenti.

- **Intensitat del so**

Tal i com s'observa en la Figura 23, els vehicles 4,5,6 son més sorollosos treballant amb gasoil, el 7 té un comportament idèntic, la resta treballen més bé treballant amb gasoil.

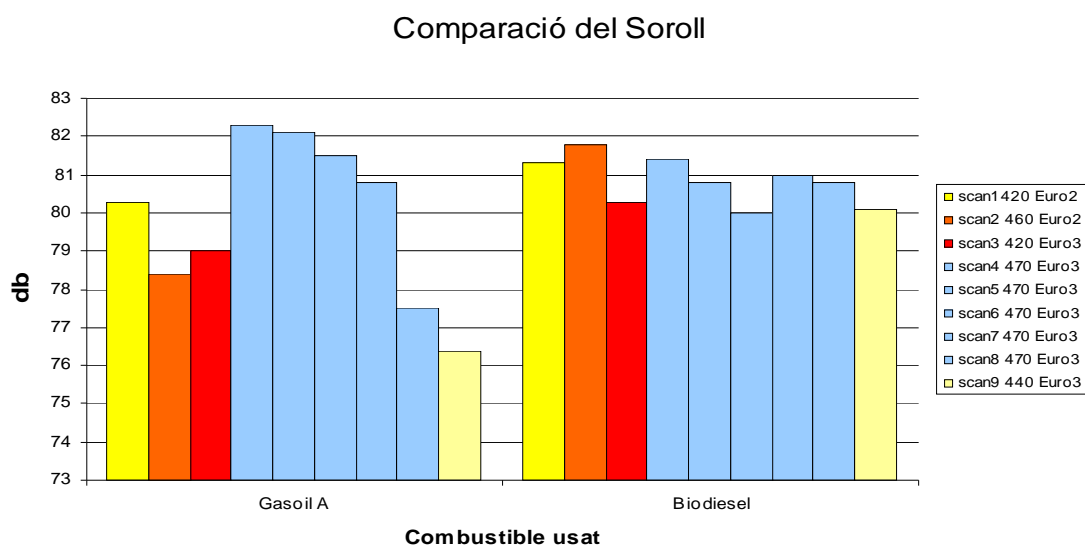


Figura 23. Comparativa de la intensitat del so, vehicles SCANIA treballant a ralenti.

b) Prova a 1000 rpm

- **Monòxid de Carboni CO**

En aquest cas, la Figura 24 revela com els vehicles 1,4,5,6 tenen un comportament idèntic, el 2 i el 9 fan més CO treballant amb gasoil i, en canvi, els 3,7,8 ho fan treballant amb biodièsel. La mitjana és més reduïda en els vehicles que treballen amb gasoil amb una diferència de 0,004 % .

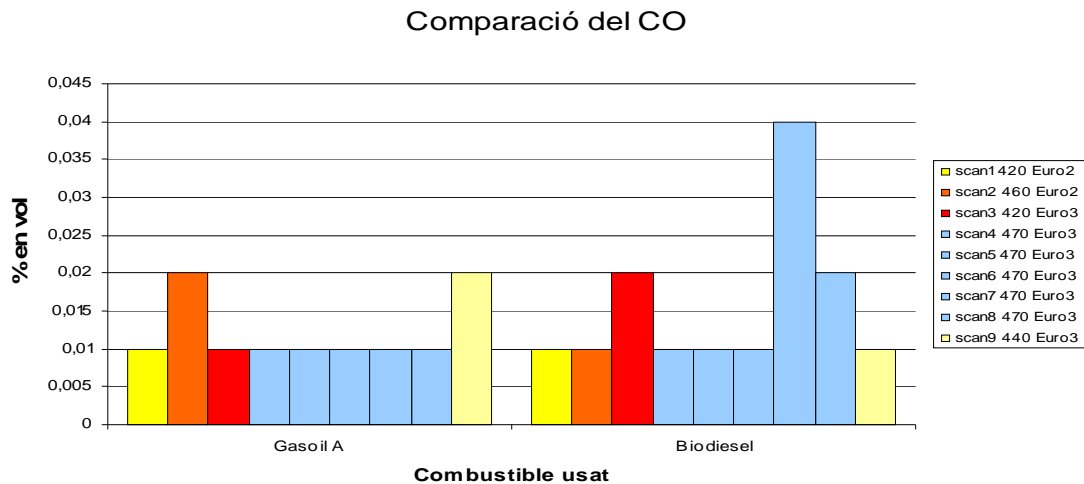


Figura 24. Comparativa del CO emès en vehicles SCANIA treballant a 1000 rpm.

- **Diòxid de carboni CO2**

La Figura 25 ens permet observar com els vehicles 1,3,4,8 fan més CO<sub>2</sub> treballant amb biodièsel. La resta n'emet més treballant amb gasoil. La mitjana és favorable als vehicles que treballen amb biodièsel amb una diferència de tan sols 0,045%.

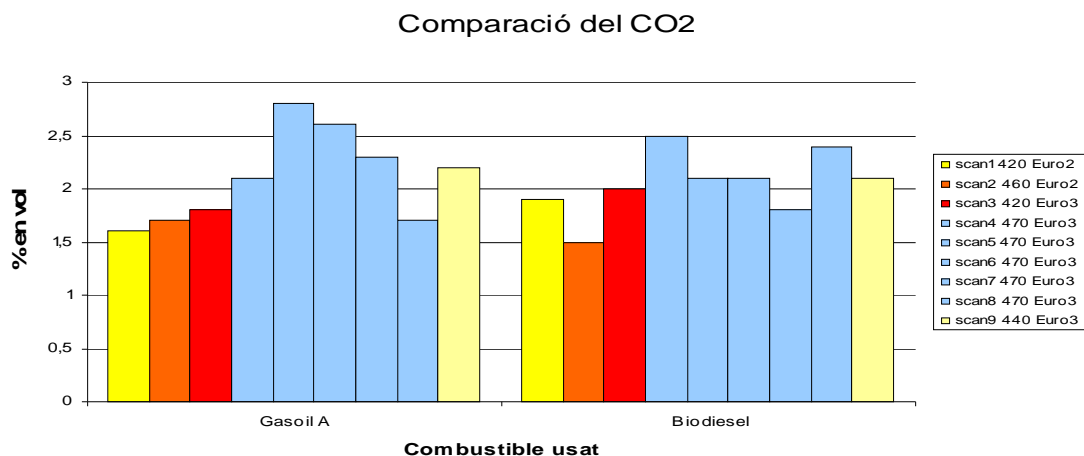


Figura 25. Comparativa del CO<sub>2</sub> emès en vehicles SCANIA treballant a 1000 rpm.

- **Oxigen després O<sub>2</sub>**

En la figura 26 podem observar com els vehicles 1,2,4,9 tenen un comportament molt semblant tant si treballen amb gasoil com si ho fem amb biodièsel al 50%. D'altra banda, el 3 i el 8 desprenen més oxigen treballant amb gasoil. Això, en canvi, no es satisfà en els 5,6 i 7. La mitjana és menor en els vehicles que utilitzen biodièsel amb una diferència molt ajustada de 0,022%.

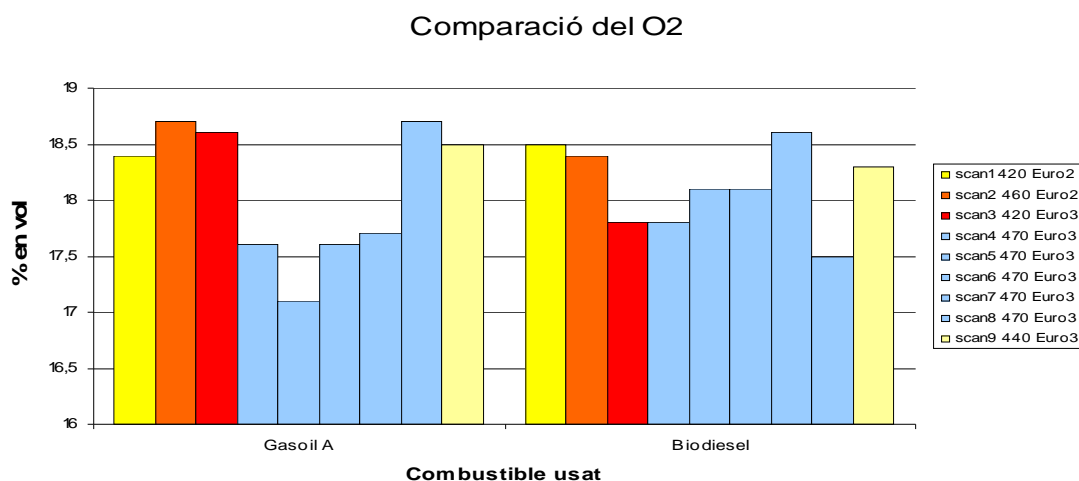


Figura 26. Comparativa d'O<sub>2</sub> emès en vehicles SCANIA treballant a 1000 rpm.

- **Hidrocarburs HC**

La Figura 27 revela com els vehicles 3,6,7,8 emeten més HC treballant amb biodièsel al 50%. En canvi, la resta (1,2,4,5,9) ho fan treballant amb gasoil. La mitjana és favorable (menors emissions) al biodièsel amb una ajustada diferència del 0,444 ppm.

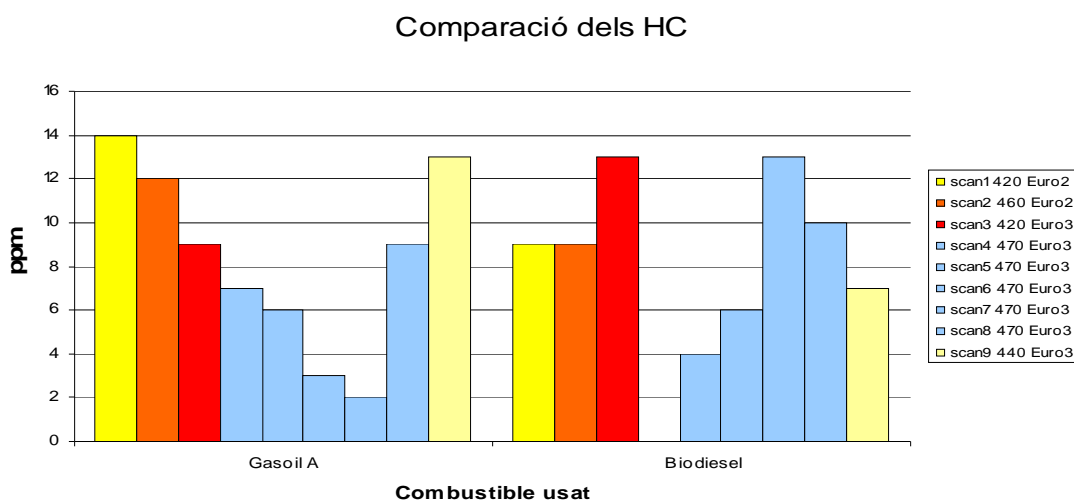


Figura 27. Comparativa dels HC emeses en vehicles SCANIA treballant a 1000 rpm.

- **Factor lambda**

La Figura 28 mostra com els vehicles 1,2,6,7,9 tenen un comportament gairebé idèntic, el 3,4,8 tenen una entrada més gran d'oxigen (o bé un consum inferior de combustible) treballant amb gasoil, i el 5 ho fa treballant amb biodièsel al 50%. La mitjana és favorable al gasoil amb una diferència del 0,396.

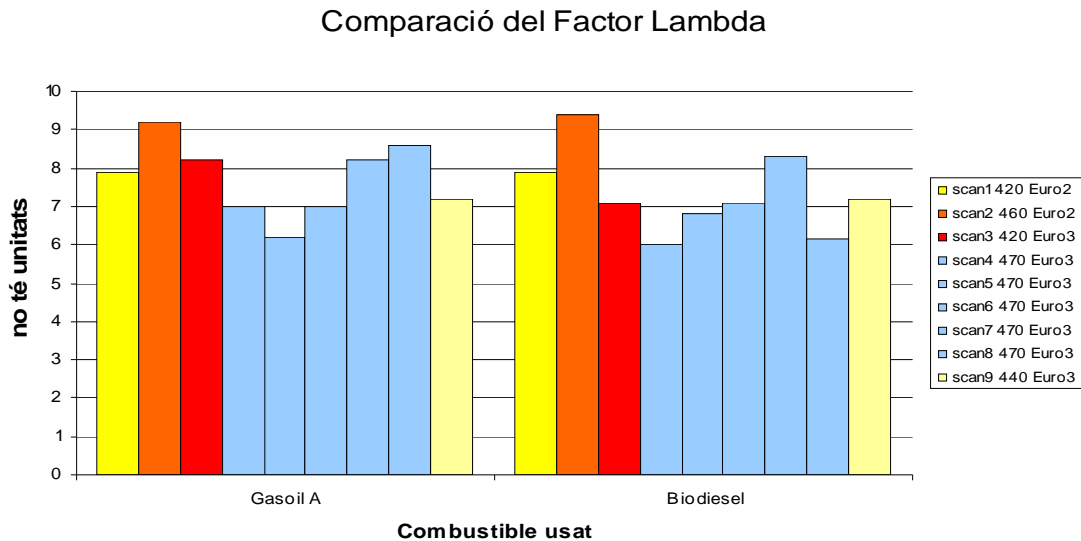


Figura 28. Comparativa del factor lambda en vehicles SCANIA treballant a 1000 rpm.

- **Intensitat del so**

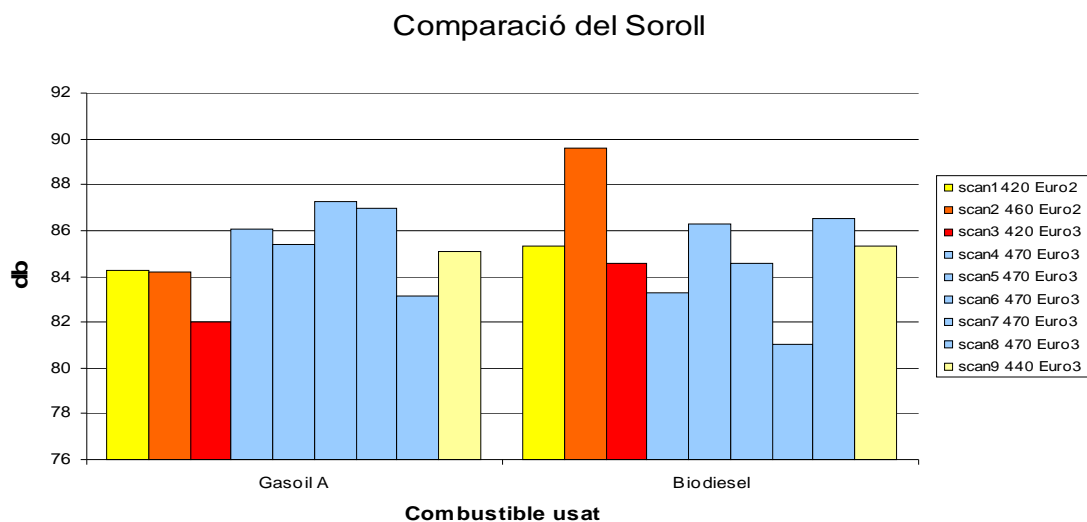


Figura 29. Comparativa de la intensitat del so en SCANIA treballant a 1000 rpm.

A partir de la Figura 29, s'observa com els vehicles 1,5,9 tenen un comportament molt semblant. Els 2,3,8 són més sorollosos treballant amb biodièsel, i la resta ho són més consumint gasoil.



c) Prova a 1500 rpm

• **Monòxid de carboni CO**

La següent taula mostra els valors emesos de monòxid de carboni enregistrats per a vehicles funcionant amb gasoil (esquerra) i biodièsel al 50% (dreta). Els resultats són quasi idèntics per a cada vehicle.

Vehicle	CO (% volum)	Vehicle	CO (% volum)
BSCAN1*	0,02	BSCAN1	0,02
BSCAN2*	0,02	BSCAN2	0,02
SCAN3	0,01	BSCAN3	0,02
SCAN4	0,01	BSCAN4	0,01
SCAN5	0,01	BSCAN5	0,01
SCAN6	0,01	BSCAN6	0,01
SCAN7	0,01	BSCAN7	0,01
SCAN8	0,01	BSCAN8	0,01
BSCAN9*	0,02	BSCAN9	0,01

Taules 18,19. Resultats del CO a 1500 rpm.

• **Diòxid de carboni CO<sub>2</sub>**

Comparació del CO<sub>2</sub>

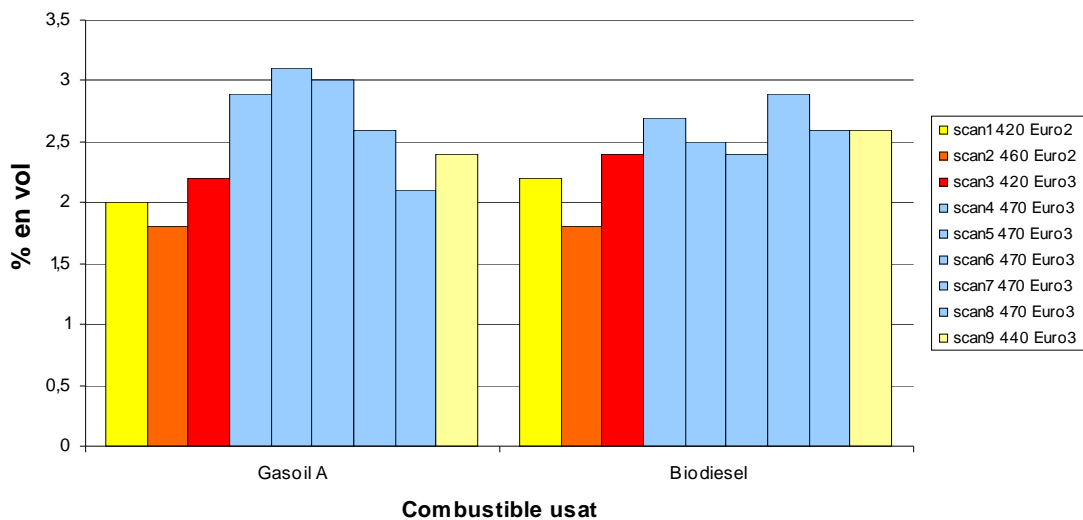


Figura 30. Comparativa del CO<sub>2</sub> emès en vehicles SCANIA treballant a 1500 rpm.

Tal com és veu en la figura 30, si considerem important una diferencia superior al 0,2% només ens hauríem de fixar en els vehicles 5,6, que funcionant amb gasoil fan més CO<sub>2</sub>, i el 7 i 8 que en fan més usant biodièsel

- **Oxigen després O<sub>2</sub>**

La Figura 31 mostra com els vehicles 1,2,3,7,8,9 funcionant amb gasoil emeten més oxigen a l'exterior, en canvi els 4,5,6 ho fan treballant amb biodièsel al 50%.

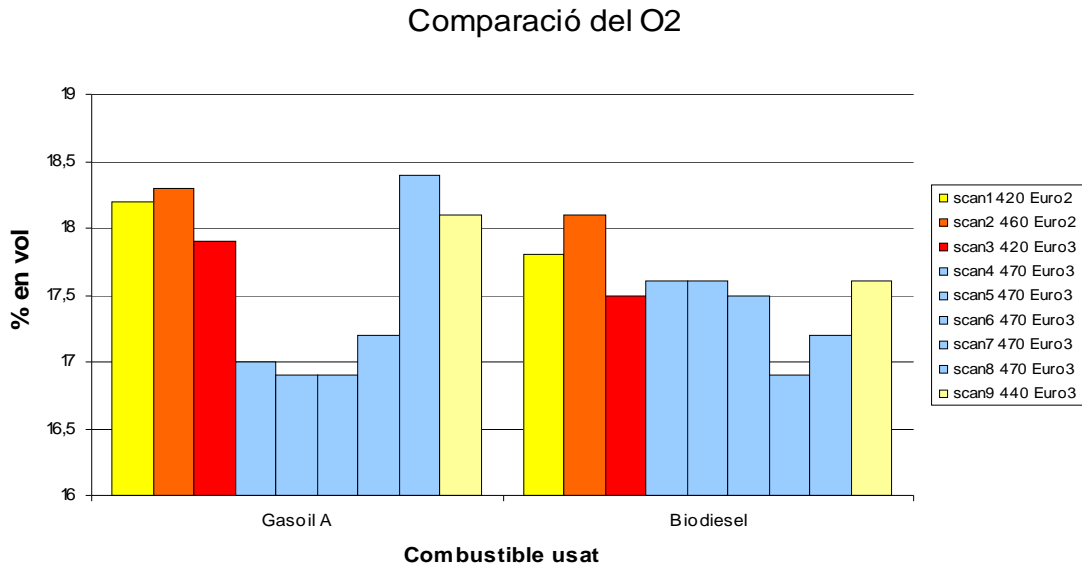


Figura 31. Comparativa de l'O<sub>2</sub> emès en vehicles SCANIA treballant a 1500 rpm.

- **Hidrocarburs HC**

A la Figura 32 s'observa com, a banda dels vehicles 3,7 que funcionant amb biodièsel al 50% emeten més hidrocarburs, la resta de vehicles ho fan treballant amb gasoil. La diferència de mitjanes és favorable al biodièsel amb 2,66 ppm menys que el gasoil.

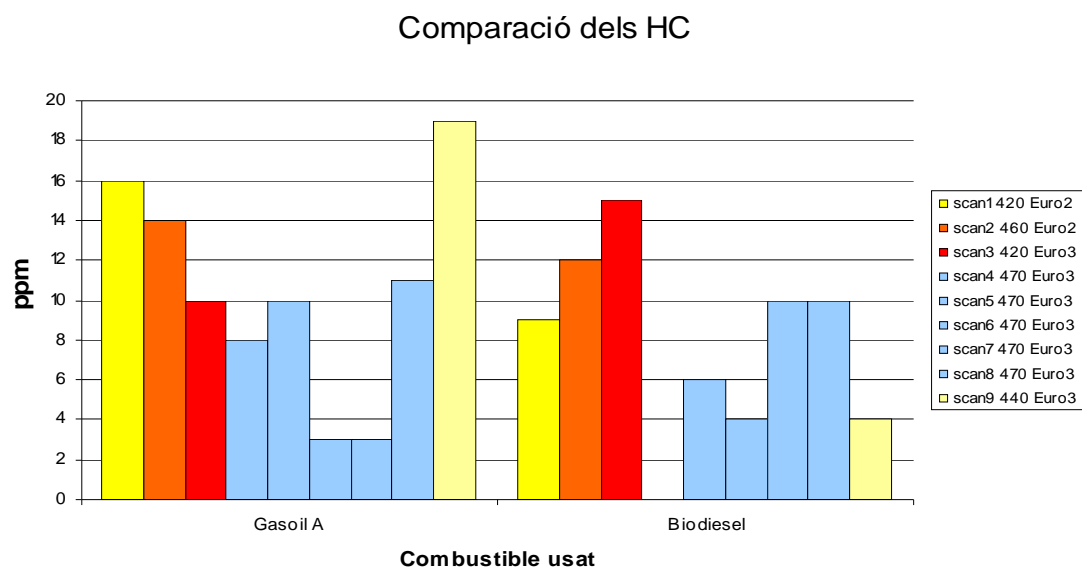


Figura 32. Comparativa dels HC emesos en vehicles SCANIA treballant a 1500 rpm.

- **Factor Lambda**

En aquest cas, la Figura 33 mostra com els vehicles 1,2,4,6 treballen de forma idèntica tant en gasoil com amb biodièsel. Només en el vehicle 5, la relació aire real/aire estequiomètric és favorable al biodièsel. En la resta de vehicles 3,7,8,9 el factor lambda treballant amb gasoil és més gran.

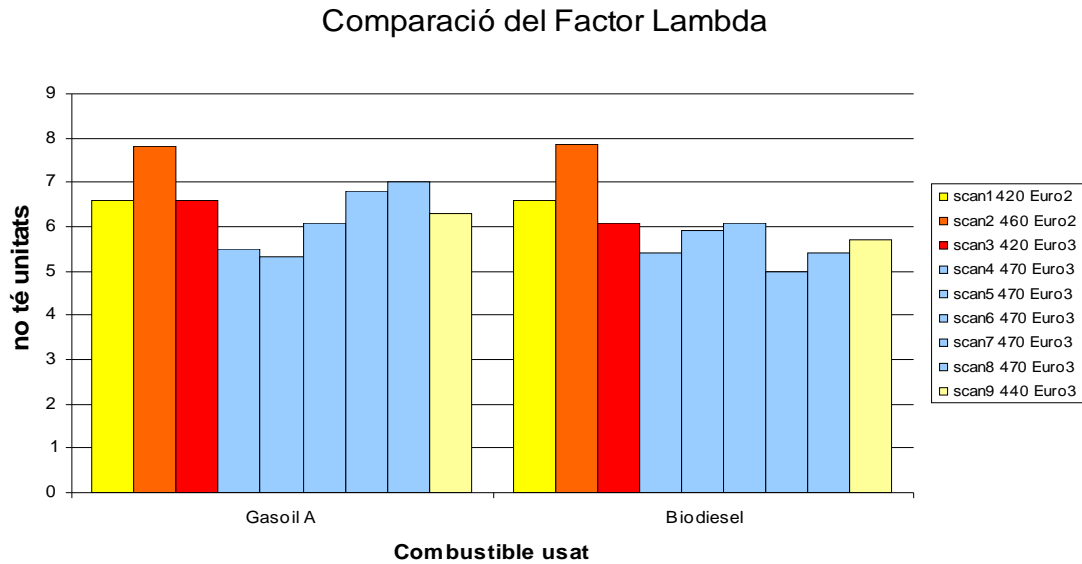


Figura 33. Comparativa del factor Lambda en vehicles SCANIA treballant a 1500 rpm.

- **Intensitat del so**

La Figura 34 mostra com, a banda dels vehicles 4,6,7, la resta són més sorollosos treballant amb biodièsel.

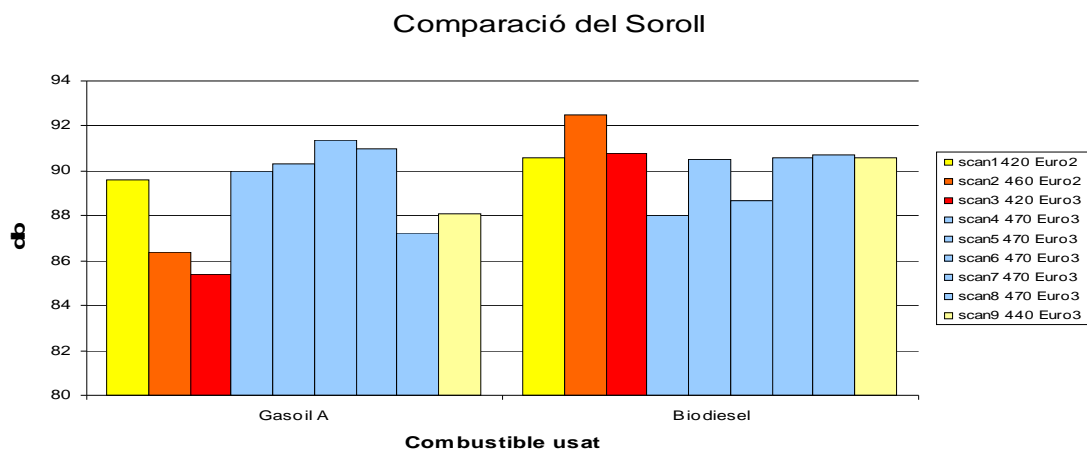


Figura 34. Comparativa de la intensitat del so en SCANIA treballant a 1500 rpm.

- **Opacitat de fums**

Finalment, a partir de la Figura 35 s'observa com els vehicles 2,3,7 tenen una opacitat més elevada treballant amb biodièsel. La resta de vehicles, sobretot el 9, fan més opacitat de fums treballant amb gasoil.

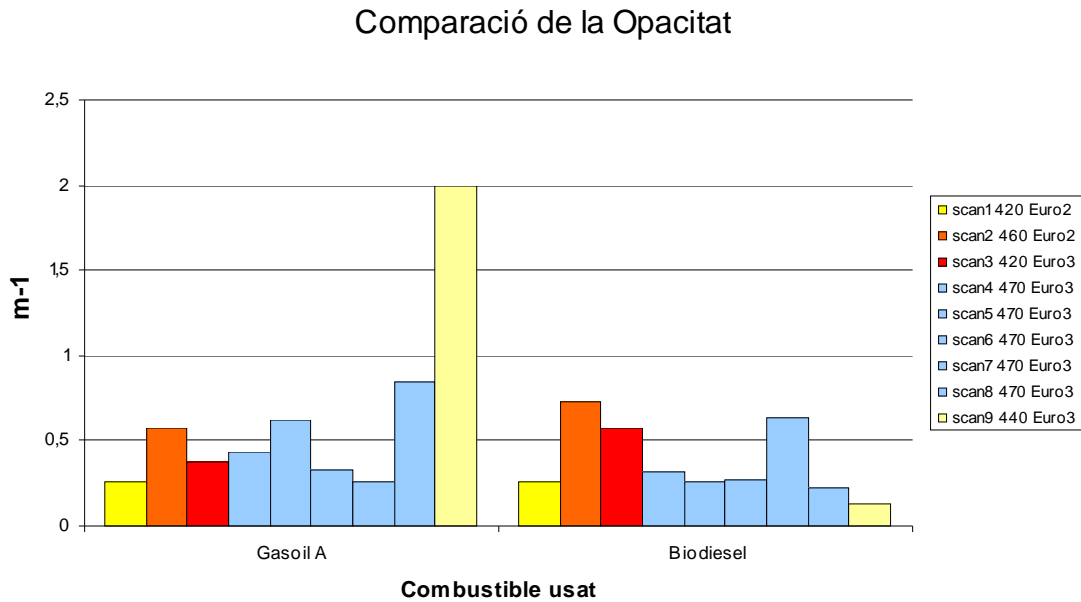


Figura 35. Comparativa de la opacitat en vehicles SCANIA treballant a 1500 rpm.

### 7.1.4 Comparativa vehicles RENAULT

a) Prova a ralenti (500 rpm aproximadament)

La taula següent mostra els resultats de les mesures per al vehicle al ralenti.

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	Lambda	Intensitat del so (dB)
REN1	0,01	1,7	18,8	7	9	81
BREN1	0,02	2	18,1	0	7,3	80,3

Taula 20. Resultats dels vehicles Renault treballant a ralenti.

El Vehicle REN1 Treballa amb gasoil i el BREN1 amb biodièsel al 50%.

En vehicle que treballa amb biodièsel presenta una emissió major de CO i CO<sub>2</sub>, amb el que tindrà una concentració d'oxigen sobrant de la combustió inferior al del que consumeix gasoil

b) Prova a 1000 rpm

La taula següent mostra els valors de les mesures per a un règim de 1000 rpm.

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	Lambda	Intensitat del so (dB)
REN1	0,01	2,2	17,9	9	6,5	86,8
BREN1	0,04	1,8	18,3	2	7,8	84,8

Taula 21. Resultats dels vehicles Renault treballant a 1000 rpm.

Les mesures de CO en el cas del biodièsel s'ha tornat a incrementar respecte a la prova anterior. En canvi el CO<sub>2</sub> s'ha reduït d'on l'oxigen sobrant ha augmentat. En conseqüència, el valor lambda ha pujat respecte la prova anterior i respecte al vehicle que treballa amb gasoil. Cal destacar que els HC segueixen el comportament global observat anteriorment (menys HC que en el gasoil).

c) Prova a 1500 rpm

Finalment la taula següent recull les mesures efectuades al règim de 1500 rpm.

Vehicle	CO (% volum)	CO <sub>2</sub> (% volum)	O <sub>2</sub> (% volum)	HC (ppm)	Lambda	Intensitat del so (dB)
REN1	0,01	2,4	17,8	9	4,8	88,6
BREN1	0,04	2,2	17,8	2	6,7	89,3

Taula 22. Resultat vehicles Renault treballant a 1500 rpm.

Tal com és veu en la taula anterior el vehicle que treballa amb biodièsel emet menys CO<sub>2</sub> i HC,.

**Control d'opacitat:**

<b>Vehicle</b>	<b>Opacitat (m<sup>-1</sup>)</b>
REN1	0,2
BREN1	0,09

Taula 23. Resultats mesures d'opacitat.

Tal com es veu en aquest quadre el vehicle que gasta gasoil té una opacitat més elevada que el que gasta biodièsel al 50%.

Nota :

Cal a dir que en aquesta comparativa els dos vehicles Renault enquestats tenen característiques diferents. El que treballa amb gasoil és de categoria Euro 4 i el que treballa amb biodièsel és de categoria Euro 3. Això implica diferències a quan el % de CO ja que el sistema Euro 4 incorpora un sistema catalitzador per reduir-lo (per més informació consultar *AnnexB*).

## 7.2 Seguiment de vehicles amb biodièsel al 50%

En el subapartat anterior hem mostrat una comparativa entre els vehicles que usen gasoil versus els vehicles que usen biodièsel al 50%. Aquí mostrem el seguiment efectuat a 9 vehicles que utilitzen biodièsel al 50% en referència al control d'emissions, i soroll.

La taula 24 detalla els vehicles en què s'ha fet el seguiment.

Vehicle	Model	Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	Potència (CV)	Norma Euro	Km inici	Km finals	Total:
<b>SCANIA1</b>	124L	11705	420	2	828000	901000	73000
<b>SCANIA2</b>	144L	14180	460	2	1004000	1061000	57000
<b>SCANIA3</b>	124L	11705	470	3	644000	701000	57000
<b>SCANIA4</b>	124L	11705	470	3	628000	669000	41000
<b>MAN1</b>	TGA18430	10518	430	3	333000	378000	45000
<b>MAN2</b>	TGA18480	12816	480	3	273000	314000	41000
<b>MAN3</b>	TGA18480	12816	480	4	118000	186000	68000
<b>MAN4</b>	TGA18480	12816	480	3	309000	360000	51000
<b>MAN5</b>	TGA18480	12816	480	4	108000	163000	55000
						Total:	488000

Taula 24. Dades dels vehicles que se'ls ha fet un seguiment des del 03/11/2007 fins al 23/02/2008 aquest últim dia les proves es varen fer usant gasoil convencional del tipus A de betzinera.

Els vehicles SCANIA2, SCANIA3, MAN1, MAN2, MAN3 també se'ls ha fet el control de consum que es veurà més endavant en l'apartat 7.3.

### 7.2.1 Monòxid de carboni CO

El seguiment del monòxid de carboni CO emès a 500 rpm, 1000 rpm i 1500 rpm es mostra a la taula 25, 26 i 27 respectivament. Els resultats no mostren cap variació significativa. (El dia 6 s'ha fet servir gasoil convencional tipus A)

500rpm						
	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>
<b>Vehicle</b>	<b>03/11/2007</b>	<b>24/11/2007</b>	<b>08/12/2007</b>	<b>22/12/2007</b>	<b>12/01/2008</b>	<b>23/02/2008</b>
SCANIA1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SCANIA2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SCANIA3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SCANIA4	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
MAN1	0	0	0	0	0	0
MAN2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN3	0	0	0	0	0	0
MAN4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN5	0	0	0	0	0	0

Taula 25. Evolució del monòxid de carboni CO en vehicles amb biodièsel al 50%.

1000rpm						
	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>
<b>Vehicle</b>	<b>03/11/2007</b>	<b>24/11/2007</b>	<b>08/12/2007</b>	<b>22/12/2007</b>	<b>12/01/2008</b>	<b>23/02/2008</b>
SCANIA1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
SCANIA2	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
SCANIA3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SCANIA4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN1	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN3	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN5	0	0	0	0	0	0

Taula 26. Evolució del monòxid de carboni CO en vehicles amb biodièsel al 50%..

1500rpm						
	<b>Dia 1</b>	<b>Dia 2</b>	<b>Dia 3</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>
<b>Vehicle</b>	<b>03/11/2007</b>	<b>24/11/2007</b>	<b>08/12/2007</b>	<b>22/12/2007</b>	<b>12/01/2008</b>	<b>23/02/2008</b>
SCANIA1	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
SCANIA2	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
SCANIA3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SCANIA4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN2	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
MAN5	0,01	0	0	0	0	0

Taula 27. Evolució del monòxid de carboni CO en vehicles amb biodièsel al 50%.



7.2.2 Diòxid de carboni CO<sub>2</sub>

a) Prova feta a 500 rpm

La figura 36 mostra la variació en el CO<sub>2</sub> emès al ralenti durant el període de seguiment pels diferents vehicles. A banda del MAN2 la resta de punts o bé coincideixen o tenen molt poca variabilitat (menys de 0,2%).

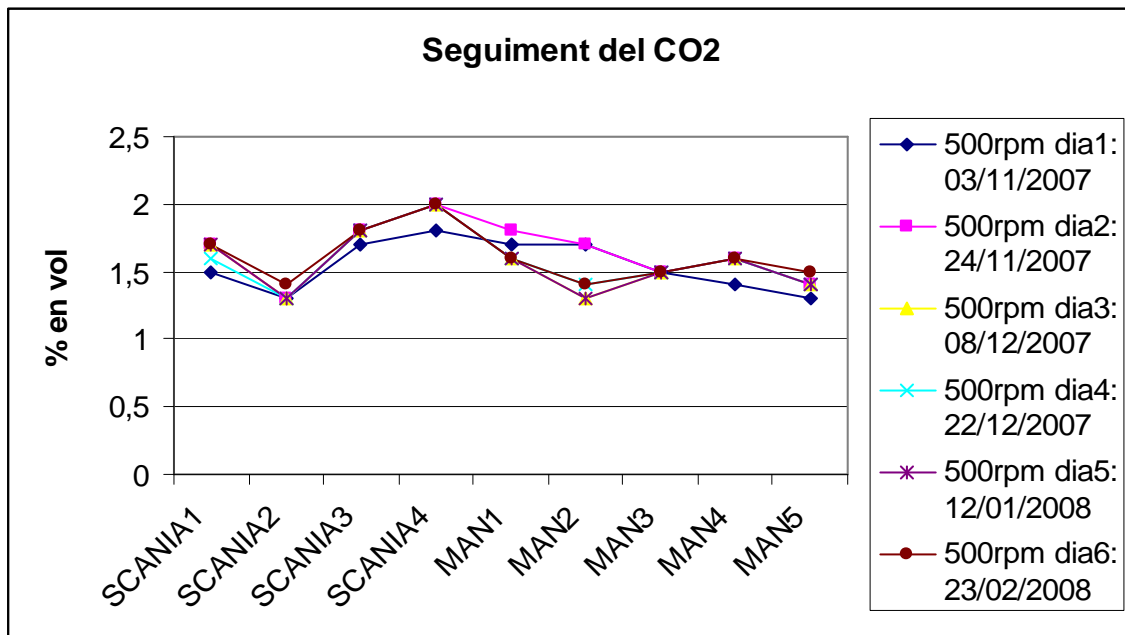


Figura 36. Evolució del CO<sub>2</sub> emès a ralenti en vehicles amb biodièsel al 50%.

A 1000 rpm, la figura 37 revela unes diferències més acusades, també en el MAN1.

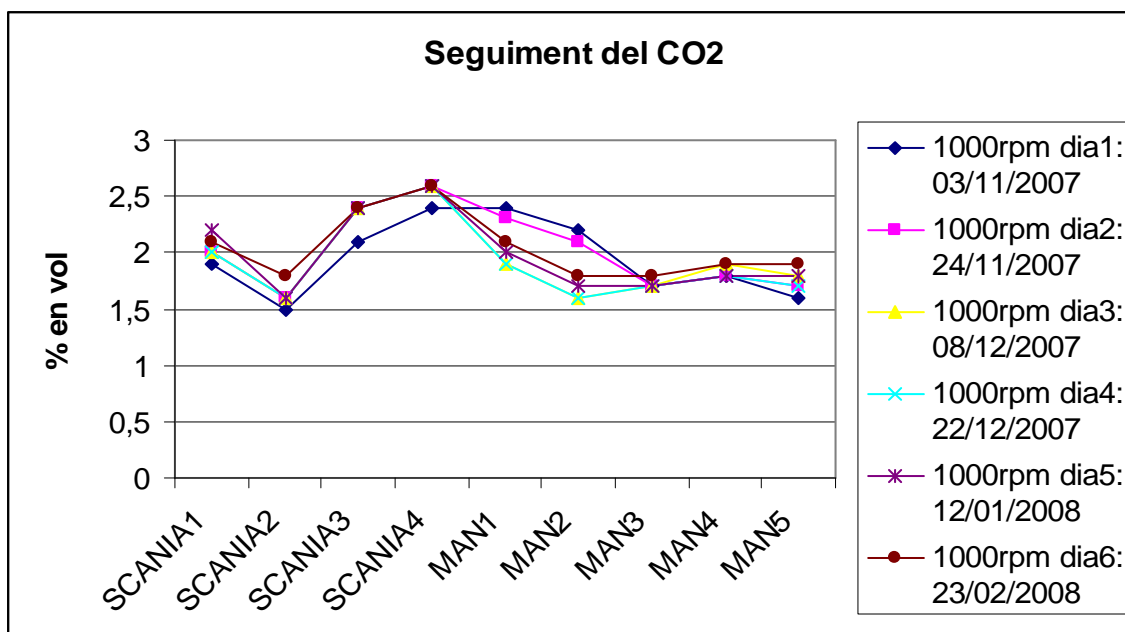


Figura 37. Evolució del CO<sub>2</sub> emès a 1000 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

Finalment, la figura 38 mostra l'evolució del CO<sub>2</sub> emès a 1500 rpm, sense canvis molt importants.

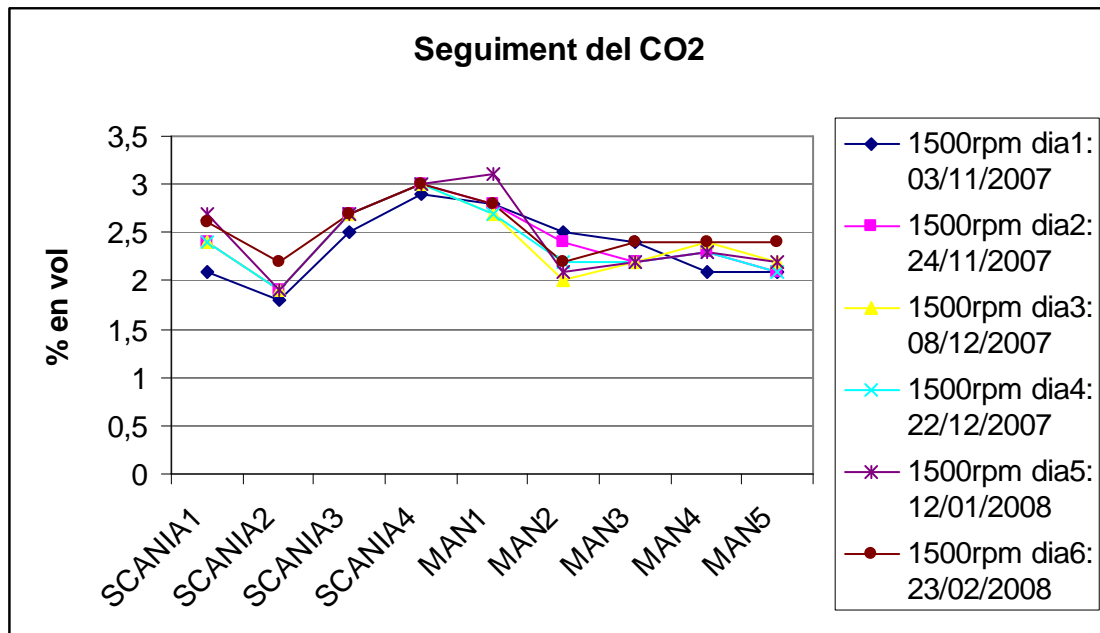


Figura 38. Evolució del CO<sub>2</sub> emès a 1500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

### 7.2.3 Oxigen després O<sub>2</sub>

La figura 38 mostra els resultats obtinguts a 500 rpm. El dia1 té un comportament molt diferent al de la resta. És possible que les mesures s'efectuessin quan encara els vehicles no estaven a la seva temperatura de treball (80 graus aproximadament).

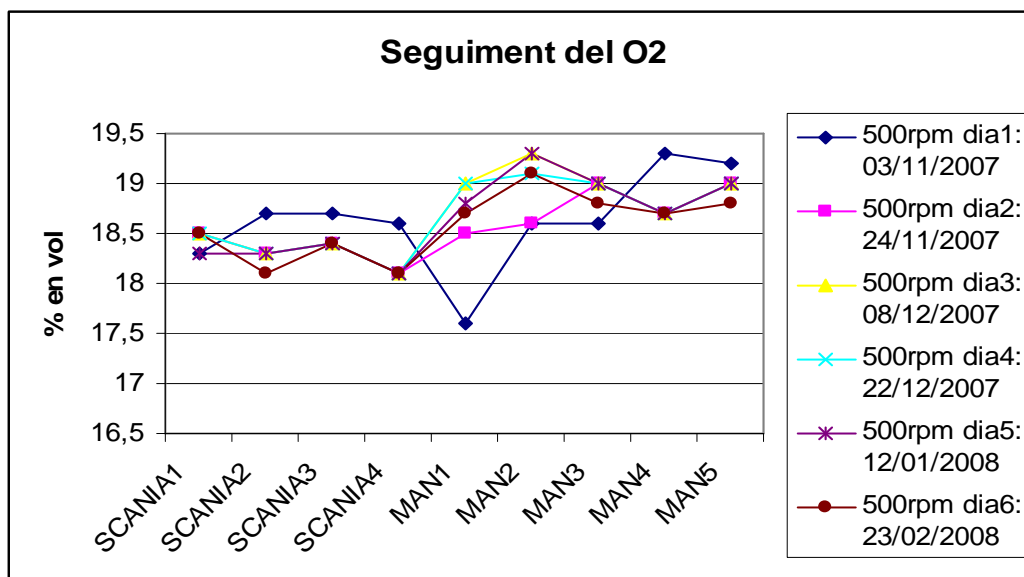


Figura 38. Evolució de l'O<sub>2</sub> emès a 500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

Per la seva banda, la figura 39 mostra els resultats quan la prova s'ha fet a un règim de 1000 rpm.

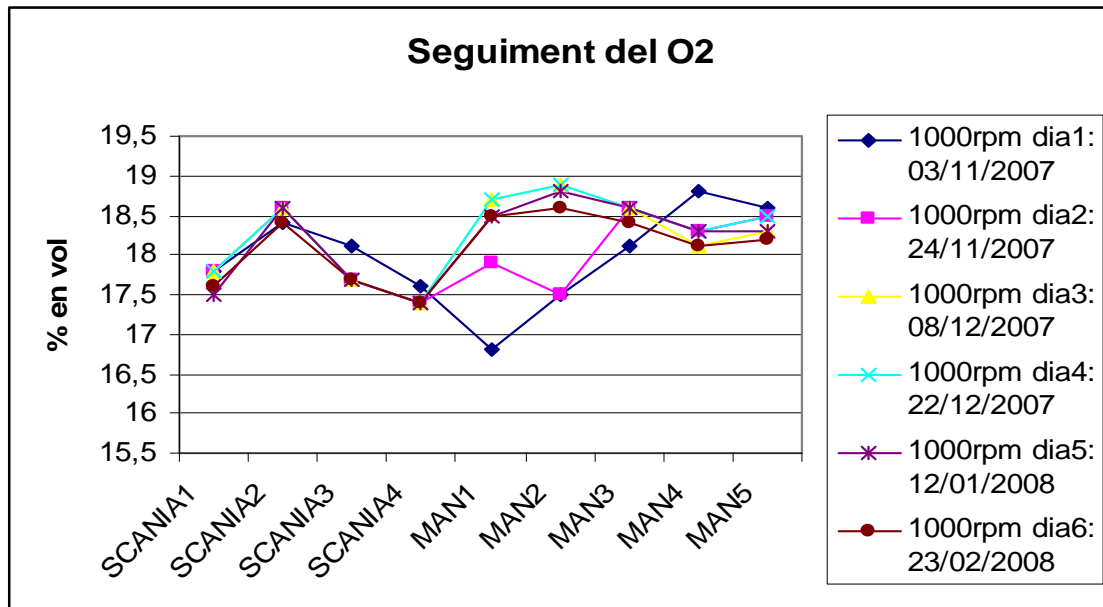


Figura 39. Evolució de l'O<sub>2</sub> emès a 1000 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

Exceptuant les proves fetes en el MAN1, MAN2, en el dia 1 i en el dia 2, la resta de vehicles presenten un comportament semblant.

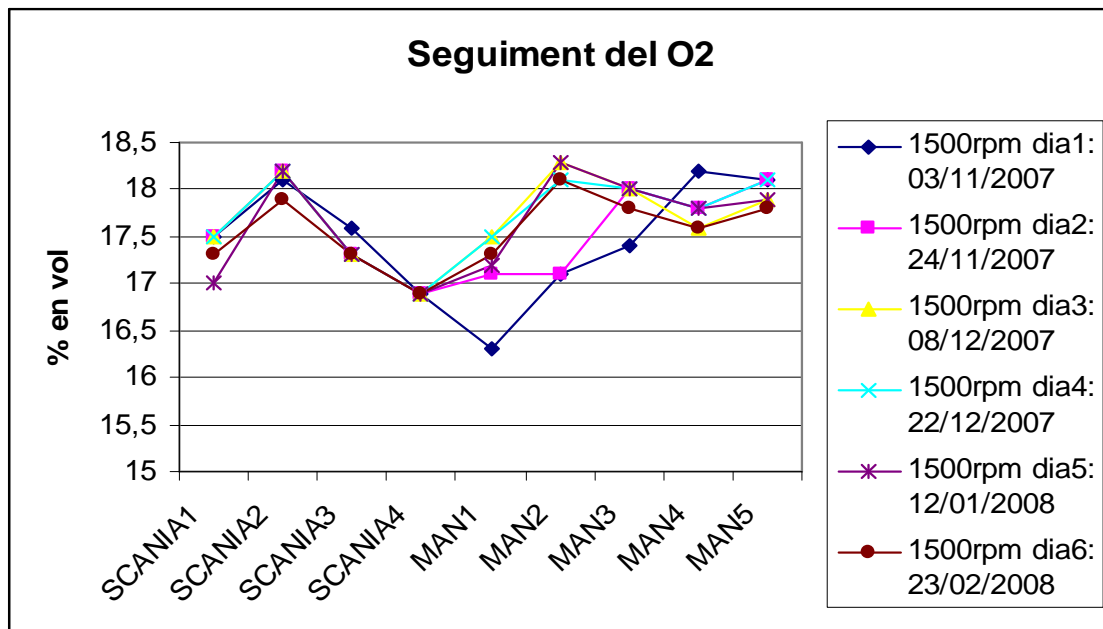


Figura 40. Evolució de l'O<sub>2</sub> emès a 1500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

El mateix es repeteix a la figura 40 (1500 rpm). Possiblement la baixa temperatura de funcionament per als dies 1 i potser 2 sigui la causa de la discrepància en els resultats.

7.2.4 Hidrocarburs HC

L'evolució dels hidrocarburs a 500 rpm, 1000 rpm i a 1500 rpm es mostra a les figures 41, 42 i 43 respectivament.

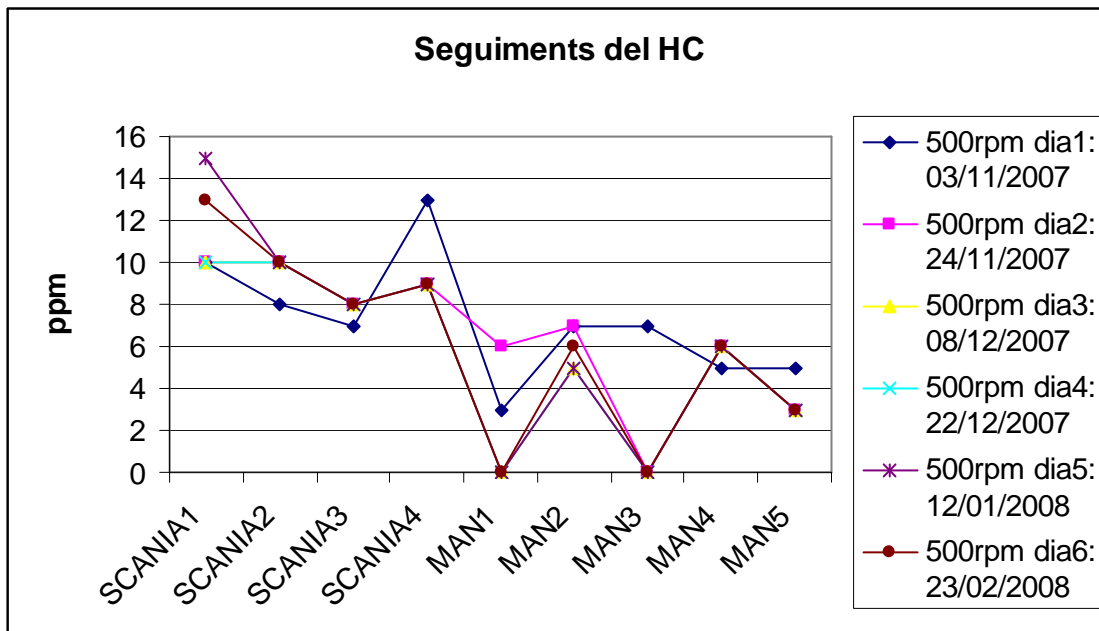


Figura 41. Evolució dels HC emesos a 500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

Hi ha una mica de variabilitat tot pot ser degut a molts factor entre ells la temperatura del motor. L'elevat valor d'HC que s'observa en l'SCANIA 1 pot ser degut al consum d'oli (constatat pel conductor).

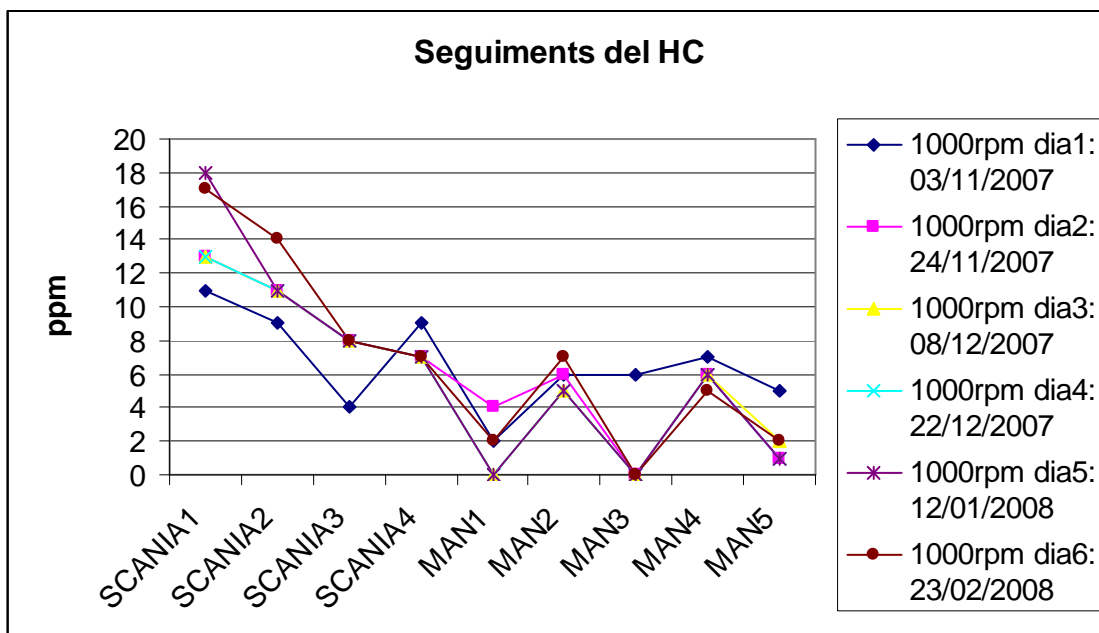


Figura 42. Evolució dels HC emesos a 1000 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

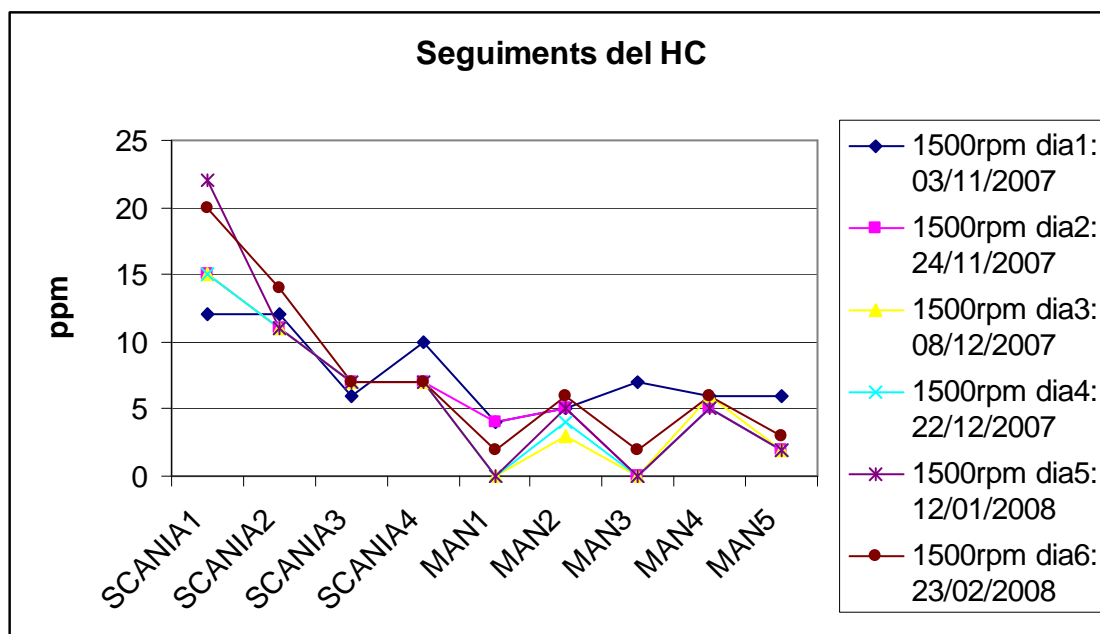


Figura 43. Evolució dels HC emesos a 1500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

### 7.2.5 Factor Lambda

Per al factor Lambda, l'evolució es mostra en les figures 44, 45 i 46 corresponents al règim de ralenti (500 rpm), 1000 rpm i 1500 rpm. Per a cada vehicle i cada règim, no s'aprecien diferències significatives.

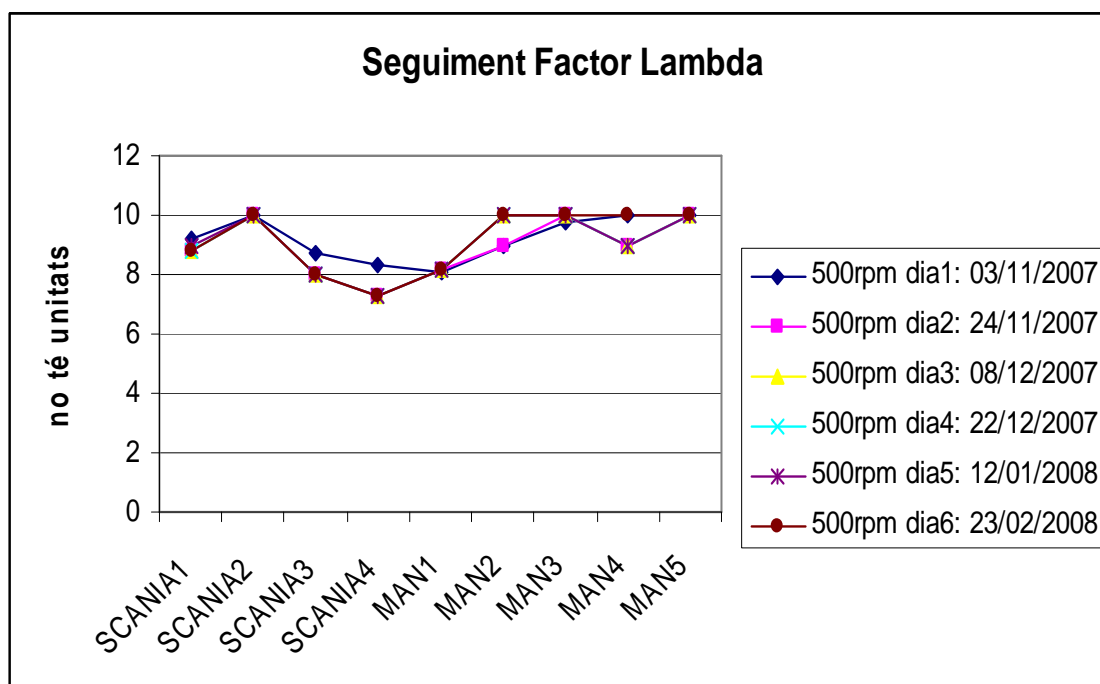


Figura 44. Evolució del valor lambda a 500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

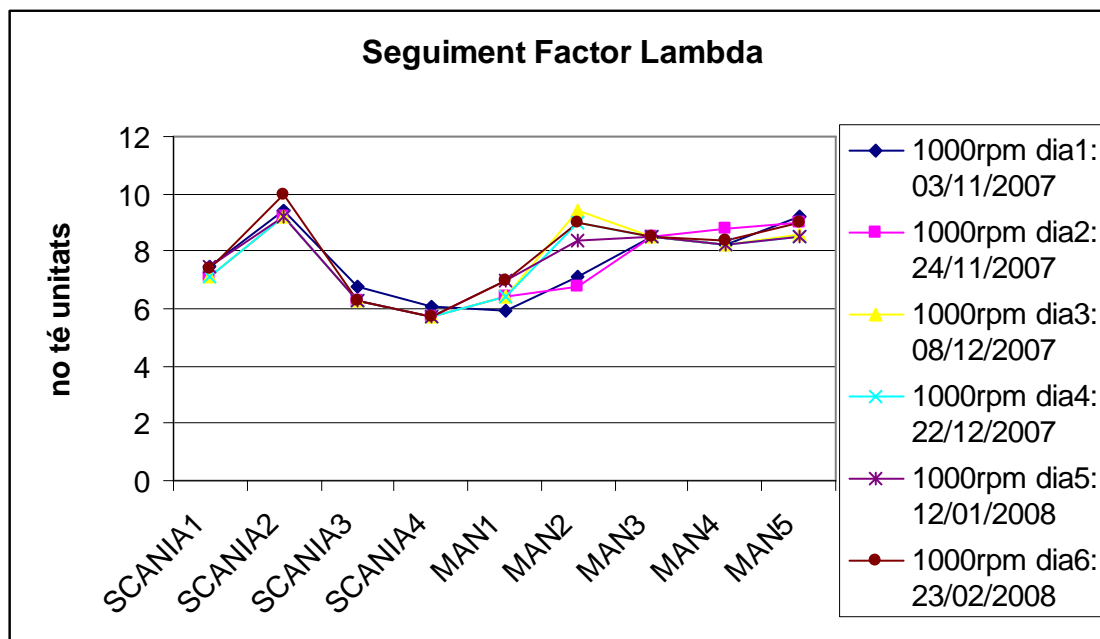


Figura 45. Evolució del valor lambda a 1000 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

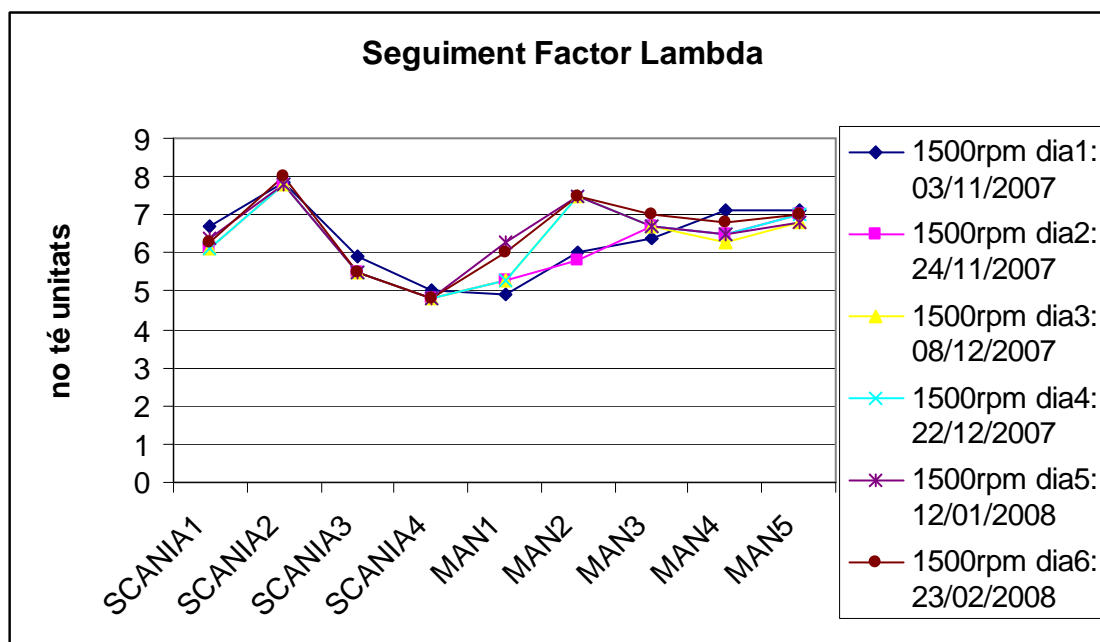


Figura 46. Evolució del valor lambda a 1500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

A part del MAN1 i MAN2, la resta de vehicles presenten un comportament molt semblant. És possible que aquestes diferències siguin degudes a un problema de temperatura o bé d'obstrucció de filtres.

**7.2.6 Intensitat del so**

Per a la intensitat del so, les figures 47, 48 i 49 mostren els resultats a 500 rpm, 1000 rpm i 1500 rpm. D'acord amb aquestes figures, les dades del primer dia són significativament diferents a les obtingudes en els altres dies, probablement per problemes d'escalfament de motor i, potser, de disposar d'una metodologia diferent.

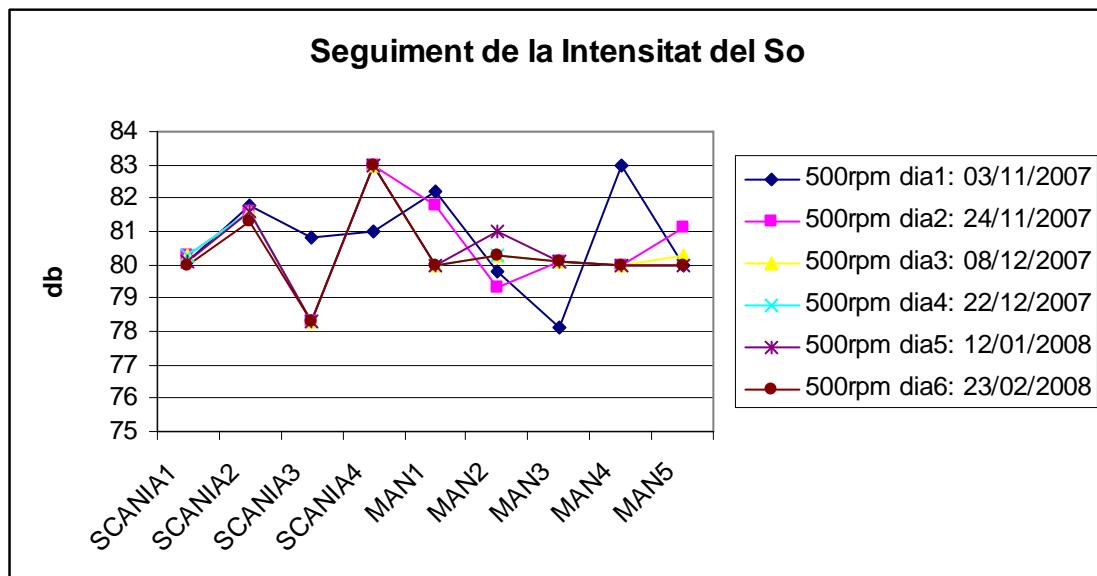


Figura 47. Evolució de la intensitat del so a 500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

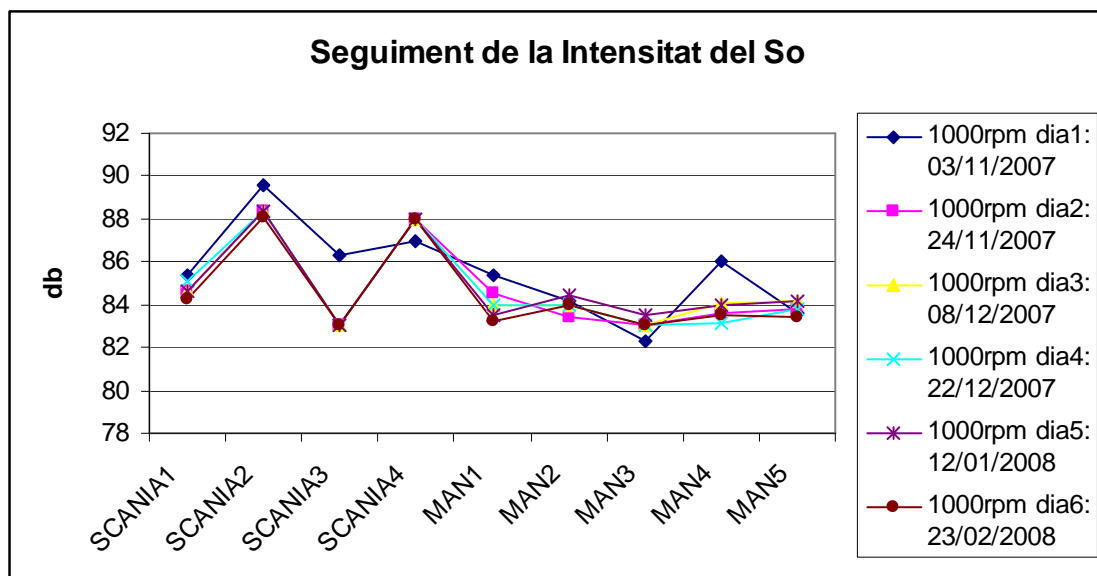


Figura 48. Evolució de la intensitat del so a 1000 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

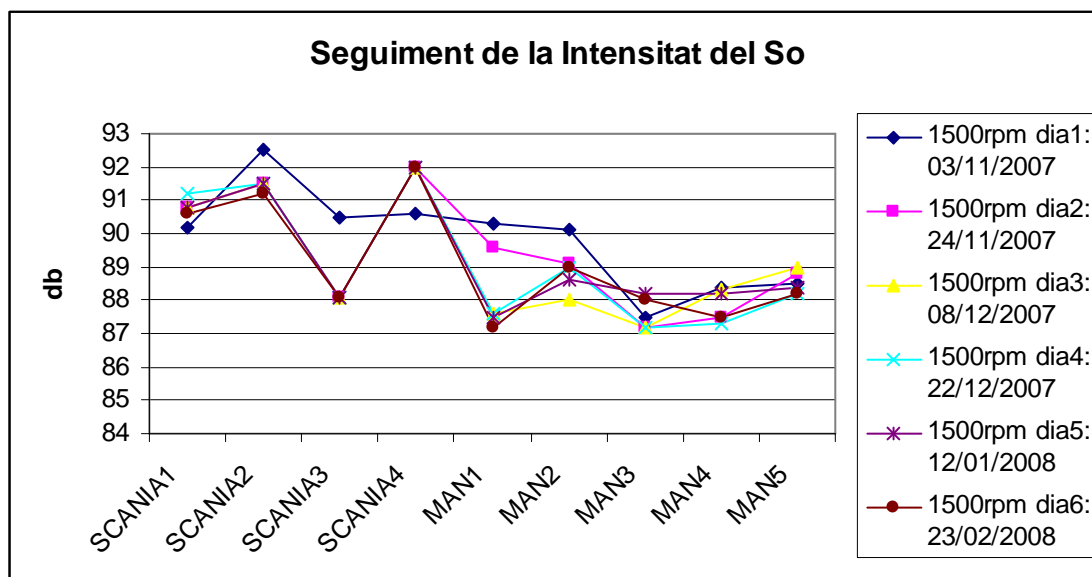


Figura 49. Evolució de la intensitat del so a 1500 rpm en vehicles amb biodièsel al 50%.

### 7.2.7 Opacitat

Finalment, la figura 50 mostra l'evolució de l'opacitat mesurada en un règim superior a 1500 rpm.

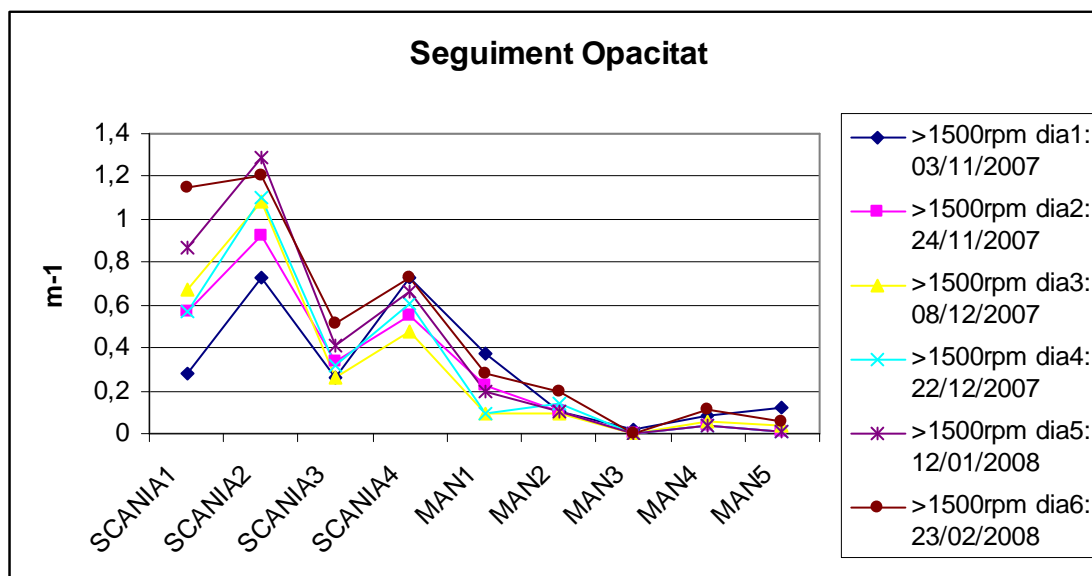


Figura 50. Evolució de l'opacitat en vehicles amb biodièsel al 50% (> 1500 rpm).

Cada dia que fèiem aquesta prova ens donava un resultat diferent que l'anterior tot i que la repetíem mes d'una vegada mai aconseguim dos resultats idèntics cal destacar que el dia6 la prova és va fer amb gasoil i la resta de dies amb B-50.



### **7.3 Consum**

Durant el temps en què ha durat l'estudi (quan de temps exactament??), s'ha fet un seguiment dels vehicles que feien un recorregut fix setmanal. El consum d'aquests vehicles s'ha calculat a partir del quilometratge recorregut (coneguts mitjançant els discs de tacògraf) i el combustible repostat (coneguts a partir dels tiquets d'aprovisionament a l'estació de la base del transportista).

#### **7.3.1 Descripció dels recorreguts**

Recorregut 1: Figueres – Marsella – Alovera - Figueres.

En aquest itinerari es recorre un total de 2100 km aproximadament.

Recorregut 2: Figueres – Barcelona – Rennes - Figueres.

En aquest itinerari és recorre un total de 2200 km aproximadament.

Recorregut 3: Figueres – Barcelona – Sochaux - Figueres.

En aquest itinerari és recorre un total de 2000 km aproximadament.

Recorregut 4: Figueres – Tarragona – Marsella - Figueres.

En aquest itinerari és recorre un total de 1200 km aproximadament.

Recorregut 5: Figueres – Madrid – Avinyó - Figueres.

En aquest itinerari és recorre un total de 2100 km aproximadament.

Recorregut 6: Figueres - Vilanova i la Geltrú - Valenciennes - Figueres.

En aquest itinerari és recorre un total de 2500 km aproximadament.

#### **7.3.2 Períodes de control dels trajectes**

S'estableixen quatre períodes diferents, en cada període els vehicles han consumit un combustible diferent :

**-Primer període (1/08/2007 al 15/10/2007):** Aquest està comprès des de l'inici de producció del biodièsel, a l'agost del 2007 fins a mitjans octubre 2007 aquí els vehicles utilitzaven 100% biodièsel. Aquest període l'anomenem B-100.

**-Segon període** (15/10/2007 al 15/12/2007): Donat el problema de la congelació del biodièsel i a l'encariment de la matèria prima el transportista va optar per utilitzar una barreja a parts iguals 50% diesel i 50 % biodièsel anomenat B-50. Aquest període l'anomenem B-50.

**-Tercer període** (15/12/2007 al 15/02/2008): Donat al gran encariment de la matèria primera que aleshores utilitzava la planta de biodièsel de Transports Martínez, l'oli de gira-sol reciclat (de 500 €/Tn a 800 €/Tn), es decideix parar la producció de biodièsel amb una última partida de 60 Tn que es barreja amb una proporció del 20% bio i 80% gasoil (per evitar problemes de congelació). Aquest període l'anomenem B-20.

**-Quart període:** (15/02/2008 al 15/03/2008) Donat a que la producció de biodièsel està parada i les reserves s'han esgotat ara el transportista utilitza gasoil A convencional. En aquest període s'ha aprofitat per fer manteniment de la maquinària de la planta productora de biodièsel. Aquest període l'anomenem Gasoil.

### 7.3.3 Consum per trajecte i vehicle

La taula 28 mostra els consum per trajecte i tipus de combustible (en litres cada 100 km). Per a cada trajecte també es mostra el tipus de vehicle utilitzat.

TRAJECTE	Marca Vehicle	MODEL	B-100 (l/100 km)	B-50 (l/100 km)	B-20 (l/100 km)	Gasoil (l/100 km)
1	MAN	TGA18480	36,4	34,3	33,1	32,7
2	MAN	TGA18480	35,3	33,8	32,6	32,5
3	SCANIA	124L470	37,3	36,1	34,5	33,8
4	MAN	TGA18430	34,8	33,6	33,0	32,2
5	SCANIA	122L420	36,1	34,8	33,6	33,1
6	SCANIA	144L460	38,3	37,1	36,2	35,5
		<b>Mitjana:</b>	<b>36,4</b>	<b>35,0</b>	<b>33,8</b>	<b>33,3</b>

Taula 28. Evolució dels consums respecta la concentració de biodièsel.

Com s'observa a la taula 28, a mesura que s'utilitza més concentració de biodièsel augmenta el consum de combustible, tal i com s'esperava pel seu menor poder calorífic. En general, a més, s'observa com els vehicles MAN no consumeixen tant combustible com els SCANIA.

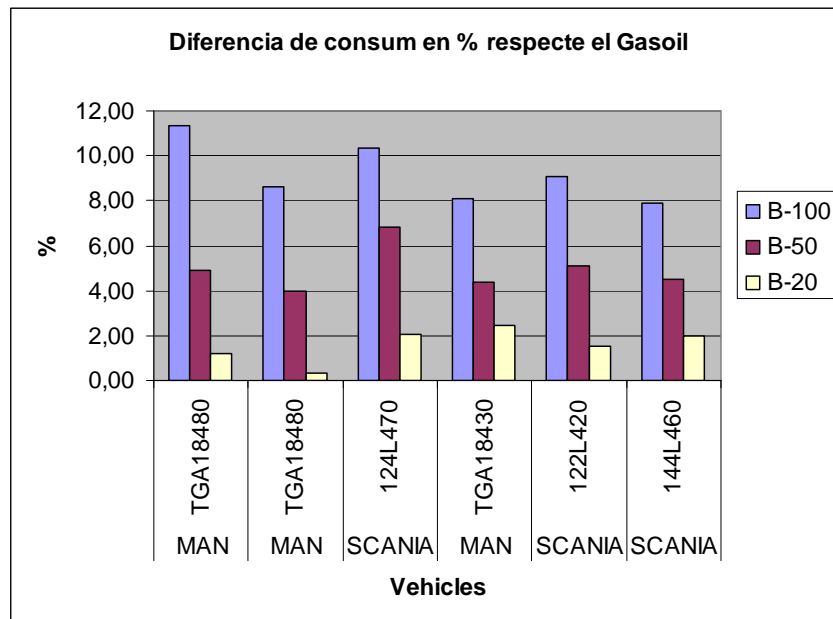


Figura 51. Diferència de consum del biodièsel respecte al de gasoil A expressat en %.

A la Figura 51 s'observa la diferència en el consum del biodièsel en comparació amb el de gasoil A. En general, la utilització de biodièsel augmenta el consum. La utilització de B-100 suposa un augment d'entre el 8 i l'11 % més que de gasoil convencional.

## **7.4 Incidències mecàniques atribuïbles al biodièsel**

Durant els transkurs d'aquest estudi, s'han esdevingut una sèrie d'incidències mecàniques, principalment atribuïbles a l'ús del biodièsel, que es descriuen a continuació.

### **7.4.1 Vehicles SCANIA**

A les poques setmanes d'utilitzar biodièsel al 100% (agost de 2007) es van haver de substituir totes les canonades que van del dipòsit al sistema d'injecció, tant d'anada com de tornada; ja que és tractava de la clàssica canonada de cautxú amb revestiment de fil que el biodièsel degradava. Per solucionar-ho es va optar per adaptar les canonades de plàstic procedents dels nous models R4xx, ja que aquests sí surten d'origen amb canonades aptes per a la utilització de biodièsel.

### **7.4.2 Vehicles MAN**

Possiblement els MANs són els més ben preparats per a l'ús del biodièsel ja que l'única incidència es va donar al mes de novembre quan les temperatures ja començaven a ser baixes. Aleshores, els vehicles, a banda de la dificultat en arrencar en fred, quan portaven una estona circulant sobretot per l'autopista tenien problemes de baixa potència. El problema era l'obturgació del prefiltrat de combustible que estava al costat del dipòsit. A partir d'aquí s'ha anul·lat aquest prefiltrat en tota la gama MAN que disposa el transportista sense que, fins al moment, s'hagi observat cap més incident.

### **7.4.3 Vehicles Renault**

En un dels vehicles Renault, els injectors van quedar obturats degut a una oxidació provocada pel biocombustible. A partir d'aquí, es va fer un replantejament de la producció del biodièsel. Des de llavors, se li afegeixen additius o agents antioxidants per tal de protegir els injectors i altres elements del sistema d'injecció dels vehicles.

## **8 RESUM DEL PRESSUPOST**

El pressupost global de l'estudi, tenint en compte els costos de desenvolupament, costos de redactat i el percentatge de l'IVA, és de **quatre mil vuit-cents noranta dos euros amb vuitanta vuit cèntims, 4892,88€.**

## 9 CONCLUSIONS

El present treball final de carrera ha estudiat els efectes d'utilitzar combustible biodièsel en vehicles pesants de transport de mercaderies pel que respecte a les emissions i al consum. Per això, s'han dut a terme analítiques d'emissions dels següents gasos: monòxid de carboni CO, diòxid de carboni CO<sub>2</sub>, oxigen O<sub>2</sub> i hidrocarburs HC, així com de l'opacitat de fums i del nivell de soroll tant a règim de ralenti com a 1000 rpm i 1500 rpm.

Cal destacar que, a diferència d'estudis previs que s'han centrat en l'estudi de poques unitats de vehicles de transport de passatgers, aquí ens centrem en l'estudi d'un gran nombre de vehicles pesants de transport de mercaderies (potències nominals superiors a 400 CV) que suposen la major part del trànsit comercial per carretera.

L'estudi ha consistit de tres apartats clarament diferenciats. Aquests són:

1. Anàlisi comparativa entre l'ús de biodièsel al 50% i gasoil A.

Aquí s'ha dut a terme l'analítica abans comentades per a un total de 15 vehicles pesants de transport de mercaderies de marques MAN, Scania i Renault que treballen amb biodièsel al 50%. Els resultats s'han comparat amb mesures preses a 15 vehicles de característiques idèntiques però que utilitzen gasoil A. D'aquesta forma, s'han pogut determinar les principals variacions entre les emissions produïdes per vehicles amb combustible biodièsel i gasoil A.

2. Seguiment de vehicles amb biodièsel 50%

A banda dels vehicles comentats anteriorment, s'ha realitzat un seguiment de les emissions de 9 vehicles que utilitzen biodièsel al 50%, prenent 6 mesures completes en diferents intervals durant tres mesos, aproximadament. Aquests resultats ens han permès investigar l'evolució de les emissions en un mateix vehicle quan utilitza el biodièsel com a combustible habitual.

3. Consum

Finalment, s'ha dut a terme un estudi sobre el consum de sis vehicles treballant amb gasoil A i biodièsel al 20, 50 i 100%. En aquest cas, s'han hagut de recopilar dades arxivades de quilometratge i combustible cremat.

En total, s'han dut 57 assajos complets (analítiques de gasos, opacitat i soroll a ralenti, 1000 rpm i 1500 rpm) els resultats dels quals ens han permès extreure les següents conclusions. Aquí, cal remarcar que la majoria de vehicles formaven part de la flota de Transports Martínez S.A. La resta s'han obtingut de dades que, gentilmente, ha proporcionat l'estació de la Inspecció Tècnica de Vehicles de Vilamallà.

El biocombustible utilitzat en aquests vehicles prové d'una planta modular de tecnologia avançada instal·lada a Transports Martínez S.A. que, si es disposa de la matèria primera, permet obtenir una producció de biodièsel gens menyspreable.

Les principals conclusions del treball són:

- a) A règims de gir òptims (1500 rpm), les emissions de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> i HC són superiors si s'utilitza gasoil A que si es fa servir biodièsel al 50%. Per les emissions de CO els resultats no són tant clars, en part degut a la sensibilitat de l'aparell de mesura.
- b) En la mateixa situació que en el cas a), la intensitat del so emès quan es consumeix gasoil A és inferior a quan es consumeix biodièsel al 50%. S'ha de tenir present que la diferència acústica entre un i altre cas és difícilment apreciable en les persones. A més, en marxa el soroll de rodadura és molt més important que el soroll del motor i la diferència aquí trobada no afectarà significativament a la intensitat sonora global.
- c) L'opacitat de fums és, en general, superior en vehicles de gasoil A que en vehicles de biodièsel.
- d) Tot l'anterior afavoreix l'elecció del biodièsel com a combustible que redueix les emissions de gasos contaminants.
- e) En l'estudi del seguiment, s'ha observat com les emissions, nivells de so, etc., no varien apreciablement per a un mateix vehicle. Això indica que els resultats d'utilitzar perllongadament biodièsel no acaba alterant el nivell d'emissions,
- f) En l'estudi del consum, s'ha constatat que fent servir 100% biodièsel es consumeix fins a un 10% més que en vehicles amb gasoil A. Aquest augment considerable en el consum repercuteix negativament en la utilització d'aquest biocombustible. Tanmateix, amb els preus actuals del gasoil A i del biodièsel fabricant en planta pròpia, fins i tot tenint en compte l'augment del consum, l'estalvi econòmic utilitzant biodièsel és apreciable.

De tot l'anterior es conclou que el biodièsel, i els biocombustibles en general, es mostren com una bona alternativa als derivats del petroli. Tot i això, la producció

actual i futura de biodièsel que es pugui realitzar no pot ser suficient per a que sigui un combustible substitutiu. Així, el biodièsel esdevé tan sols una alternativa que contribuirà a la diversificació energètica obtenint, d'aquesta manera, més flexibilitat i una disminució de la dependència del petroli

S'ha de tenir present que es considera que tot el CO<sub>2</sub> emès en la utilització energètica del biodièsel havia estat prèviament fixat en el creixement de la matèria vegetal que l'havia generat. Per tant, aquests biocombustibles no contribueix a l'increment en el diòxid de carboni atmosfèric i, en conseqüència, no és responsable de l'augment de l'efecte hivernacle.

Alhora, el biodièsel comporta una sèrie d'avantatges mediambientals importants, alguns dels quals es poden trobar reflectits en la bibliografia consultada, com per exemple la disminució del sofre, que és biodegradable, que no és tòxic i que redueix la emissió d'hidrocarburs aromàtics policíclics (PAHs). D'altres avantatges s'han pogut comprovar in situ en les proves realitzades com és el cas de la disminució destacada de la opacitat dels fums.

A més, gràcies a la utilització de cultius energètics per a la producció de biodièsel, es pot millorar l'equilibri territorial permeten que la indústria utilitzi aquesta dinamització del sector per tal de donar suport a l'agricultura.

S'ha de tenir present, però, que els èsters degraden la goma i el cautxú, d'on els injectors en poden sortir perjudicats. L'ús perllongat de biodièsel 100% en vehicles amb conductes i juntes del circuit d'alimentació amb aquests materials pot produir porus o pèrdua de combustible. En l'actualitat els fabricants de vehicles han substituït el cautxú i la goma d'aquests conductes per elements de plàstics per la qual cosa només afecta en vehicles vells.

A més, el major poder dissolvent del biocombustible pot arrossegar més impureses i brutícia del dipòsit de combustible al motor. Per aquest motiu els filtres de combustible s'han de netejar i/o canviar més sovint.



El fet de tenir un punt de congelació tant alt, entre 0 i  $-5$  °C obliga a mesclar-lo amb gasoil o amb algun additiu per tal de complir amb la normativa espanyola dels gasoils d'hivern i assegurar l'arrancada en fred.

Figueres 10 de Juny de 2008.

## **10 RELACIÓ DE DOCUMENTS**

Aquest estudi està format per la següent relació de documents:

1. Memòria i Annexos:

Annex A.- Producció del biodièsel

Annex B.- Informació sobre les normes EURO de contaminació

Annex C.- Dades de les màquines utilitzades

Annex D.- Dades tècniques del vehicles Analitzats.

2. Pressupost

## **11 BIBLIOGRAFIA**

Agejas, Luis Ángel. BIOCMBUSTIBLES utilización de los aceites vegetales como energía renovable. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Secretaria general técnica centro de publicaciones. Madrid. 1996

AGERATEC ( [www.ageratec.com](http://www.ageratec.com) , febrer del 2008)

Associació Catalana del BioDiesel. ( [www.acbiodiesel.net](http://www.acbiodiesel.net) , octubre de 2007)

AVL instruments ( [www.avlditest.com](http://www.avlditest.com) , febrer del 2008, i el manual de l'usuari).

Castro Gil, Manuel-Alonso Biocombustibles. Editorial Progensa. Sevilla, 1997.

CESVA instruments. ( <http://www.cesva.com>, novembre del 2007).

Comamala i Laguna, Martí. Curs d'especialització en: Introducció a la Normativa i Teoria sobre la Contaminació en L'automòbil. Impartit a la Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona març de 1998.

Comamala i Laguna, Martí. Dossiers de Termodinàmica i Motors Tèrmica ( curs 02-03) impartit a la Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona.

Cros, M. Cultive su pròpia energí. Ed Pirámide. Madrid. 1996.

Documentació interna de Revisions de Vehicles S.A. I.T.V de Vilamalla.

Giacosa, D.Motores Endotérmicos. Ed. Científico-Médica, Barcelona 1970.

López Díaz, Manuel Àngel. El biodièsel una alternativa la transporte. Ediciones MADU. Madrid 2005.

L'Institut Català d'Energia. ( [www.icaen.es](http://www.icaen.es) , novembre del 2007 ).

PETROMIRALLES. ( [www.petromiralles.com](http://www.petromiralles.com) , Novembre del 2007)

Transportes Padrosa. ( <http://www.padrosa.com>. novembre del 2007)

Ventura, J. Estat de situació, Tendències i valoració mediambiental i Tècnica de la utilització de Biocombustibles a Catalunya. Projecte/Treball Fi de Carrera. Enginyeria Industrial. Escola Politècnica Superior. Universitat de Girona. Setembre 2005.

## **12 GLOSSARI**

B-10: Barreja de 10% de biodièsel més un 90% de gasoil.

B-20: Barreja de 20% de biodièsel més un 80% de gasoil.

B-50: Barreja de 50% de biodièsel més un 50% de gasoil.

BDP30 (B-30): Barreja de 30% de biodièsel més un 70% de gasoil.

B-100: 100% de biodièsel.

CO: Monòxid de carboni. (consultar apartat 2.5.2)

CO<sub>2</sub>: Diòxid de carboni.(consultar apartat 2.5.1)

dB: Decibel (unitat sonora).

HC: Hidrocarburs. (consultar apartat 2.5.3)

O<sub>2</sub>: Oxigen.(consultat apartat 2.5.4).

P.C.I: Poder calorífic inferior

P.O.F.F: Punt d'Obstrucció en Fred del Filtre és la temperatura mínima que pot treballar el combustible sense obturar l'element de Filtratge.

ppm: partícules per milió. (consultar apartat 2.5.3).

rpm: Revolucions per minut; és la velocitat de gir del motor.

## **13 ANNEXOS**

## ANNEX A. PLANTA PRODUCTORA DE BIODIÈSEL

### A.1 Introducció

La planta productora de biodièsel, tal i com s'ha comentat en el cos de la memòria, es troba ubicada en les mateixes instal·lacions de Transports Martínez S.L. La planta modular fabricada per l'empresa sueca AGERATEC va començar a produir biodièsel el mes d'agost del 2007.

La producció inicial fou reduïda per tal de veure com responien els vehicles. A ple funcionament, però, la planta està dissenyada per a una producció anual estimada de 6900 m<sup>3</sup> d'èsters metílics (biodièsel) i 495 m<sup>3</sup> de glicerol.

### A.2 Reacció de transesterificació

L'essència de producció d'un biodièsel és la reacció de transesterificació d'un triglicèrid en èster metílic (Castro, 1995) que es mostra a la figura A1. Aquesta reacció utilitza tres molècules de metanol i produeix, a banda de l'èster metílic, una molècula de glicerol.

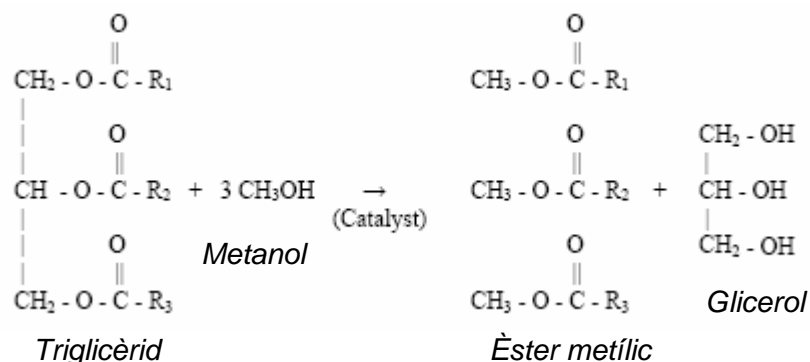


Figura A1. Reacció de transesterificació d'un triglicèrid.

En els càlculs que segueixen utilitzem la trioleïna ja que és el triglicèrid amb major contingut en els olis usats. A més, el seu pes molecular és proper al de l'oli de soja que és un dels olis més usats per a la fabricació de biodièsel arreu del món.

La reacció de transesterificació per a la trioleïna consisteix en la reacció d'una molècula de trioleïna amb tres molècules de metanol per produir tres molècules d'èster metílic (el biodièsel) i una molècula de glicerol (vegeu la Figura A2). La reacció anterior es realitza amb un 100% d'excés de metanol per tal que el producte obtingut no sobrepassi el contingut màxim en glicerol (el 0,25 % en el biodièsel, segons la norma EN 14214).

S'ha de tenir present que la trioleïna conté un 10,40 % en glicerol lligat (= 92,10 massa molecular del glicerol / 885,46 massa molecular de la trioleïna = 0,104). Aquest glicerol lligat també pot estar associat als monoglicèrids i als diglicèrids, que són la reacció parcial de la conversió dels triglicèrids a èsters.

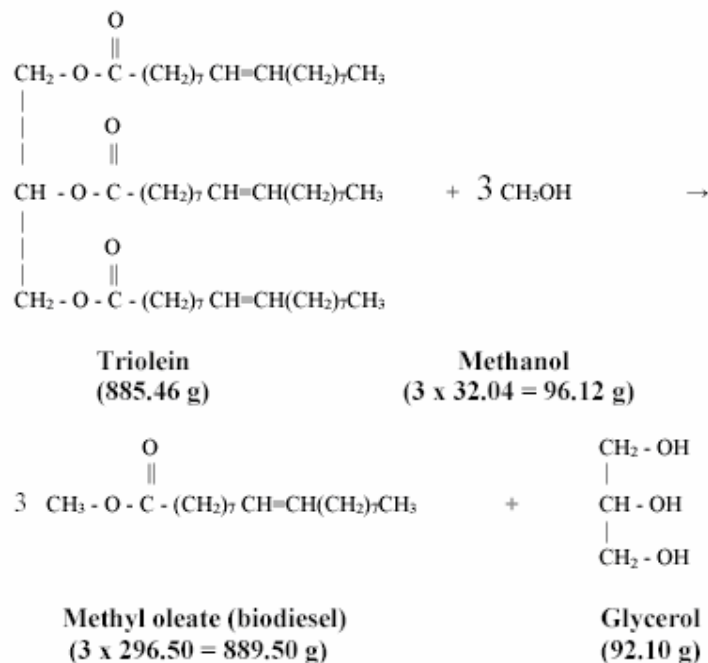


Figura A2. Reacció de transesterificació de la trioleïna amb el 100% d'excés de metanol.

De tot l'anterior, s'obté que la reacció de transesterificació, en termes de volum de producte, segueix (observeu el 100% d'excés de metanol):



La relació anterior segueix les proporcions globals de producció de biodièsel 6900 m<sup>3</sup> i de glicerol 495 m<sup>3</sup> apuntades en la introducció. Per assolir aquests valors, les necessitats de matèria primera, d'acord amb les proporcions anteriors es mostren a la taula següent:

	<b>Contingut en litres (anual)</b>
Oli	6.674.082,00
Metanol	328.196,40
Metòxid sòdic (solució al 30% en metanol)	22.066,00

Taula A1.Necessitats anuals en litres de la planta productora.

### **A.3 Procés productiu**

#### **A.3.1 Recepció i emmagatzematge de la matèria primera**

Les matèries primeres arriben a la indústria transportades mitjançant camions, que les descarreguen en la seva respectiva zona de descàrrega.

Aquestes matèries primeres són:

- Oli usat refinat de fregiduria / oli refinat de soja, palma, etc.
- Catalitzador. (Metòxid sòdic)
- Metanol.
- Additius per a la conservació i anticongelant per l'hivern.



### **A.3.2 Control de qualitat de la matèria primera**

Cal destacar la diferent naturalesa de la matèria primera fonamental (l'oli) en funció dels costos d'adquisició. Per això, s'encarreguen controls de qualitat a empreses externes especialitzades. En particular, per a cada partida d'oli que entra a la indústria es realitzen els controls analítics següents:

- Humitat.
- Índex d'acidesa.
- Índex de saponificació.
- Índex de iode.

### **A.3.3 Elaboració del biodièsel**

El procés d'elaboració del producte es controla des d'un sistema SCADA, que supervisa totes les variables crítiques del procés. S'ha de tenir present que l'elaboració del biodièsel comporta la utilització de matèries inflamables i que, per tant, tot el procés necessita un control rigorós.

#### A.3.3.1.-Preparació de l'oli

Inicialment, l'oli es sotmet a un procés de filtrat i de centrifugat per tal que arribi al reactor en les condicions òptimes.

#### A.3.3.2.-Reacció

Una vegada l'oli s'hagi condicionat correctament en l'etapa anterior, es transporta cap al reactor. És aquí a on es mescla l'oli, el metanol i el catalitzador en les proporcions adients. Un cop feta la mescla, el reactor inicia l'agitació que dura 20 minuts a una temperatura de 50 °C.

#### A.3.3.3.-Recuperació del metanol

Un cop passats els 20 minuts d'agitació i escalfament en el reactor, comença l'extracció del metanol en excés mitjançant l'acció d'una bomba de buit que opera a 300 mbar de pressió. Aquest procés dura 10 minuts.

#### A.3.3.3.-Separació dels productes

Ara, el glicerol i els èsters metílics que són els productes de la mescla dels reactius inicials es condueixen fins a un dipòsit pulmó. És aquí on continua el procés de centrifugar que separa els productes. El glicerol es destina al seu dipòsit d'emmagatzematge final. Els èsters obtinguts s'envien al procés de rentat.

#### A.3.3.4.-Rentat

Aquí es realitza un rentat amb aigua dels els èsters metílics obtinguts.

#### A.3.3.5.- Filtrat dels èsters

Un cop nets, els èsters metílics produïts es sotmeten a un procés de filtrat de seguretat, mitjançant un filtre amb una llum de malla de 100 µm.

#### A.3.3.6.-Control de qualitat dels èsters

La qualitat dels èsters ja rentats i filtrats s'analitza mitjançant un sensor dielèctric. En temps real es pot observar l'estat dels èsters produïts en la pantalla del PC, ubicada en la sala de control. D'aquesta forma, es disposa de la possibilitat de corregir el més ràpid possible qualsevol anomalia que es pugui produir en el procés.

#### A.3.3.7.-Reutilització de l'aigua de rentat

Per tal de no malmetre una quantitat excessiva d'aigua, i alhora no incomplir la normativa vigent en quant a reglament guia de l'ús i els abocaments d'aigües residuals al clavegueram, l'aigua del rentat s'aboca en un dipòsit per a poder ser reutilitzada.

D'aquesta aigua es controla el Ph, la conductivitat i la temperatura. En cas de sobrepassar els valors límit establerts, l'aigua es tracta adequadament abans de ser reutilitzada per altres usos.

#### A.3.3.8.-Additivament

L'ús de biodièsel està reglamentat per la norma EN 14204. En aquesta norma s'obliga al biodièsel produït a l'Estat Espanyol a complir un determinat punt d'obstrucció del filtre fred. A l'estiu, aquest punt ha d'ésser igual o inferior als 0°C, i a l'hivern igual o inferior als -15°C.

Assajos ens èsters metílics d'olis usats per altres autors donen uns -5.3 °C de mitjana en aquest paràmetre, variant entre un rang de temperatures de 0 a -14 °C. Per això, el biodièsel en els mesos d'hivern necessita utilitza additius anticongelants com per exemple el Lubrizol 7680 (en concentracions de 2000 ppm) i mesclar-ho amb combustibles fòssils amb percentatges de l'ordre del 50% o superiors en gasoil.

D'altra banda, i degut a que la destinació del biodièsel produït per la planta es consumeix gairebé immediatament en la flota pròpia de vehicles de Transports Martínez S.L., no es considera necessari incorporar-hi conservants per evitar la degradació del producte (el període d'estocatge és inferior a tres setmanes).

#### A.3.3.9.-Control de qualitat del producte acabat

Donat que el glicerol no és el producte objectiu, només es realitzen controls als èsters metílics. Així, el producte elaborat es sotmet a diferents proves analítiques per tal de determinar-ne la qualitat i el compliment dels paràmetres establerts en la normativa Euro Standard EN 14214.

#### A.3.3.10.-Expedició del producte acabat

Èster:

Una vegada realitzat tot el procés anterior, els èsters metílics (biodièsel) es porten als dipòsits d'emmagatzematge. El producte en aquests tancs té una rotació de 20 dies com a màxim degut a la demanda de la flota pròpia. Cal notar que per a un emmagatzematge superior a 20 dies, caldria afegir un conservant apropiat als èsters per evitar-ne la degradació.

Glicerol:

Aquest producte no és objecte de tractament en la indústria. Aquest es destina a un dipòsit d'emmagatzematge, d'on és recollit i traslladat a empreses refinadores en un termini de 3 setmanes per la seva posterior venda.

**A.4 Diagrama de flux del procés productiu**

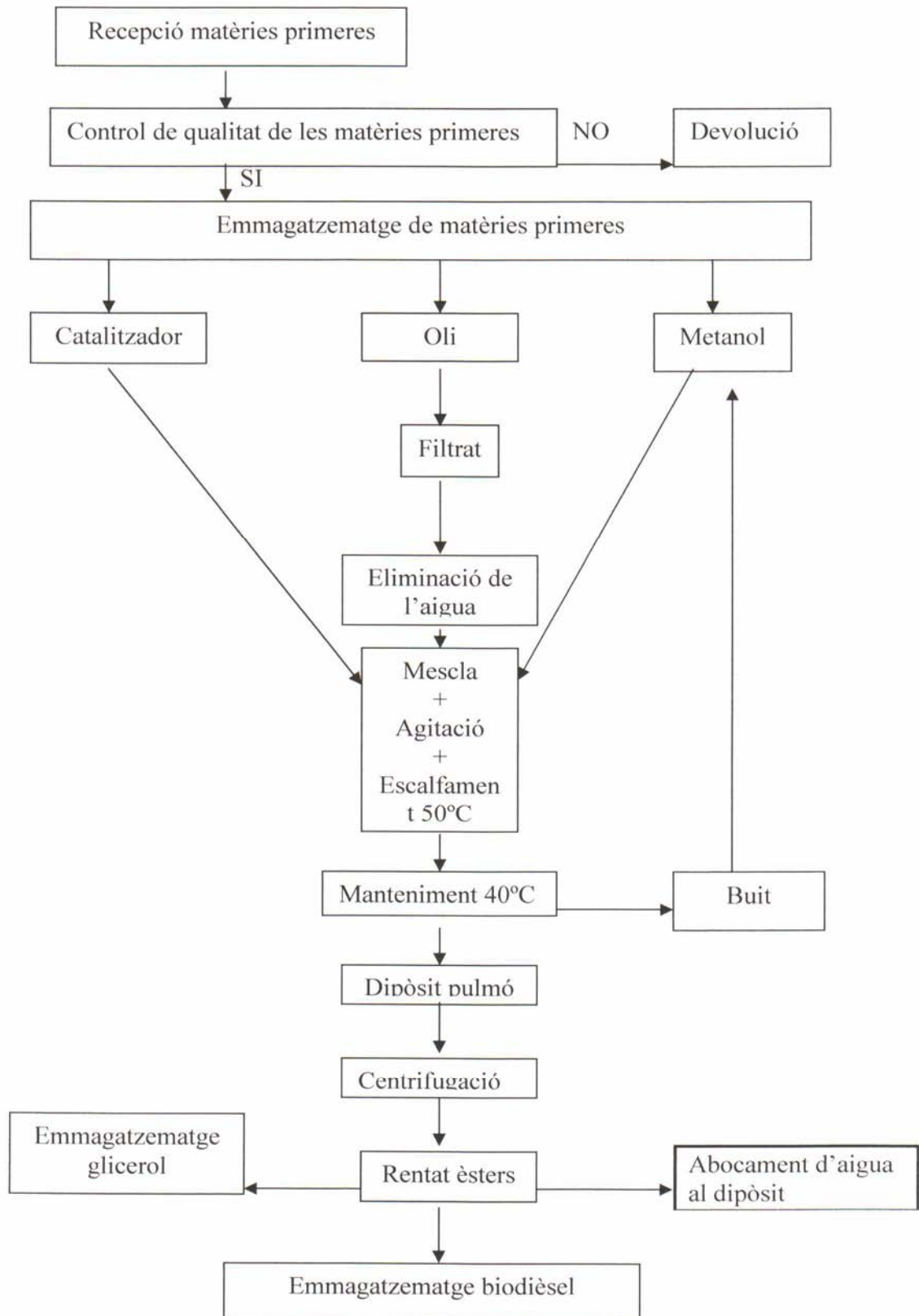


Figura A3. Diagrama de flux del procés productiu.

## **A.5 Imatges de la instal·lació**

A continuació mostrem un seguit d'imatges de la planta productora modular.

### **A.5.1.- Reactors**

Aquesta instal·lació disposa de dos reactors centrífugs muntats en sèrie (veieu la figura A4). Els contenidors de 1000 litres dins de les gàbies metàl·liques del costat dels reactors corresponen al dipòsit de metanol i al d'additius (un antioxidant, un conservant si cal, i un anticongelant per a l'hivern). També és pot veure, a la part dreta de la figura A4, un dels tancs d'emmagatzematge de la matèria primera (oli) que, mitjançant l'acció d'una bomba, entra als reactors. D'aquesta forma, el procés es pot fer en continu.



Figura A4. Vista dels reactors centrífugs.

El primer reactor en rebre l'oli fa la reacció de transesterificació i el segon es dedica a separar el glicerol i fer la neteja dels ésters metílics.

#### **A.5.2 Dipòsits d'emmagatzematge de l'èster metílic (biodièsel)**

Aquesta instal·lació consta de 3 dipòsits de 60 m<sup>3</sup> cadascun. Dos d'aquests dipòsits s'utilitzen per guardar el biodièsel produït i el tercer es destina a emmagatzemar el glicerol (veieu la figura A5).



Figura A5. Dipòsits d'emmagatzematge.

### A.5.3 Panell de control del sistema SCADA

Finalment mostrem a la figura A5 el panell de control del sistema. Es tracta d'una pantalla tàctil que dóna en temps real totes les variables del procés (temperatura, massa, etc.). Des de la mateixa pantalla tàctil, es pot reprogramar la temperatura del procés, additivar-lo, controlar els cabals dels reactius, additius i productes, etc. En la mateixa pantalla també ens indica de la qualitat dels èsters.

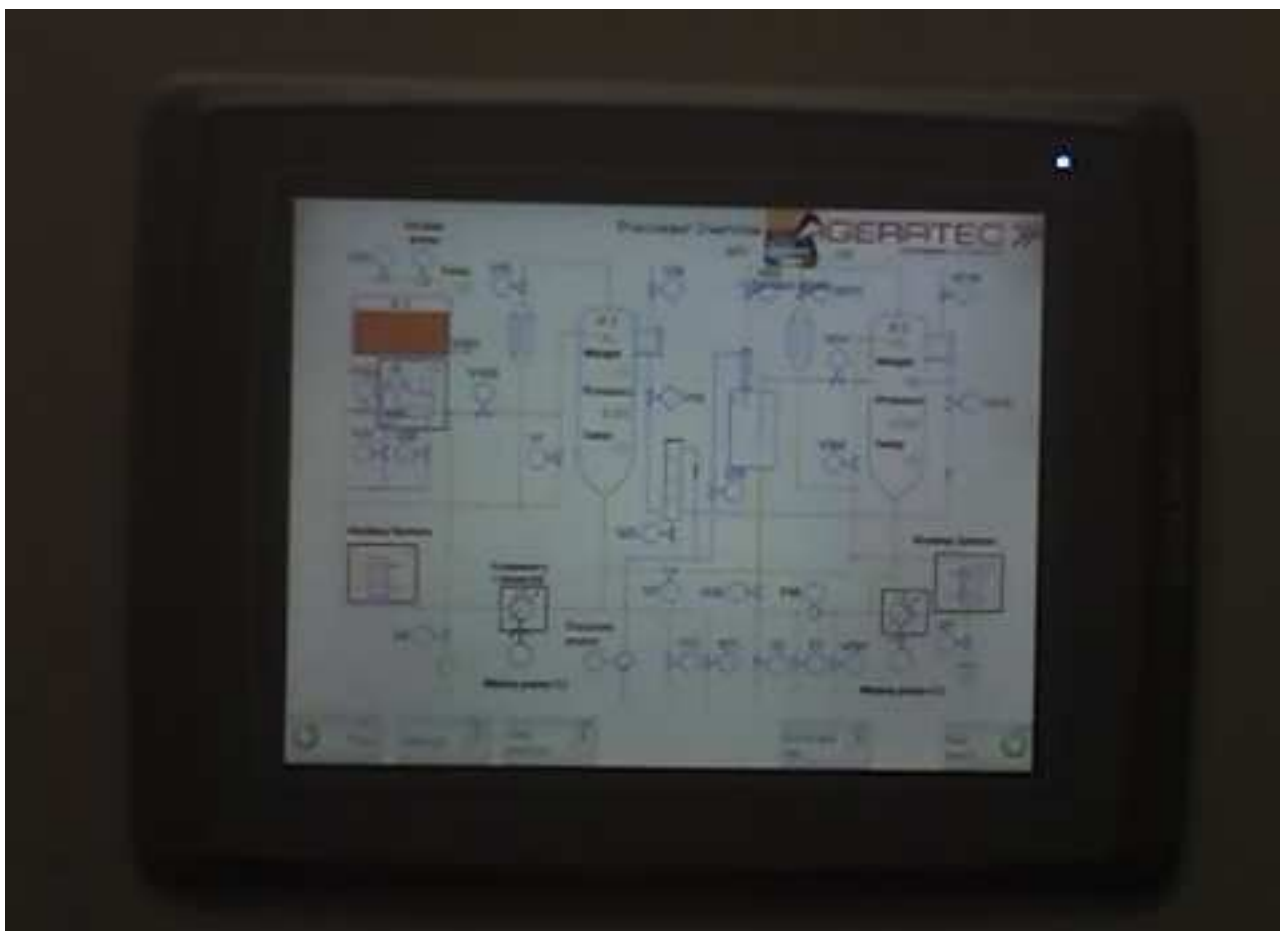


Figura A5. Panell de control.



## ANNEX B. INFORMACIÓ SOBRE LES NORMES EURO

### B.1 Introducció

A cotinuació mostrem una sèrie d'informació sobre les normes Euro que considerem rellevant per a la realització del projecte.

### B.2 Fases d'aplicació de la directiva d'emissions

#### FASES D'APLICACIÓ DIRECTIVA D'EMISSIONS 2005/55/CE \* 2005/78\*2006/51

##### FASES EURO 4 i EURO 5.

Aplicació als vehicles N1, N2, N3, M2 i M3 homologats en base a la directiva 88/77/CE  
Aplicació de les diferents fases de la Directiva 2005/55/CE

##### Annex I de la directiva. Valors d'homologació

*Tabla 1*

Valores límite para las pruebas ESC y ELR

Fila	Masa de monóxido de carbono (CO) g/kWh	Masa de hidrocarburos (HC) g/kWh	Masa de óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) g/kWh	Masa de partículas (PT) g/kWh		Humos m <sup>-1</sup>
				0,10	0,13 (*)	
A (2000)	2,1	0,66	5,0	0,10	0,13 (*)	0,8
B 1 (2005)	1,5	0,46	3,5	0,02		0,5
B 2 (2008)	1,5	0,46	2,0	0,02		0,5
C (VEM)	1,5	0,25	2,0	0,02		0,15

(\*) Para motores con una cilindrada unitaria inferior a 0,75 dm<sup>3</sup> y un régimen de potencia nominal superior a 3 000 min<sup>-1</sup>.

##### Dates d'aplicació de les files A, B1 i B2

Fase d'aplicació	Nous Tipus	Nova matricula	Finals de sèrie a matricular abans de:
Fila A (Euro 3)	--	--	Complets: 01/10/2007 Completats: 01/04/2008
Fila B1 (Euro 4)	01/10/2005	01/10/2006	--
Control dels NO <sub>x</sub> (Euro 4) Només motors diesel		01/10/2007	Complets: 01/10/2008 Completats: 01/04/2009
Fila B2 (Euro 5)	01/10/2008	01/10/2009	

En el cas de vehicles final de sèrie Euro 4 es posarà la següent anotació a la targeta d'ITV:

**"Vehículo final de serie. No cumple directiva 2005/55\*2006/51/CE. A matricular antes del ....."**  
(01/10/2008 vehicles complets, 01/04/2009 vehicles completats)

Figura B1. Fases d'aplicació EURO 4, EURO 5.

### B.3 Identificació de l'homologació d'emissions Euro 4 i Euro 5

#### IDENTIFICACIÓ DE LA HOMOLOGACIÓ D'EMISSIONS Euro 4 i Euro 5

La contrasenya d'homologació d'emissions en relació a la directiva 2005/55 incorpora alguna de les lletres de la primera columna del quadre publicat amb la directiva 2006/51/CE. Per exemple: e1\*2005/55\*2006/51C\*

La lletra C indica que es tracta d'un motor diesel **euro 4** amb control de NOx.

Les lletres E i G indiquen que es tracta de motors diesel **euro 5** amb control de NOx.

Notes.-

1.- Per tal de garantir el control dels NOx, els requisits a complir des del 1 d'octubre de 2007 consisteixen en el propi control dels sistemes del motor, control del reactiu (AdBlue), i mesures dissuasòries en relació a la manipulació del post-tractament amb el reactiu (caiguda del par motor)

2.- Els motors d'encesa per guspira, de gas, no requereixen el sistema de control dels NOx.

\*4) Cuadro de los caracteres que deben utilizarse según las diferentes fechas de aplicación establecidas en la Directiva 2005/55/CE:

Carácter	Fila (*)	Primera etapa DAB (**)	Segunda etapa DAB	Durabilidad y en uso	Control de NO <sub>x</sub> (***)
A	A	—	—	—	—
B	B1(2005)	SÍ	—	SÍ	—
C	B1(2005)	SÍ	—	SÍ	SÍ
D	B2(2008)	SÍ	—	SÍ	—
E	B2(2008)	SÍ	—	SÍ	SÍ
F	B2(2008)	—	SÍ	SÍ	—
G	B2(2008)	—	SÍ	SÍ	SÍ
H	C	SÍ	—	SÍ	—
I	C	SÍ	—	SÍ	SÍ
J	C	—	SÍ	SÍ	—
K	C	—	SÍ	SÍ	SÍ

(\*) De conformidad con el anexo I, punto 6, tabla 1, de la Directiva 2005/55/CE.

(\*\*) De conformidad con el artículo 4 de la Directiva 2005/55/CE, los motores de gas están excluidos de la primera etapa del DAB.

(\*\*\*) De conformidad con el anexo I, punto 6.5, de la Directiva 2005/55/CE.

Terrassa, 5 d'octubre de 2007

Figura B2. Identificació vehicles EURO 4 , EURO 5.

**B.4 Nota tècnica sobre motors Euro 4**

**Nota Técnica sobre Motores Euro 4**

Septiembre 2006:



**Obligatoriedad:**

El Real Decreto 2028/1986, en su Orden ITC/445/2006, de 14 de febrero, por la que se actualizan los anexos I y II del Real decreto 2028/1986, de 6 junio, sobre las normas para la aplicación de determinadas Directivas de la CE, relativas a la homologación de tipo de vehículos automóviles, remolques, semirremolques, motocicletas, ciclomotores y vehículos agrícolas, así como de partes y piezas de dichos vehículos\*, determina la obligatoriedad para nuevas matrículas desde el día **1 de Octubre de 2006** de vehículos equipados con

motores que cumplan la **Norma Euro 4**.

Emisiones Diesel pesados	88/77	-	-	Reglamento CEPELONU 49R02 (L)	(1) Para los motores destinados a re-cambios de los vehículos en circulación se acepta la homologación según la directiva 1999/96.
	1/542	-	-		
	91	-	-		
	1999/96	-	-		
	2001/27	-	(A) (1)		
2005/55 (1)	(A)	(A1-10-2006) (A*) (1)			(2) Deroga las 88/77*2001/27 a partir de 9-11-2006
2005/78 (1)	(A9-11-06) (A*)	(A9-11-06) (A*)			(3) Fechas para fila III. Para fila III: 1-10-2008 y 1-10-2009.
					(4) Directiva para la aplicación de la 2005/55

**La Directiva afectada es la 2005/55/CE que determina la obligatoriedad para Nuevas Matrículas a partir del día 1 de Octubre de 2006 el cumplimiento de la Norma Euro IV para motores.**

*Directiva 2005/55/CE del parlamento europeo y del consejo, de 28 de septiembre de 2005, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las medidas que deben adoptarse contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de motores de encendido por compresión destinados a la propulsión de vehículos, y contra la emisión de gases contaminantes procedentes de motores de encendido por chispa alimentados con gas natural o gas licuado del petróleo destinados a la propulsión de vehículos (1)*

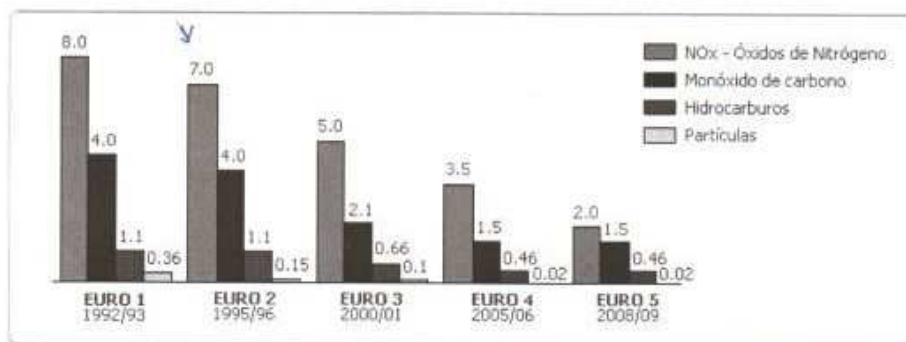
Fechas de entrada en vigor de los distintos formatos de motores:

Figura B3. Nota tècnica sobre els motors que compleixen norma Euro 4.

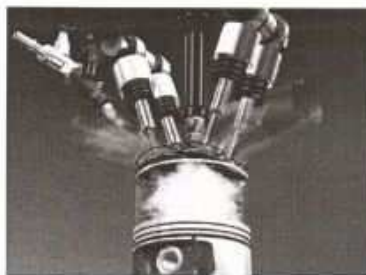
### B.5 Dates d'entrada en vigor i nivells màxims d'emissions

ENTRADA EN VIGOR		
MOTORES		
	Nuevos Tipos	Nuevas Matriculas
Euro 3	1/10/2000	1/10/2001
Euro 4	1/10/2005	1/10/2006
Euro 5	1/10/2008	1/10/2009

Distintos niveles de emisiones requeridos para los motores desde la Norma Euro 1(año 92/93) hasta la próxima entrada en vigor de la Norma Euro 5. (2008/2009):



#### Ámbito de Aplicación Directiva 2005/55/CE (:



Se aplicará a los gases y partículas contaminantes de **todos los vehículos equipos con motores de encendido por compresión** y a los gases contaminantes de **todos los vehículos equipados con motores de encendido por chispa** alimentados con gas natural o GLP, y a los motores de encendido por compresión y motores de encendido por chispa tal y como se definen en el artículo 1, **con excepción de los vehículos de las categorías N1, N2 y M2 cuya certificación ha sido expedida de conformidad con la Directiva 70/220/CEE** del Consejo de 20 de marzo de 1970, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de medidas contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor.

#### Ámbito de aplicación de la Directiva 70/220/CE

Párrafo introducido por la Directiva 91/441/CEE

Figura B4. Dates d'entrada en vigor i nivells màxims de les normes EURO.

A petición de los fabricantes, la homologación de la presente Directiva englobará no sólo a los vehículos y a homologados de las categorías M1 o N1 equipados con motores de combustión interna, sino también a los vehículos de las categorías M2 y N2 cuya masa de referencia no sobrepase los 2040 kg y que cumplan las condiciones del punto 6 del presente Anexo (ampliación de la homologación CEE).

Como resumen y en modo simplificado se ha de tener en cuenta:

- Todo vehículo con MTMA > 3500 Kg deberá llevar motorización Euro IV a partir del 1/10/2006
- Un N1 podría llevar Euro 4, pero si la certificación de emisiones está realizada conforme a la Directiva 70/220/CEE, podría llevar Euro 3, hasta la modificación próxima de Enero de 2007.

Es imposible comprobar en la documentación si el vehículo certifica por Directiva 70/220/CE

**Posible comprobación en ITV a partir del día 1 de octubre de 2006.**  
**Inspecciones previas a la matriculación.**



Quando un vehículo llegue a una estación de ITV a realizar una inspección previa a matriculación a partir del próximo día **1 de Octubre de 2006**, habrá de comprobarse entre otras directivas parciales reflejadas en la columna de nuevas matrículas del RD2026/1986, el **cumplimiento de la Directiva 2005/55/CE**, lo que implica el conocer si el vehículo lleva una motorización que cumpla con las especificaciones de la **Norma Euro 4**

Es muy difícil poder identificar si un vehículo equipa un motor Euro 4 ó Euro 3. En reunión celebrada recientemente con ANFAC y ANIACAM, algunos fabricantes de vehículos se ofrecieron a facilitar la identificación de sus motorizaciones, ya que este extremo no aparece en la tarjeta ITV tipo B, ó certificado de carrozado.

**Formas de identificar si un vehículo cumple la Norma Euro IV.**

- Identificado en el propio vehículo.
- Identificado en la documentación del vehículo.
- Mediante listados de motorización facilitados por los fabricantes y posterior identificación en el vehículo.
- Mediante certificación por el propio fabricante.
- Incluido en un listado fin de serie cumpliendo Norma Euro 3.

**Vehículos Fin de serie**

Debido a que la Directiva 2005/55/CE es una Directiva que se inscriban en el marco del procedimiento de homologación establecido por la Directiva 70/156/CEE por lo que según lo se indicado en su artículo 8: de exenciones y procedimientos alternativos donde se determinan los siguientes plazos para los vehículos fin de serie:

*Esta obligación se limitará a un período de 12 meses para los vehículos completos y de 18 meses para los vehículos completados a partir de la fecha en que la homologación hubiere caducado.*

Estamos a la espera de que el Ministerio de Industria nos pueda facilitar los listados fin de serie diligenciados o sellados, que los fabricantes hayan presentado donde se incluirán las marca y bastidor de cada uno de los vehículos que se acojan al fin de serie indicado.

Figura B5. Identificació de vehicles i vehicles fi de sèrie.

## **ANNEX C. INFORMACIÓ TÈCNICA DELS APARELLS DE MESURA**

### **C.1 Introducció**

Aquest annex mostra la informació tècnica rellevant sobre els aparells de mesura utilitzats en el present projecte. De forma més concreta, aquí mostrem la precisió dels aparells utilitzats i el seu rang de mesura. Per a propòsits il·lustratius mostrem també imatges d'aquests aparells.

### **C.2 Analitzador de quatre gasos**



Figura C1. Part frontal de l'analitzador de quatre gasos.

## C.2.1 Dades tècniques de l'analitzador

<b>AVL</b> 4000		Datos Técnicos
<b>6. Datos Técnicos</b>		
Monitor	Pantalla LC (cuarto de formato VGA), con capacidad gráfica, con alto brillo y contraste, pantalla retroiluminada	
Operación	6 teclas de función Puede ser conectado un teclado Standard PC	
Impresora	Impresora matricial integrada opcional (con capacidad gráfica adecuada para documentos) o Impresora externa (Epson-compatible)	
Transporte de datos	Tarjeta de memoria (PCMCIA standard) para programas opcionales, base de datos, entrada soft y cambio de datos con PCs	
Medición principal	CO, HC, CO <sub>2</sub> O <sub>2</sub> NO (opción)	Medición por infrarrojos Medición electroquímica
Temperatura de uso	+5 ... +43° C +1 ... +52° C +5 ... +35° C	Mediciones precisas Preparado para medir Con sensor NO (pico de -43° C)
Temp. de almacenamiento	20 ... +60° C 20 ... +50° C -10 ... +43° C 0 ... +52° C	Con sensor de O <sub>2</sub> Con sensor de NO Con agua en los filtros y/o bomba
Humedad aire	90 % max., no condensada	
Alimentación	195...253 V, 47...63 Hz	
Potencia	150 VA	
Dimensiones	475 x 431 x 230 mm (ancho x largo x alto)	
Peso	AVL DiSmoke 4000	11.0 kg
	AVL DiGas/DiCom 4000	17.7 kg
Cámara medición opacidad		
Calef. cámara	90° C	
Longitud efectiva	0.215 m ± 0.002 m	
Temp. Máx. gas	200° C	
Dimensiones	395 x 285 x 136 mm	
Peso	1.5 kg	
En su momento de medida 4-gas	Intervalos de calibración	12 meses
	Caudal nominal	360 %
	Caudal mínimo	180 %
	Caudal total	180 ... 300 %
	Caudal gas de calibración (a 0.4...0.6 bar)	90 ... 180 %

Figura C2. Dades tècniques de l'analitzador de quatre gasos (full 1 de 2).

Parámetros de medición

	Rango de medida	Resolución	DiGas	DiSmoke	DiCo m
Opacidad	0 ... 100%	0.1 %	•	•	•
Absorción (valor k)	0 ... 9999 1/°	0.01 1/°		•	•
Tempo aceleración	0 ... 5 s	0.1 s		•	•
RPM <sup>2</sup>	250 ... 8000 rpm	10 rpm	•	•	•
Temperatura de aceite	0 ... 120° C	1° C	•	•	•
CO	0 ... 10 % vol.	0.01 % vol.	•		•
CO <sub>2</sub>	0 ... 20 % vol.	0.1 % vol.	•		•
HC	0 ... 20000 ppm vol.	1 ppm vol.	•		•
O <sub>2</sub>	0 ... 23 % vol.	0.01 % vol.	•		•
NO	0 ... 9000 ppm vol.	1 ppm vol.	•		•
Angulo crutche sen PMS Estroboscopio	-60 ... 100° CA 0 ... 60° CA	0.1° CA 0.1° CA	•		•
Angulo Wheel	0 ... 100 %	0.1 %	•		•

Cumple con todos los requerimientos especificados en la norma NORM OIML R99 CLASS 1.

<sup>2</sup> Para obtener una señal válida de rpm con un transductor clamp-on, debe existir una señal válida de velocidad generada por el motor.

Conformidad

89/336/EEC Directiva sobre Compatibilidad Electromagnética

Acorda con los siguientes standards:

EN 50081-1 Generic Emission Standard 1992

EN 50082-1 Generic Immunity Standard 1992

73/23/EEC Directiva baja tensión

Acorda con los siguientes standards:

EN 61010-1 Requerimientos de seguridad de equipos eléctricos para

Medición, Control y utilización en Laboratorio 1993/95

Figura C3. Dades tècniques de l'analitzador, rangs de mesura (full 2 de 2).



## C.2.2 Dades del certificat de calibratge de l'analitzador

BOMBONA 1:													
	Nominal Patró ( $X_0$ )	Incertesa Patró ( $t_0$ )	Valors obtinguts ( $X_i$ )					Mitja $\bar{X}_n$	Error màxim admès	Exactitud $\delta X_n$	Desviació $S_n$	Incertesa màxima admissible	Incertesa $t$
			1	2	3	4	5						
CO	1,007	1,00E-02	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	0,06	0,00	0,004	0,120	0,015
CO2	13,02	1,00E-02	13,30	13,40	13,40	13,30	13,40	13,4	0,40	-0,34	0,055	0,800	0,695
O2	0,998	1,00E-02	1,07	1,06	1,06	1,07	1,06	1,06	0,10	-0,07	0,005	0,200	0,133
ppm	100	1,00E-02	110	112	113	112	112	112	12,00	-11,37	1,095	24,000	22,913
$\lambda$ calculat	1,014	1,00E-02	1,016	1,016	1,017	1,016	1,017	1,02	0,10	0,00	0,001	0,200	0,011

BOMBONA 2:													
	Nominal Patró ( $X_0$ )	Incertesa Patró ( $t_0$ )	Valors obtinguts ( $X_i$ )					Mitja $\bar{X}_n$	Error màxim admès	Exactitud $\delta X_n$	Desviació $S_n$	Incertesa màxima admissible	Incertesa $t$
			1	2	3	4	5						
CO	1,988	1,00E-02	1,99	2,00	1,99	1,99	2,00	1,99	0,06	-0,01	0,005	0,119	0,040
CO2	14,03	1,00E-02	14,3	14,4	14,4	14,3	14,4	14,4	0,56	-0,33	0,055	1,122	0,756
O2	2,06	1,00E-02	2,09	2,09	2,09	2,10	2,09	2,09	0,06	-0,03	0,004	0,124	0,071
ppm	664	1,00E-02	686	687	688	687	688	687	33,20	-23,24	0,837	66,366	46,827

BOMBONA 3:													
	Nominal Patró ( $X_0$ )	Incertesa Patró ( $t_0$ )	Valors obtinguts ( $X_i$ )					Mitja $\bar{X}_n$	Error màxim admès	Exactitud $\delta X_n$	Desviació $S_n$	Incertesa màxima admissible	Incertesa $t$
			1	2	3	4	5						
CO	3,003	1,00E-02	2,99	3,00	2,99	3,00	3,00	3,00	0,09	0,007	0,005	0,180	0,041
CO2	15,05	1,00E-02	15,4	15,3	15,4	15,3	15,3	15,3	0,60	-0,290	0,055	1,204	0,887
O2	5,015	1,00E-02	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,15	0,015	0,000	0,301	0,032
ppm	1093	1,00E-02	1119	1118	1120	1119	1118	1119	54,64	-26,092	0,837	109,271	52,486

Figura C4. Dades extretes del Certificat de calibratge de l'analitzador.

Error màxim admes segons les dades facilitades per la ITV de Vilamalla :

**CO** tindria un error màxim admès d'un +,- 0,06% per mostres inferiors al 1% en vol.

**CO2** tindria un error màxim admès d'un +,- 0,4% per mostres inferiors al 13% en vol.

**O2** tindria un error màxim admès d'un +,- 0,15% per mostres superiors al 5% en vol.

**Ppm** tindria un error màxim admès d'un +,-12ppm per mostres superiors a les 100 ppm.

**Factor Lambda** Tindrà un error màxim admès de 0,1 unitats.

Aquestes dades han estat extretes de l'analitzador a base de fer proves amb bombones de gasos patró degudament homologades per fer el calibratge tal com és mostra en la figura C4.

### C.3 Opacímetre



Figura 7C. Imatge de la part frontal de l'opacímetre.

#### C.3.1 Característiques tècniques del opacímetre

Remetre's a l'apartat C.1.1, figura C3; de les tres variants possibles que té la màquina de gasos ( DiGas, DiSmoke, DiCom) és la variant DiSmoke de la AVL 4000 tal com és mostra en el quadre de la figura C3.

### C.3.2 Certificat de Calibratge de l'opacímetre

MESURES EFECTUADES I VALORS OBTINGUTS

	Nominal Patró ( $X_0$ ) %	Incertesa Patró ( $I_0$ ) %	Valors obtinguts ( $X_i$ )					Mitja - $\bar{X}_0$	Error màxim admès	Exactitud $\Delta X_0$	Desviació $S_0$	Incertesa màxima admissible	Incertesa $\pm I_1$
			1	2	3	4	5						
			LENT 1	29,67	0,46	30,4	30,3						
LENT 2	47,02	0,35	47,5	47,6	47,6	47,5	47,5	47,54	4,00	-0,520	0,055	8,000	1,106
LENT 3	73,93	0,17	75,2	75,4	75,3	75,3	75,4	75,32	4,00	-1,390	0,084	8,000	2,794

Figura C8. Certificat de Calibratge.

El calibratge de l'opacímetre és fa a partir de lents patró tal com s'indica a la figura C8, d'aquesta figura és desprèn que l'error màxim admès sobre la mesura es d'un +,-4%.

## C.4 Sonòmetre



Figura C11. Imatge de la part frontal del sonòmetre.

## C.4.1 Característiques tècniques del sonòmetre CESVA SC15

MANUAL D'INSTRUCCIONS

SC15-c

## ESPECIFICACIONS TÈCNIQUES

### Marge de mesura

- Funcions  $L_E$ ,  $L_{A}$  i  $L_{C}$

Límit inferior:	0 dB
Límit superior:	137,0 dB
Límit superior per factor de cresta 3:	130,0 dB
Marge de referència:	50,0 o 120,0 dB
Soroll elèctric a 20°C (sense preamplificador)	
amb ponderació freqüencial A:	9,5 dB (típic)
amb ponderació freqüencial C:	9,0 dB (típic)
Soroll total a 20°C (elèctric més tèrmic del micròfon)	
amb ponderació freqüencial A:	26,5 dB (típic)
amb ponderació freqüencial C:	32,0 dB (típic)

- Funció  $L_{CP}$

Límit inferior:	70,0 dB
Límit superior:	140,0 dB

### Detector rms - Funcions $L_r$ i $L_s$

Compleix la norma EN 60651:1994/A1 classe 2 (anterior norma equivalent: UNE 20 464-90).  
Per la calibració elèctrica s'ha d'utilitzar l'adaptador ADM400P05.

L'error màxim de la resposta màxima a un tren d'impulsos de senyals sinusoidals:

Funció	Duració del tren de impulsos (ms)	Error màxim (dB)
$L_r$	200	-1,0
	50	-2,0
	20	-2,5
	5	-3,0
$L_s$	2.000	-1,0
	500	-1,0
	200	-2,5
	50	-3,0

Aquesta entron diu de les toleràncies per a classe 1.

Error màxim per senyals amb factor de cresta < 3:  $\pm 1,0$  dB

Excés de lectura màxim:

$L_r$ :	0,5 dB
$L_s$ :	1,0 dB

Error màxim de linealitat de nivell (31,5 a 8.000 Hz):  $\pm 0,7$  dB (classe 1)

Error màxim de linealitat diferencial de nivell (31,5 a 8.000 Hz):  $\pm 0,5$  dB

Freqüència més baixa per la que l'error de distorsió de no-linealitat a 137 dB és inferior a 1 dB, amb ponderació freqüencial A: 630 Hz

Figura C12. Característiques tècniques del sonòmetre (full 1 de 5).

MANUAL D'INSTRUCCIONS

SC15-c

**Detector de pic - Funció  $L_{CPA}$**

Temps de pujada: < 75  $\mu$ s

**Primitjador - Funció  $L_{eqT}$**

Compleix la norma EN 60804:1994/A2 classe 2 (anterior norma equivalent: UNE 20493-93).

Rang de linealitat: 100 dB

Rang de pols: 55 dB

Temps de resposta per a un senyal d'entrada constant: 2 s

Freqüència més baixa per a la qual l'error de distorsió de no-linealitat a 117 dB és inferior a 1 dB, amb ponderació freqüencial A: 630 Hz

**Ponderació freqüencial**

Compleix la norma EN 60651:1994/A1 classe 2 (anterior norma equivalent: UNE 20464-90).

Les ponderacions freqüencials disponibles per a cada funció són:

Funció	Ponderació
$L_{CPA}$	C
$L_T$	A o C
$L_S$	A o C
$L_{eqT}$	A o C

En la següent taula apareixen les ponderacions freqüencials A i C així com la tolerància per a classe 2.

Freqüència (Hz)	Ponderació A (dB)	Ponderació C (dB)	Tolerància per a classe 2 (dB)
16	-50,7	-8,5	-5, -0
31,5	-39,4	-3,0	$\pm 3$
63	-26,2	-0,8	$\pm 2$
125	-16,1	-0,2	$\pm 1,5$
250	-8,6	-0,0	$\pm 1,5$
500	-3,2	-0,0	$\pm 1,5$
1.000	0	0	$\pm 1,5$
2.000	+1,2	-0,2	$\pm 2$
4.000	+1,0	-0,8	$\pm 3$
8.000	-1,1	-3,0	$\pm 5$
16.000	+6,6	-8,5	-5, -0

**Sortida DC**

Sensibilitat: 10 mV/dB  
 Límit superior: 1,4 V (140 dB)  
 Impedància de sortida: 100  $\Omega$   
 Error màxim:  $\pm 4$  mV (10,4 dB respecte el valor de pantalla)

Figura C13. Característiques tècniques del sonòmetre (full 2 de 5).

MANUAL D'INSTRUCCIONS		SC15-c															
<b>Sortida AC</b>																	
Ponderació freqüencial:		lineal															
Sensibilitat a 1 kHz:		2,8 Vrms (típic)															
Límit superior:		4,5 Vrms (típic)															
Impedància de sortida:		300 $\Omega$															
<b>Microfon</b>																	
Model <b>CESVA P-05</b>																	
És un microfon de condensador prepolaritzat amb el preamplificador incorporat.																	
Sensibilitat nominal:		16 mV/Pa en condicions de referència															
Impedància equivalent:		3000 $\Omega$ (típic)															
Efecte de la pantalla antiviento:		< 1 dB per a freqüències < 10 kHz < 3 dB per a freqüències < 12,5 kHz															
Correcció de pressió constant a camp lliure:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Freqüència (Hz)</th> <th>Correcció (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>31,5 - 500</td> <td>0,0</td> </tr> <tr> <td>1.000</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>2.000</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>4.000</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>8.000</td> <td>1,8</td> </tr> </tbody> </table>			Freqüència (Hz)	Correcció (dB)	31,5 - 500	0,0	1.000	0,1	2.000	0,3	4.000	0,5	8.000	1,8			
Freqüència (Hz)	Correcció (dB)																
31,5 - 500	0,0																
1.000	0,1																
2.000	0,3																
4.000	0,5																
8.000	1,8																
<b>Directivitat</b>																	
Variació de la sensibilitat a 30° i 90°:																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Freqüència (Hz)</th> <th>30° (dB)</th> <th>90° (dB)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.000</td> <td>0,3</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>2.000</td> <td>0,1</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>4.000</td> <td>1,4</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>8.000</td> <td>1,5</td> <td>1,7</td> </tr> </tbody> </table>			Freqüència (Hz)	30° (dB)	90° (dB)	1.000	0,3	0,1	2.000	0,1	0,1	4.000	1,4	1,5	8.000	1,5	1,7
Freqüència (Hz)	30° (dB)	90° (dB)															
1.000	0,3	0,1															
2.000	0,1	0,1															
4.000	1,4	1,5															
8.000	1,5	1,7															
<b>Condicions de referència</b>																	
Tipus de camp sonor:		lliure															
Direcció de referència :		perpendicular al diafragma del microfon															
Nivell de pressió acústica de referència:		94 dB (referit a 20 $\mu$ Pa)															
Freqüència de referència:		1 kHz															
Temperatura de referència:		20 °C															
Humitat relativa:		65 %															
Pressió atmosfèrica:		1013 mbar															

Figura C14. Característiques tècniques del sonòmetre (full 3 de 5).

MANUAL D'INSTRUCCIONS

SC15-e

**Temps de preescalfament**

30 segons

**Influència de la temperatura**

Marge de funcionament:	-10 a +50 °C
Error màxim (-10 a +50°C):	0,5 dB
Emmagatzemament sense piles:	-20 a +60 °C

**Influència de la humitat**

Marge de funcionament:	30 a 90 %
Error màxim per a 30% < HR < 90% a 40°C i 1 kHz:	0,5 dB
Emmagatzemament sense piles:	< 95 %

**Influència dels camps magnètics**

En un camp magnètic de 80 A/m (1 oersted) a 50 i 60 Hz (omn) una lectura inferior a 30 dB(A)

**Influència de les vibracions**

Per freqüències de 20 a 1.000 Hz i 1 m/s<sup>2</sup> < 75 dB(A)

**Pila**

Una de 9 volts tipus 6LF22

Duració típica amb funcionament continu:

Alcalina	5 hores
Liti	15 hores

**Dimensions**

260 x 82 x 19 mm

**Pes**

600 gr. amb pila

145 gr. sense pila

Figura C15. Característiques tècniques del sonòmetre (full 4 de 5).



MANUAL D'INSTRUCCIONS

SC15-c

### Calibració

Utilitza el calibrador CH-S i ajusta el potenciòmetre situat a la part posterior.

### Normes

Compleix les següents normes:

- EN 60651:1994/A1 classe 2 (anterior norma equivalent: UNE 20-464-90)
- EN 60804:1994/A2 classe 2 (anterior norma equivalent: UNE 20-493-93)
- ANSI S1.43:1983 classe S2
- Marca **CE** Compleix la directiva de baixa tensió 73/23/CEE i la directiva CEM 89/336/CEE modificada per 93/68/CEE.

### Certificat

- Certificat d'aprovació veia (OFMET) nº S-62 com a classe 2.

### **NOTES:**

Si el seu **SC-15c** deixés de complir qualsevol d'aquestes especificacions dirigeixis al servei oficial **CESVA** més pròxim per a la seva verificació, ajust o reparació.

Segons l'Ordre Ministerial núm. 29920 del B.O.E. núm. 311 amb data 29/12/1996, el posseïdor d'un sonòmetre integrador-mitjancer està obligat a subllimitar anualment la verificació periòdica d'aquest per un organisme autoritzat per l'Administració Pública competent.

### C.4.2 Certificat de Calibratge del sonòmetre

#### PONDERACIÓN FRECUENCIALA

La prueba de ponderación frecuencial se verifica al nivel de referencia del equipo  
Los resultados están expresados en dB

Tabla de valores

Frec (Hz)	Nominal	Lectura	Error	Tol+	Tol-
20	43.5	43.1	-0.4	3.0	-3.0
25	49.3	48.9	-0.4	3.0	-3.0
31,5	54.6	54.3	-0.3	3.0	-3.0
40	59.4	59.2	-0.2	2.0	-2.0
50	63.8	63.6	-0.2	2.0	-2.0
63	67.8	67.7	-0.1	2.0	-2.0
80	71.5	71.4	-0.1	2.0	-2.0
100	74.9	74.8	-0.1	1.5	-1.5
125	77.9	77.9	0.0	1.5	-1.5
160	80.6	80.6	0.0	1.5	-1.5
200	83.1	83.1	0.0	1.5	-1.5
250	85.4	85.4	0.0	1.5	-1.5
315	87.4	87.4	0.0	1.5	-1.5
400	89.2	89.2	0.0	1.5	-1.5
500	90.8	90.8	0.0	1.5	-1.5
630	92.1	92.1	0.0	1.5	-1.5
800	93.2	93.2	0.0	1.5	-1.5
1000	94.0	94.0	0.0	1.5	-1.5
1250	94.6	94.7	0.1	1.5	-1.5
1600	95.0	95.1	0.1	2.0	-2.0
2000	95.2	95.3	0.1	2.0	-2.0
2500	95.3	95.4	0.1	2.5	-2.5
3150	95.2	95.3	0.1	2.5	-2.5
4000	95.0	95.1	0.1	3.0	-3.0
5000	94.5	94.7	0.2	3.5	-3.5
6300	93.9	94.1	0.2	4.5	-4.5
8000	92.9	92.9	0.0	5.0	-5.0
10000	91.5	91.1	-0.4	5.0	-inf
12500	89.7	88.0	-1.7	5.0	-inf
16000	87.4	82.5	-4.9	5.0	-inf
20000	84.7	70.6	-14.1	5.0	-inf

Incertidumbre de la medida:  $\pm 0,15$  dB

Figura C17. Certificat de Calibratge.

Segons l'entitat que ha efectuat el calibratge (Applus), en el rang de les nostres mesures (80 a 94db), l'error és de  $\pm 0,15$ db (FiguraC17).

## **ANNEX D: DADES TÈCNIQUES DELS VEHICLES ANALITZATS**

### **D.1 Introducció**

En aquest annex mostrem les principals dades tècniques dels vehicles analitzats.

## D.2 Vehicles MAN

C-2095 18350F TGA XXXXX 18310 18390 18430 WMA 02 MAN

Pàg. 3 de 4

34

**MAN Vehículos Industriales (España), S. A.**  
 Avda de la Cañada, 52 - 28820 Coslada (Madrid)



(Vehículo carretera)

**FICHA REDUCIDA PARA LOS VEHÍCULOS DE CATEGORÍA N3**

MARCA: MAN	Denominación comercial:		Perce 704 VTN	Categoría de homologación:	C-2095
MODELO: 18350F	Tipo de vehículo:		WMA 100	Categoría 02	
Vehículo:	18350 FLS / FLS / FLS / FLS	TGA 18310	WMA 106	Masa máxima autorizada con: 311, 320, 391, 431, 504, 434	
18350 FLSM / FLSM	TGA 18350	WMA 108	WMA 108		
18350 FLS-70	TGA 18390	WMA 110	WMA 110		
18350 FLS / FLS / FLS / FLS	TGA 18430	WMA 113	WMA 113		
18350 FLSM / FLSM		WMA 115	WMA 115		
TGA 18350 4x2 2U / BL / BLS					
TGA 18350 4x2 3U / LL / LLS-0					

EMPLAZAMIENTO DE LA PLACA DEL FABRICANTE. De este vehículo el número de la placa para el emplazamiento del N.º IDENTIFICACION DEL VEHICULO es el número del homologación en la parte derecha.

**VARIANTES (en kg)**

	1844	2725	6144	4075	5725
A. Llave de arranque					
B. Emblema para el eje delantero					
CC. Vitrinas laterales	750	700	750	700	750
D. Otros extras					
E. Atornillado estándar					
F. Vitrinas laterales					
G. Vitrinas laterales					
H. Distancia primer eje a eje eje	3600				3501
I. Distancia segundo eje a eje eje					
J. Distancia tercer eje a eje eje					
K. Anillo para rueda			413-417		27-011

\* Configuración 013 y sólo en 013

MASAS TÉCNICAS MÁXIMAS ADMISIBLES. VAGAS MÁXIMAS ALTERNATIVAS (en kg)

	MTMA / MIMA	MTMA / MIMA
TOTAL	18.000	19.000 / 18.000
1er EJE	4.000	4.000
1er EJE Opt.	4.000	4.000
1er EJE Opt.	7.500	7.500
1er EJE Opt.	7.100	7.100
2º EJE Opt.	6.500	6.500
1er EJE Opt.	6.500	6.500
2º EJE	11.000 / 11.500	11.000 / 11.500
2º EJE Opt.	11.500	11.500
Tasa nominal (2)		6,010
MNR oficial de remolque (3)		83.700 (3) / 23.000 (4)
MNC al freno normal (5)		65.000 (4) / 80.000 (4)

(3) La MNR y la MNC se reducirán en 1.000 para configuraciones con freno tambor en alguno de sus ejes.

(4) Para conjunto con semirremolque de tres ejes y transporte de contenedores ISO de 20 pies en transporte combinado, el MNC será de 42.000 kg.

(5) La MNR autorizada para semirremolque será MNC - Tasa tractor.

(6) Con la caja 270 No 402 no podrá llevar remolques.

Figura D1. Dades tècniques Vehicles MAN TGA 430 I 480. (full 1 de 2)



### D.3 Vehicles SCANIA

C-1261 124L4X2 PR124LA4X2 360 400 420 470 YS2 XLE VLU 9BS 07 SCANIA

Pág. 1 de 2  
Pág. 5 de 11

MARCA:	SCANIA	CODIFICACIÓN DE HOMOLOGACIÓN:	C - 1121	CATEGORÍA:	10
TIPO:	124L4X2	VARIANTE		DESCRIPCIÓN	
POR EJE, PTRA, PVAL, CURVAS NEUMÁTICOS, ELIPSESIONES, DIMENSIONES VOLADIZO TRASERO (GRUPO MOTORNO PULSOR)		P	134	L	40
		R	0	S	0
		H	0	H	0
		E	0	E	0
		A	0	A	0
		B	0	B	0
		C	0	C	0
		D	0	D	0
		F	0	F	0
		G	0	G	0
		I	0	I	0
		J	0	J	0
		K	0	K	0
		M	0	M	0
		N	0	N	0
		O	0	O	0
		P	0	P	0
		Q	0	Q	0
		R	0	R	0
		S	0	S	0
		T	0	T	0
		V	0	V	0
		W	0	W	0
		X	0	X	0
		Y	0	Y	0
		Z	0	Z	0
		AA	0	AA	0
		AB	0	AB	0
		AC	0	AC	0
		AD	0	AD	0
		AE	0	AE	0
		AF	0	AF	0
		AG	0	AG	0
		AH	0	AH	0
		AI	0	AI	0
		AJ	0	AJ	0
		AK	0	AK	0
		AL	0	AL	0
		AM	0	AM	0
		AN	0	AN	0
		AO	0	AO	0
		AP	0	AP	0
		AQ	0	AQ	0
		AR	0	AR	0
		AS	0	AS	0
		AT	0	AT	0
		AU	0	AU	0
		AV	0	AV	0
		AW	0	AW	0
		AX	0	AX	0
		AY	0	AY	0
		AZ	0	AZ	0
		BA	0	BA	0
		BB	0	BB	0
		BC	0	BC	0
		BD	0	BD	0
		BE	0	BE	0
		BF	0	BF	0
		BG	0	BG	0
		BH	0	BH	0
		BI	0	BI	0
		BJ	0	BJ	0
		BK	0	BK	0
		BL	0	BL	0
		BM	0	BM	0
		BN	0	BN	0
		BO	0	BO	0
		BP	0	BP	0
		BQ	0	BQ	0
		BR	0	BR	0
		BS	0	BS	0
		BT	0	BT	0
		BU	0	BU	0
		BV	0	BV	0
		BW	0	BW	0
		BX	0	BX	0
		BY	0	BY	0
		BZ	0	BZ	0
		CA	0	CA	0
		CB	0	CB	0
		CC	0	CC	0
		CD	0	CD	0
		CE	0	CE	0
		CF	0	CF	0
		CG	0	CG	0
		CH	0	CH	0
		CI	0	CI	0
		CJ	0	CJ	0
		CK	0	CK	0
		CL	0	CL	0
		CM	0	CM	0
		CN	0	CN	0
		CO	0	CO	0
		CP	0	CP	0
		CQ	0	CQ	0
		CR	0	CR	0
		CS	0	CS	0
		CT	0	CT	0
		CU	0	CU	0
		CV	0	CV	0
		CU	0	CU	0
		CV	0	CV	0
		CW	0	CW	0
		CX	0	CX	0
		CY	0	CY	0
		CZ	0	CZ	0
		DA	0	DA	0
		DB	0	DB	0
		DC	0	DC	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0
		DM	0	DM	0
		DN	0	DN	0
		DO	0	DO	0
		DP	0	DP	0
		DD	0	DD	0
		DE	0	DE	0
		DF	0	DF	0
		DG	0	DG	0
		DH	0	DH	0
		DI	0	DI	0
		DJ	0	DJ	0
		DK	0	DK	0
		DL	0	DL	0



D.4 Vehicles RENAULT

C-2232 17GK MAGNUM 46018T 50018T 4X2 VF617GKA0 RENAULT

	MARCA: <b>RENAULT</b>	FICHA REDUCIDA DE CARACTERÍSTICAS	CATEGORÍA DEL VEHICULO: <b>N<sub>2</sub></b>	HOJA 1/3																																																												
			CONTRASEÑA DE HOMOLOGACIÓN: <b>C-2232</b>	C-XXXX																																																												
TIPO	VARIANTES	DENOMINACIÓN COMERCIAL	PARTÍCULA VES.	OBSERV.																																																												
<b>17GK</b>	Por 17GKA1 en 1er y 2º ejes: 17GKA1 17GKA2 17GKA3 17GKA4	<b>MAGNUM 460.18 T (4x2) MAGNUM 500.18 T (4x2)</b>	<b>VF617GKA0</b>	vehículo 4x2 con tracción																																																												
ESQUEMA Y DIMENSIONES (mm).																																																																
(*) El desplazamiento de la placa fabricadora, bajo el motor, debe ser el mismo. (**) El desplazamiento del número de identificación del vehículo Langens puede ser distinto, bajo la placa fabricante y bajo el número de control.																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>17GKA1</th> <th>17GKA2</th> <th>17GKA3</th> <th>17GKA4</th> <th>VARIANTES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td colspan="4">5510</td> <td>Longitud máxima</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td colspan="4">4500</td> <td>Dist. entre ejes extremos</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td colspan="4">720</td> <td>Voladizo trasero</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td colspan="4">1770 (hasta 4000 según coeficiente aerodinámico del sistema)</td> <td>Altura total (s)</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td colspan="4">2200</td> <td>Ancho máximo</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td colspan="4">De 2846 a 27150 según neumáticos</td> <td>Vía anterior</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td colspan="4">De 1834 a 1835 según neumáticos</td> <td>Vía posterior</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td colspan="4">4100</td> <td>Distancia 1º eje - 2º eje</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td colspan="4">De 480 a 870</td> <td>Avance 2ª rueda</td> </tr> </tbody> </table>						17GKA1	17GKA2	17GKA3	17GKA4	VARIANTES	A	5510				Longitud máxima	B	4500				Dist. entre ejes extremos	C	720				Voladizo trasero	D	1770 (hasta 4000 según coeficiente aerodinámico del sistema)				Altura total (s)	E	2200				Ancho máximo	F	De 2846 a 27150 según neumáticos				Vía anterior	G	De 1834 a 1835 según neumáticos				Vía posterior	H	4100				Distancia 1º eje - 2º eje	I	De 480 a 870				Avance 2ª rueda
	17GKA1	17GKA2	17GKA3	17GKA4	VARIANTES																																																											
A	5510				Longitud máxima																																																											
B	4500				Dist. entre ejes extremos																																																											
C	720				Voladizo trasero																																																											
D	1770 (hasta 4000 según coeficiente aerodinámico del sistema)				Altura total (s)																																																											
E	2200				Ancho máximo																																																											
F	De 2846 a 27150 según neumáticos				Vía anterior																																																											
G	De 1834 a 1835 según neumáticos				Vía posterior																																																											
H	4100				Distancia 1º eje - 2º eje																																																											
I	De 480 a 870				Avance 2ª rueda																																																											
<b>MASAS TÉCNICAS MÁXIMAS ADMISIBLES/MASAS MÁXIMAS AUTORIZADAS</b>																																																																
VARIANTES	17GKA1	17GKA2	17GKA3	17GKA4																																																												
TOTAL	8300 kg																																																															
Primer eje (s)	3700 kg	3300 kg	3000 kg / 3700 kg	3100 kg	2500 kg / 3000 kg																																																											
Segundo eje(s)	11500 kg			13800 kg	12000/11500 kg																																																											
Último eje	No aplica																																																															
Tara nominal	De 7500 a 7355 kg (según configuración)																																																															
NMR c/P	42400 / 32400 kg (s)																																																															
(Incluyendo)	52180 (con neumáticos de radio de rodadura < 481 mm) / 32400 kg (s)																																																															
C/P (inercia)	1400 kg																																																															
s/P	250 kg																																																															
MPC	30000 (con neumáticos de radio de rodadura < 493 mm) / 40000 kg (s)																																																															
NOTAS: 1. MNC total, cada eje, hasta 42.300 kg, en mercancía con llantas con neumáticos de 481 mm, con un eje de tracción de 20 toneladas y transmisión de potencia de 400 CV. con potencia. NMR: MNC-Tara. 2. Se debe tener en cuenta de 4100 en especificaciones y en especificaciones de los ejes 2º y 3º en página 1/3. 3. Otras variables de configuración del vehículo (ver fichas de especificaciones).																																																																

Figura D5. Dades tècniques Vehicles Renault (full 1 de 3).




C-2232 17GK MAGNUM 45018T 50018T 4X2 V317GKA0 RENAULT

RENAULT TRUCKS FRANÇA, S.L.	Denominació comercial MAGNUM 45018T (4x2) MAGNUM 50018T (4x2)	Ficha reducida de RENALTRUCKS	CONTINENTE DE HOMOLOGACIÓN: 00000 CATEGORÍA DE VEHÍCULO: 52 P0240: 070
<b>CHASSIS</b>		<b>DISPOSITIVO DE FRENO</b>	
Tipo: Largaespaño y travesaños		Servicio: Mecánico, mando pie, Dos circuitos independientes, Discos aumentados de entreno y tracción, ABS	
Cargabán: 3830 mm		Estacionamiento: Mecánico, por actuadores de sujeción, sobre 45 mm de diámetro, mando neumático manual, asegurado por independencia de circuitos.	
Soledad: 250 x 45 (4x2)/30 (4x2) a 3 mm		Salida: Si, freno neumático	
<b>SUSPENSIÓN</b>		Asistencia: Si, freno neumático	
Distribución: Muelle balanza (o muelle neumático en opción)		Superficie total frenada: 2343,2 cm <sup>2</sup>	
Tiempo: Neumático (este)		Columnas, tamaño (mm):	
Amortiguadora: Si, opción		Freno: 2x100/50 4x140 (tras la opción de amortiguadora)	
Barras estabilizadora: Si, opción		Servicio: Mecánico	
<b>TRANSMISIÓN</b>		Recalentador: OILCO (EGR 2M07) 5x0,50 MEB	
Tipo: Mecánico (4x2)		Capacidad de aceite hidráulico (LITROS): 67,0 (17,0 para el RTO) 27,0 (17,0 para el RTO)	
<b>MOTOR</b>		Disponibilidad (vehículo):	
Parte a la parte: RENAULT		Marca y modelo: R11C16 4x4x4	
Tipo (100%): 200 23 460 F106		Categoría: L	
		ABS: Hidráulico	
Pot. EN (kW)/CV (CV): 138 kW / 187 CV para DIN 400 C200, 148 kW / 201 CV para DIN 400 C200, 148 kW / 201 CV para DIN 400 C200		<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	
Consumible: 500-60 A		Tensión: 2 de 17 V, de 265 a 130 Ah	
Número de cilindros: 6		Alimentación: 11 a 180 A (20V)	
Cilindro: 12700 cm <sup>3</sup>		<b>SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>	
Diámetro: 130 mm		Pot. Máx. (Válvula): 0,4 (para 500 A) 0,7 (para 750 mm)	
Cilindro: 130 mm		<b>DEPOSITO DE COMBUSTIBLE</b>	
<b>EMBRAGUE</b>		Material: 100%	
Cambio mecánico		Tipo: 6x5	
Tipo: Mecánico en caja		<b>REFERENCIA SILENCIOSO</b>	
Diámetro: 400 x 430 mm		Véase tabla 3 en página 3/3	
<b>CAJA DE CAMBIOS</b>		<b>EQUIPAMIENTO CABINA</b>	
Véase tabla 2 en página 3/3		Equipos retrovisores laterales: 2 (L) + 1 (V) + 1 (O)	
<b>LIMITADOR DE VELOCIDAD</b>		MP asientos: 2 o 3	
Material: 100%		MP (caballos): 2 o 3	
Tipo: 6x5		T (litros): Avanzada (vehículo)	
<b>RUIDO A VEHICULO PARADO EN SERA)/E</b>		MP (litros): 11 o 12	
Véase tabla 1 en página 3/3		Cilindradas de seguridad: 2000	
<b>PROTECCIÓN TRASERA</b>		<b>INDICADORES</b>	
No procede (Cambio por configuración tractor)		Velocímetro: Si	
<b>PROTECCIÓN LATERAL</b>		Tachómetro (km/h de homologación): 0-90	
No procede (Ejecución por configuración tractor)		Integración (de otro): Si	
<b>EYES</b>		<b>DISPOSITIVOS ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN</b>	
Material: 100%		Número de proyectores:	
Tipo/Configuración:		Corte alcance: 2	
- 1º eje: FA 17A (710) 17A FA 81A (800 kg)		Largo alcance: 2	
- 2º eje: 10103 C 14513190 (11000 kg)		Marcha atrás: 2	
<b>DIRECCIÓN</b>		Antiflujo de aire: 0 o 2	
Tipo: Hidráulica asistida		Antiflujo lateral: 0	
Marca / Modelo: ZF 8198		Gilba: 4	
Diámetro (mm): 110, 450 mm		<b>OPCIONES Y ACCESORIOS</b>	
Relación: 1/11 y 20/11		-----	
<b>NEUMÁTICOS</b>			
Véase tabla 2 en página 3/3			
<b>QUINTA RUEDA</b>			
Véase tabla 2 en página 4/5			
<b>CARRO DE RENDIMIENTO</b>			
1/2 (siguiente)			
RENAULT TRUCKS ESPAÑA, S.L. Fecha: Noviembre 2003			

Figura D6. Dades tècniques vehicles Renault (full 2 de 3).

C-2232 170K MAGNUM 46018T 50018T 4X2 VF817GKA0 RENAULT

	RENAULT TRUCKS ESPAÑA, S.L.	Denominació comercial: MAGNUM 101.18 T (4x2) MAGNUM 101.18 T (4x2)	FECHA RESOLUCIÓN DE CARACTERÍSTICAS	CONTRATOR DE HOMOLOGACIÓN: D-KXXX CATEGORÍA DE VEHÍCULO: M3 NORMA: 220
---	--------------------------------	--	--	--

**Tabla 1: Datos cajas de cambios:**

CAJAS DE CAMBIO:	
VOLVO	AT 2412C AT 2512C
Modelo 471000000	ZF 2064310 "D" ZF 2064311 "D" ZF 2064312 "H" ZF 2064313 "D" ZF 2064314 "D" ZF 2064315 "H"
Tipo	Mechatrac
Marc	Manual de balance con asistencia neumática
Nº de ejes	AT 2412C 14 = 40 ZF 2064312 21 = 54.25

**Tabla 2: Datos neumáticos y suspensiones:**

**Tabla 2a: Datos neumáticos**

NEUMÁTICO	MTMA 1º EJE						L.C. Minimo	L.V. Minimo	Radio [in]
	8000	9500	11000	6700	13000	11500			
225/70 R 22.5			X	X		X	130/167	C	489
245/80 R 22.5			X	X		X	132/168	F	515
305/70 R 22.5			X	X		X	142/168	L	485
315/90 R 22.5			X	X		X	147/168	F	411
315/70 R 22.5		X	X	X	X	X	152/168 154/170	C	491
315/80 R 22.5	X	X	X	X	X	X	154/170 152/170	L	504
385/65 R 22.5 (*)	X	X	X	X			138/--- 159/---	G	453
445/65 R 22.5 (*)	X	X	X	X			156/--- 160/---	G	520

(\*) Neumáticos no gama serie. No hay opción de eje de eje 1º.

**Tabla 2b: Suspensiones:**

SUSPENSIÓN	MTMA 1º EJE (kg)			MTMA 2º EJE (kg)		
	8000	9500	11000	6700	13000	12600 11500
Mechatrac	X	X	X	X		
Mechatrac	X	X	X	X		
Neumático de eje 1º	X	X	X	X		
Neumático de eje 2º					X	X

**Tabla 3: Nivel de ruidos en las proximidades del escape a vehículo parado a 1350 min<sup>-1</sup>**

EFECTO NITÁ SILENCIOSO		SALIDA ESCAPE	RUIDO dB(A)
PRINCIPAL	SECUNDARIO		
742052750	7420564135 7420534829	Lateral izquierda	80 80
742052350	7420594288 7073895	Tápico	83 86

Figura D7. Dades tècniques Vehicles Renault (full 3 de 3).