



Anàlisi d'alternatives per a vehicles professionals
afectats per la ZBE de Barcelona

Per: Ajuntament de Barcelona



Setembre 2022

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ	2
1.1.	Antecedents	2
1.2.	Estructura de l'informe	2
2.	Context actual de la ZBE.....	4
2.1.	Moratòries.....	5
2.2.	Exempcions i autoritzacions.....	6
2.3.	Registre de matrícules de la ZBE i control d'accés	6
2.4.	Renovació del parc circulant	6
3.	Sistemes retrofit, legalització i acceptació.....	8
3.1.	Els sistemes retrofit: Modificacions ens els vehicles per reduir les emissions	8
3.1.1.	Solucions tecnològiques disponibles.....	9
3.1.2.	Capacitat de reducció de gasos contaminants dels sistemes retrofit.....	14
3.2.	Homologació i legalització de sistemes retrofit	15
3.2.1.	Opcions para a la legalització dels sistemes retrofit	16
3.2.2.	Conclusions sobre els tipus de reforma possibles.....	17
3.2.3.	Actors i responsabilitats	18
3.2.4.	Experiència i casos pràctics d'aplicació de sistemes de retrofit.....	19
3.3.	Possibilitats d'acceptació de models reformats a la ZBE de Barcelona	26
3.3.1.	Motivació per a l'acceptació de vehicles reformats.....	26
3.3.2.	Opcions d'acceptació	26
3.3.3.	Detecció de manipulacions en els sistemes de reducció d'emissions	29
4.	Vehicles de propulsió alternativa.....	31
4.1.	Anàlisi de la oferta comercial disponible	31
4.1.1.	Característiques de les tecnologies existents	31
4.1.2.	Tipus de vehicles amb combustible alternatius	31
4.1.3.	Models de vehicles disponibles al mercat.....	32
4.1.4.	Conclusions de la oferta disponible analitzada.....	50
4.2.	Infraestructura de subministrament: punts de recàrrega i gasineres	51
4.2.1.	Infraestructura per a vehicle elèctric	52
4.2.2.	Infraestructura per a vehicles de gas	54
4.3.	Subvencions i ajudes	55
4.4.	Comparativa de costos per tipus de vehicle	55
5.	CONCLUSIONS	58

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Antecedents

L'any 2019, en el marc de la posada en marxa de la Zona de Baixes Emissions, l'Ajuntament de Barcelona va sol·licitar al RACC un estudi per explorar les alternatives existents per a vehicles afectats, principalment els industrials.

Aquest estudi va centrar-se en un anàlisi dels diferents models de furgonetes, camions i autocars disponibles amb una propulsió alternativa al dièsel o la gasolina, a fi d'analitzar si els vehicles afectats disposaven d'alternatives reals per renovar la seva flota i, al mateix temps, reduir el % de vehicles dièsel i gasolina al parc circulant. També es van estudiar els diferents sistemes que permetin una reducció de les emissions del tub d'escapament dels vehicles convencionals, conegut com retrofit, així com els diferents processos de legalització d'aquestes modificacions per tal d'explorar si aquesta opció podia representar una alternativa per a vehicles afectats.

L'any 2022, amb la fi de moratòries per a vehicles professionals i en el marc de realització d'una nova ordenança que reforci i blindi la ZBE actual, l'Ajuntament de Barcelona demana al RACC una actualització d'aquest estudi, aprofundint més en la possibilitat de incloure vehicle modificats amb retrofit com alternativa dels usuaris a les restriccions actuals i les que es puguin anar aplicant en el futur (per exemple, en vehicles d'etiqueta B).

1.2. Estructura de l'informe

El present anàlisi es focalitza en els vehicles que realitzen les tasques de transport de passatgers i mercaderies, així com tasques especials, i en l'àmbit majoritàriament urbà.

- **Categoria M:** Vehicles de motor d'almenys 4 rodes i dissenyats per al transport de passatgers. S'han analitzat les següents tipologies:
 - **M2:** Vehicles de més de 8 places i menys de 5 tones de massa.
 - **M3:** Vehicles de més de 8 places i més de 5 tones de massa.
- **Categoria N:** Vehicles de motor d'almenys 4 rodes, dissenyats i fabricats per al transport de mercaderies.
 - **N2:** Vehicles d'entre 3,5 i 12 tones de massa.
 - **N3:** Vehicles de més de 12 tones de massa.

En aquests grups de vehicles s'analitzaran les següents propulsions alternatives en models que estiguin disponibles al mercat, sense considerar prototips ni proves pilot:

- **Elèctrics 100% (BEV)**
- **Híbrids endollables (PHEV)**
- **Gas natural (GNL i GNC)**
- **Gas líquid del petroli (GLP)**

El segon capítol d'aquest informe presenta les característiques actuals de la ZBE i la situació de les moratòries i exempcions que s'han anat aplicant a grups concrets de vehicles.

En capítol 3 es centra en els sistemes de modificació del vehicles per reduir els nivells de contaminants, coneguts com retrofit. Inicialment, es repassen els 3 tipus de sistemes i la seva capacitat de reduir les emissions, tant de NOx com de partícules PM.

Seguidament, s'analitzen les possibilitats d'homologació d'aquests sistemes i els procediments per legalitzar-los un cop han estat instal·lats en un vehicle concrets. En aquest mateix capítol s'inclou un apartat on es repassen els diferents actors i agents que intervenen un el procediment d'efectuar aquestes reformes de vehicles i es repassen experiències d'altres països com Alemanya o el Regne Unit per permetre la circulació d'aquests vehicles en les zones de baixes emissions que hi ha operatives.

El capítol acaba analitzant les possibilitats que hi hauria per aplicar aquestes acceptacions a Espanya, i en concret a la ZBE de Barcelona. L'anàlisi i les recomanacions s'han fet tenint en compte que la llei de canvi climàtic comporta l'extensió d'aquestes zones a altres municipis catalans i espanyols, però sense perdre de vista que la ZBE de Barcelona és la que es troba actualment en fase més avançada i amb necessitats més urgents. En aquest punt s'inclouen també consideracions que s'haurien de tenir en compte en cas d'incloure aquests vehicles a la ZBE, especialment en referència a moratòries i exempcions.

En capítol 4 es presenta una anàlisi de la disponibilitat de models de vehicles alternatius als de propulsió convencional. L'anàlisi se centra en camions pesants i autocars amb propulsió elèctrica, híbrida i de gas. El capítol inclou una anàlisi de la infraestructura necessària disponible, subvencions i ajuts, i acaba amb una comparació dels costos totals entre els tres tipus de propulsió.

Finalment, Capítol 5 proporciona les conclusions de l'anàlisi.

2. CONTEXT ACTUAL DE LA ZBE

La Zona de Baixes Emissions de l'àmbit Rondes de Barcelona, impulsada per l'AMB i els ajuntaments de Barcelona, l'Hospitalet de Llobregat, Sant Adrià de Besòs, Esplugues de Llobregat i Cornellà de Llobregat, i operativa des de l'1 de gener de 2020, ha restringit la circulació de vehicles més contaminants segons la classificació ambiental establerta per la DGT. Així, els vehicles amb emissions nominals més elevades han quedat restringits i no poden entrar en una àrea de més de 95km² que inclou Barcelona i els municipis circumdants a les rondes. Concretament engloba tot el terme municipal de Barcelona (excepte la Zona Franca industrial i els barris de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes), els municipis de Sant Adrià de Besòs i l'Hospitalet de Llobregat i part dels municipis d'Esplugues de Llobregat i Cornellà de Llobregat.

Aquesta mesura té un doble objectiu: eliminar els vehicles més contaminants a dins la ciutat, i impulsar els vehicles sostenibles (elèctrics, híbrids endollables i de propulsió a gas).

Les restriccions permanents a la circulació de vehicles sense distintiu estan operatives durant els dies laborables en horari de 7h a 20h i ha suposat un gran impacte pels vehicles industrials i de transport col·lectiu durant la seva mobilitat en missió o en servei, especialment per un sector de transports caracteritzat per:



- un parc envellit i una estructura de petites empreses i autònoms pels quals la inversió en vehicles nous no és una opció fàcil.
- Edat mitjana avançada dels treballadors, que no permet recuperar a temps la inversió en un vehicle nou.
- Sistema de preus que no premien l'ús de vehicles sostenibles.

Les restriccions es basen en una classificació de la DGT que ha etiquetat els vehicles segons la normativa Euro que compleixen i que fixa el màxim d'emissions que els vehicles poden arribar a emetre.

Cal tenir en compte **dos aspectes** importants:

- **La norma Euro no només fa referència al límit de nivell d'emissions**, que es recullen en l'Annex 1 del reglament 595/2009 ([veure enllaç](#)), sinó a altres aspectes tècnics relacionats amb la fabricació el vehicle, el sistema electrònic, els sistemes de diagnosi a bord (OBD) que s'han d'incorporar, elements de control i durabilitat del material, així com el tipus de tests o assajos que s'han de realitzar i els protocols per a la fabricació de peces de recanvi del vehicle.
- **L'etiqueta es basa en la norma vigent que es complia en el moment de la fabricació, no en els valors reals d'emissió del vehicle. Per exemple, un vehicle amb nivells d'emissions equivalents a Euro 6 matriculat abans que la norma Euro 6 entrés en vigor es classifica com Euro 5.**

La normativa actual, la Euro 6 (Euro VI per vehicles pesats), va entrar en vigor al setembre del 2014. Així, la DGT ha classificat els vehicles en categoria A (sense etiqueta), B o C segons el seu volum d'emissions i la normativa que compleixen:

	<p>S'etiqueten amb el distintiu de color groc:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vehicles de gasolina que compleixen la normativa Euro 3 (2001). • Vehicles dièsel que compleixen la normativa Euro 4 i Euro 5 (2006).
	<p>S'etiqueten amb el distintiu de color verd:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vehicles de gasolina que compleixen la normativa Euro 4, Euro 5, i Euro 6 (2006). • Vehicles dièsel que compleixen la normativa Euro 6 (2015).

Font: [DGT](#)

Els classificats com a classe "A" són els que tenen el grau d'emissions contaminants més alts i no obtenen cap etiqueta. **Els vehicles afectats per les restriccions de la ZBE són aquests:**

- **Turismes (M1) de benzina:** anteriors a la norma Euro 3 (matriculats abans del 2000).
- **Turismes (M1) de dièsel:** anteriors a la norma Euro 4 (matriculats abans del 2005-2006).
- **Motocicletes i ciclomotors (L):** anteriors a Euro 2 (matriculats abans del 2003).
- **Furgonetes (N1) de benzina:** anteriors a la norma Euro 3 (matriculades abans del 2000).
- **Furgonetes (N1) de dièsel:** anteriors a la norma Euro 4 (matriculades abans del 2005-2006).
- **Camions (N2, N3) i autocars petits (M2):** anteriors a la norma Euro 4 (habitualment matriculats abans de 2006-2007).
- **Autobusos i autocars (M3) destinats al transport col·lectiu:** anteriors a la norma Euro 4 (habitualment matriculats abans de 2006-2007).

Tanmateix, es **preveu que tard o d'hora la ZBE també afecti els d'etiqueta B**, que representen una part important del parc de vehicles. No obstant això, actualment no hi ha previst un calendari definit.

2.1. Moratòries

Des de la posada en marxa de la ZBE s'han anat creant una sèrie de moratòries per a vehicles professionals, especialment furgonetes, camions, autobusos i autocars, que permetien l'accés de vehicles de manera automàtica i sense haver-ho de sol·licitar.

A data de juliol del 2022, ja no queden moratòries vigents. Tanmateix, els vehicles d'alt tonatge que ja no disposen de moratòria han pogut demanar una autorització per continuar accedint a la ZBE fins a finals del 2022 presentant un certificat de compromís de compra d'un vehicle nou. Aquesta autorització s'ha de sol·licitar i demostrar que es compleixen els requisits.

2.2. Exempcions i autoritzacions

Adicionalment a les moratòries, l'ordenança de la ZBE preveu un seguit d'exempcions i autoritzacions destinades a vehicles concrets, que han de ser demanades pels usuaris i cal acreditar el compliment dels determinats requisits. Aquestes exempcions i autoritzacions van lligades a la inclusió de la matrícula a un registre de matrícules que gestiona l'AMB, regulat en el següent [reglament](#):

Exempcions:

- Vehicles dedicats a persones amb mobilitat reduïda (VPMR).
- Vehicles dedicats al transport de persones amb malalties que els condicionen l'ús del transport públic.
- Vehicles de serveis d'emergència i serveis essencials: Serveis mèdics, funeraris, protecció civil, bombers, i cossos i forces de seguretat.

Autoritzacions temporals (per dies o períodes concrets)

- Autoritzacions diàries, fins a 10 anuals, sense necessitat de justificació.
- Vehicles que realitzen proves de circulació en tallers autoritzats.
- Vehicles que presten un servei o activitat singular durant un període de temps determinat.
- Vehicles que disposin de matrícula estrangera (no identificats en les bases de dades de la DGT i que compleixin els requisits).
- Vehicles que transportin persones que es fan tractaments mèdics periòdics en centres situats dins les ZBE.
- Activitats amb autorització municipal.
- Vehicles que es reemplacin.

Els vehicles inscrits al Registre d'exempcions o que han obtingut una autorització podran circular en tota la Zona de Baixes Emissions de l'àmbit Rondes de Barcelona amb un únic tràmit. Qualsevol d'aquestes exempcions cal ser sol·licitada pels usuaris, quan d'acreditar el compliment dels requisits en cada cas.

2.3. Registre de matrícules de la ZBE i control d'accés

Els vehicles que compleixen els requisits de les exempcions o autoritzacions queden registrats en una base de dades gestionada per l'AMB que inclou les matrícules d'aquests vehicles.

El control sobre l'accés a la ZBE es fa amb càmeres que incorporen un lector de matrícules. Així, es pot comprovar si les matrícules que accedeixen tenen distintiu o no, i en cas de no tenir-ne, si està al registre de matrícules acceptades.

2.4. Renovació del parc circulant

En cas que un usuari tingui el seu vehicle afectat per aquestes restriccions i no es pugui beneficiar de caps dels supòsits que comporten una exempció, cal renovar el vehicle o buscar un sistema de transport alternatiu.

Si bé es considera que hi ha oferta de tot tipus de vehicle en propulsió tradicional amb carburant, ja sigui dièsel o gasolina (que es classificaria com Euro 6 i per tant no quedaria afectat pe la ZBE),

hi ha diversos motius que justifiquen l'anàlisi de les opcions d'adquisició de vehicles industrials i autocars amb combustibles alternatius dins al mercat espanyol:

- **Dieselització actual:** L'elevada presència del dièsel en la propulsió del parc circulant de furgonetes i vehicles pesants com camions i autocars, que s'apropa al 95% mentre que en els turismes és del 66% segons un estudi de caracterització de les emissions liderat pel RACC, l'AMB, Barcelona Regional i l'Ajuntament de Barcelona durant el 2017. Segons aquest mateix estudi, les emissions dels camions i furgonetes multipliquen per 6 les emissions dels turismes.
- **Terminis d'entrega de vehicles nous:** Degut als problemes en el subministrament i increments de costos en a nivells global, es detecten retards significatius en el mercat de vehicles que allarguen els terminis d'entrega. Aquesta situació s'agreuja a mesura que les dates de finalització de les moratòries es van aproximant.
- **Preu de compra:** La major inversió en l'adquisició d'aquesta tipologia de vehicles provoca una expectativa de major duració de la vida útil dels vehicles.
- **Ampliació de les restriccions:** En alguns documents de planificació, tant a escala europea com local, s'indica la possibilitat de restringir progressivament els vehicles dièsel en els propers anys, i fins i tot arribar a prohibir-los.

3. SISTEMES RETROFIT, LEGALITZACIÓ I ACCEPTACIÓ

Fins al moment, el col·lectiu més afectat per les modificacions legislatives i els progressius límits en els emissions dels vehicles han estat els usuaris de vehicles comercials i industrials, que s'han hagut d'adaptar a la normativa. Això és especialment per vehicles de gran tonatge, la majoria de combustible dièsel, i no en turismes d'ús personal o furgonetes/vehicles lleugers.

En referència als sistemes de reducció d'emissions, s'ha fet un anàlisi global dels sistemes retrofit existents actualment (els sistemes SCR, LNT i EGR) aptes per a la seva aplicació vehicular. S'ha consultat empreses especialitzades com Proventia i HJS, entre altres. Amb tota la informació s'ha fet una aproximació del cost econòmic de la instal·lació d'aquests sistemes en vehicles comercials.

En paral·lel, s'ha consultat amb aquestes empreses les seves experiències en protocols d'acceptació de retrofit a Espanya i altres països europeus. També s'ha consultat entitats expertes en legalitzacions i homologacions com IDIADA, a fi d'identificar les diferents opcions que convertirien aquesta la reforma del vehicle en una alternativa per a vehicles afectats.

Actualment hi ha sistemes que permeten una reducció considerable de les emissions del tub d'escapament dels vehicles convencionals, que arriben als límits marcats per la normativa euro en quant a PM i NOx. En relació a la ZBE, aquests sistemes presenten 2 limitacions:

- Cal legalitzar la modificació, a través de la ITV, per assegurar que el vehicle segueix complint amb els requisits de circulació idonis.
- La legalització no comporta una adquisició d'etiqueta ambiental, fet que no resol l'afectació de la ZBE tot i la reducció d'emissions contaminants aconseguida amb la modificació.

Aquestes limitacions fan que ni els fabricants de sistemes inverteixin en homologar els seus productes a Espanya, ni que usuaris afectats s'animin a instal·lar-los i reduir de forma pràctica els nivells de contaminants.

Així, l'acceptació de vehicles reformats que rebaixin les emissions, encara que no compleixin la resta de paràmetres de la norma Euro, ajudaria a millorar les condicions de circulació del parc actual. També ajudaria a reduir el nombre de moratòries necessàries i el nombre d'exempcions de vehicles avui admesos per prestar serveis singulars.

3.1. Els sistemes retrofit: Modificacions ens els vehicles per reduir les emissions

Els sistemes de reducció d'emissions o sistemes retrofit, són solucions tecnològiques que modifiquen el sistema de motor dels vehicles per tal de reduir l'alliberament de gasos contaminants procedents de la combustió. Aquests sistemes actuen, principalment, en la reducció de les emissions d'òxids de nitrogen (NOx).

Hi ha diversos dispositius que s'han demostrat eficaços en reduir les emissions de NOx, permetent als motors assolir nivells d'emissions pràcticament equiparables als permesos per la ZBE. De fet, els dispositius que s'han desenvolupat no són massa diferent dels que s'instal·len actualment als vehicles nous.

La instal·lació d'aquests dispositius es considera una reforma del vehicle, i cal legalitzar-la a través de la ITV. Tanmateix, a priori no comporta d'adquisició d'una nova etiqueta ambiental

perquè malgrat assolir uns millors nivells d'emissions, no es compleix el 100% de la norma Euro corresponent (no només per emissions, sinó per altres aspectes).

Com s'ha dit abans, la norma [Euro](#) estableix límits d'emissions en l'annex 1, però el reglament fa referència a aspectes de fabricació, sistema electrònic o dispositius de diagnosi a bord, elements que un sistema retrofit no modifica, ja que per fer-ho caldria pràcticament fabricar un vehicle nou.

3.1.1. Solucions tecnològiques disponibles

Hi ha empreses especialitzades en aquest tipus de solucions, que s'han d'adaptar a cada tipus de vehicle. Així, cada empresa ha creat dispositius més o menys sofisticats que poden arribar a combinar els diferents sistemes, i incorporar també filtres per partícules. Així, es podria dir que cada fabricant té un producte diferent que s'adequa a cada tipus de motor. En tots els casos, els sistemes retrofit representen una reforma del vehicle i, per tant, s'han de legalitzar d'acord amb el manual de reformes del Ministeri espanyol. Així, els sistemes que hi ha actualment al mercat són una combinació de tots aquests, amb altres filtres que també redueixen les micro-partícules PM.

A continuació es descriuen els 3 principals sistemes retrofit que s'utilitzen com a base per reduir el NOx.

- **SCR** - Reducció Catalítica Selectiva (Selective Catalytic Reduction)
- **EGR** - Recirculació dels gasos d'escapament (Exhaust Gas Recirculation)
- **LNT** - Trampa d'òxids de nitrogen – (Lean NOx Trap)

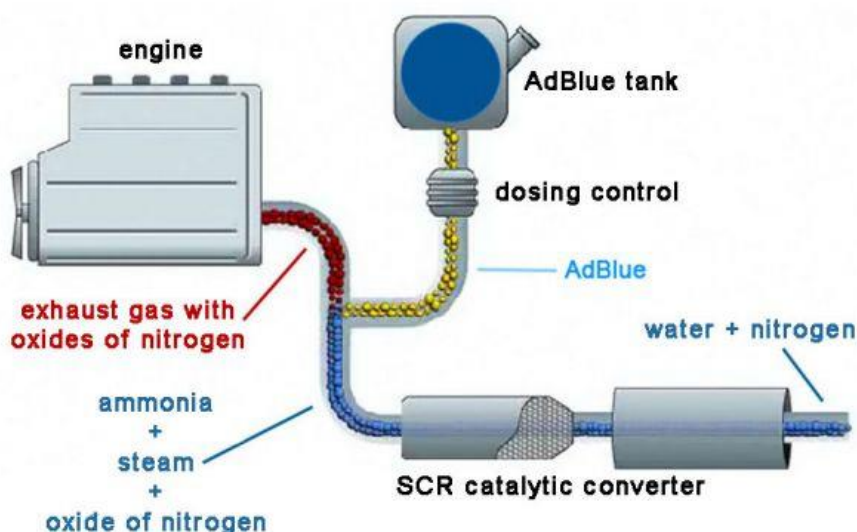
Tots **els sistemes retrofit presenten avantatges i inconvenients** perquè es veuen influenciats per diversos elements, com les característiques del combustible, l'estil i tipus de conducció (principalment si és urbana o no), les condicions de manteniment del vehicle, i la temperatura ambient. En el següent apartat es fa una breu descripció d'aquests sistemes i les seves implicacions en l'ús.

A. SCR - Reducció Catalítica Selectiva: (Selective Catalytic Reduction)

És un sistema que tracta els gasos resultants de la combustió de l'oxigen i el carburant dièsel. Abans de ser expulsats pel tub d'escapament, els gasos passen pel catalitzador SCR instal·lat, on es barregen amb la substància AdBlue, basada en una dissolució d'urea i aigua. La injecció d'AdBlue es controla a través d'un algoritme segons les revolucions del motor. Un cop dins el catalitzador i a l'entrar en contacte amb aquests gasos, l'AdBlue allibera amoníac que transforma els òxids de nitrogen (NOx) en nitrogen, vapor d'aigua i petites quantitats de diòxids de carboni (CO₂). Aquests gasos, que ja es troben de manera natural en l'atmosfera, són alliberats pel tub d'escapament i són inofensius per a la salut (malgrat que el CO₂ contribueix a l'efecte hivernacle).

És el sistema més utilitzat actualment, especialment per vehicles comercials i de llarga distància. Segons els instal·ladors consultats és l'únic sistema que permet complir els requeriments de la normativa Euro 6 i compta amb una tecnologia suficientment avançada com per cobrir la majoria de models circulant.

Figura 1 Esquema del funcionament d'un sistema SCR



Font: Cleanairblue

Un altre element a considerar en els sistemes SCR és el **subministrament d'urea (AdBlue)**: Aquest sistema requereix un dipòsit addicional i un sistema intern de subministrament d'aquest combustible que **consumeix espai i afegeix pes. Aquest fet que pot limitar la capacitat de càrrega** d'alguns vehicles comercials i de distribució. També cal tenir en compte que no sempre es troba disponible a totes les estacions de servei. Quan aquest s'acaba, el vehicle pot continuar la marxa amb normalitat però un cop es para el motor, no es pot tornar a engegar.

SCR	
Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> No tenen conseqüències sobre la vida útil del motor Pot representar un estalvi de combustible quan funciona en condicions de temperatura òptima (però pot representar un increment en temperatures baixes) 	<ul style="list-style-type: none"> Són molt sensibles a la temperatura ambient de fred i calor. El sistema no és eficient en períodes de temperatura baixa o quan l'enginyer encara està fred després de l'arrencada Requereixen subministrament d'urea, en un dipòsit addicional. El dipòsit addicional ocupa espai i afegeix pes, fet que pot limitar la capacitat de càrrega de molts vehicles comercials i de distribució

Font: *Elaboració pròpia*

Per les seves característiques, en general **es considera que els sistemes SCR són més eficients per vehicles grans i de distància llarga, amb conducció ràpida i gran quilometratge, mentre que a velocitats baixes i en trams urbans poden suposar un increment del consum de combustible.**

Consideracions tècniques.

Segons els estudis realitzats per l'autoclub alemany ADAC i els mateixos instal·ladors de sistemes retrofit, pràcticament tots els vehicles amb norma Euro 5 són susceptibles de ser manipulats per instal·lar-hi aquest tipus de sistema. Tanmateix, tant els fabricants com l'estudi de l'ADAC assenyalen que degut a les característiques de la instal·lació i als elements del vehicle als quals és necessari tenir accés, cal la col·laboració imprescindible dels fabricants i tallers col·laboradors i autoritzats per permetre i facilitar la instal·lació d'aquests sistemes.

Per altra banda, les limitacions dels sistemes SCR segons els nivells de temperatura i la necessitat també de reduir partícules PM₁₀ ha portat molts instal·ladors a crear diferents sistemes basats en l'SCR combinats amb altres sistemes com filtres de partícules. Així, cada fabricant o instal·lador ofereix productes relativament diferents.

Cost d'instal·lació.

Igualment, cada sistema retrofit s'ha d'adaptar a cada model on ha d'anar instal·lat, així que el cost final depèn del model però també del nombre d'unitats que s'hagin de manipular, a efecte d'economies d'escala. Així, el cost unitari és diferent si es tracta de transportistes amb flota de vehicles (25 unitats o més), o bé es tracta de petits transportistes amb un o pocs vehicles.

Segons l'estudi realitzat per l'ADAC, el cost d'adquisició i instal·lació d'un sistema SCR per furgonetes és d'entre 1.400€ i 3.300€ amb IVA inclòs, tot i que el preu depèn molt del tipus de vehicle. Les hores de mà d'obra estimades s'estimen entre 2 i 15 hores efectives. De forma similar, altres instal·ladors consultats estimen costos similars per turismes, mentre que per vehicles comercials i de gran tonatge s'estimen uns costos superiors.

L'instal·lador HJS, més especialitzat en vehicles comercials i autobusos, xifra el cost d'instal·lació d'un sistema retrofit en uns 4.000€ o 5.000€ per furgonetes o camions lleugers, i en 15.000€ per a vehicles grans com autocars. Aquest cost també es l'estimat per la Comissió Europea per finançar la conversió de 7.000 autocars a alemanya, en el projecte "Immediate Clean Air Programme for 2017-2020" segons es va informar en [mitjans digitals especialitzats](#).

Per altra banda, l'instal·lador finlandès "[Proventia](#)" estima que aquests costos són entre 1.500€ i 3.000€ per vehicles petits (furgonetes o camions lleugers) però oscil·la entre els 15.000€ i els 20.000€ per a vehicles més grans.

Costos d'instal·lació de sistemes basats en SCR

	Turisme	Furgonetes i camions lleugers	Camions	Autobús
Cost sistema SCR	2.000 - 3.000 €/v	2.500€ – 6.000€	15.000 - 20.000€	15.000 - 20.000€
Disminució emissions NO_x	90-98%%	90-98%	90-98%%	90-98%

Font: Elaboració pròpia a partir de les consultes realitzades a diferents instal·ladors

Cal tenir present que els sistemes SCR s'han d'adaptar al model de vehicle i que cada fabricant ha generat diferents versions basades en el sistema SCR. Aquests dos factors dificulten una homogeneïtat de preus.

Per altre banda, les empreses especialitzades coincideixen en manifestar que la gran majoria de la demanda es concentra en vehicles de gran tonatge degut, principalment, a les diferències entre el cost d'un retrofit i el d'un vehicle nou i per la poca depreciació d'aquests al llarg del temps. En canvi, per vehicles lleugers o turismes, es considera que la ràpida depreciació d'aquests vehicles fan que no sigui econòmicament eficient. Addicionalment, la poca demanda d'aquests sistemes en vehicles petits fa que s'hagin de desenvolupar solucions que s'aplicaran a pocs models, incrementant així el cost de la tecnologia.

B. EGR - Recirculació dels gasos d'escapament: (Exhaust Gas Recirculacions)

Aquest sistema deriva una part dels gasos alliberats pel tub d'escapament i els re-introdueix en el motor per tal de reciclar-los. Quan son re-introduïts, aquests gasos es mesclen amb l'aire de la vàlvula d'entrada i es refreden. Així, la barreja porta menys oxigen i la combustió es produeix a una temperatura inferior. La combustió a temperatura inferior i amb menys quantitat d'oxigen fa que es produeixi menys NOx. Algunes solucions basades en EGR incorporen un element que refreda més els gasos.

Es considera que aquesta tecnologia funciona de manera més eficient a velocitats baixes i amb motors poc revolucionats. Tot i que no hi ha molts estudis disponibles sobre conducció real amb aquest tipus de sistema, s'estima que es pot arribar a reduir les emissions de NOx entre un 70% i un 90% quan s'utilitza.

Implicacions en l'ús d'aquest sistema.

Aquest tipus de sistema presenta més dificultats en els sistemes de combustió de dièsel que de gasolina. Amb la recirculació dels gasos d'escapament, les partícules procedents de la combustió del dièsel poden acumular-se sobre diferents components del sistema de motor i poden tenir efectes negatius com causar el desgast accelerat d'aquest.

Per altra banda, la reducció de les temperatures de combustió i la reducció d'aire disponible per a la combustió pot ocasionar una disminució de l'eficiència del motor per combustió parcial o incompleta dels hidrocarburs, fet que es traduiria en un major consum de combustible.

Per altra banda, en comparació amb el SCR, aquest sistema és menys sensible a la temperatura i no requereix temperatures altes. Així, el sistema funciona des del moment d'arrencada mentre el SCR necessita un temps previ d'escalfament. En molts casos, es poden utilitzar els dos sistemes, que no són excloents, per tal que l'alliberament de NOx sigui menor tant en el moment d'arrencada en fred com amb el posterior escalfament.

Addicionalment, els sistemes EGR no requereixen el subministrament d'urea (AdBlue) i és necessari tenir-ne en compte el subministrament. Tampoc és necessari instal·lar un dipòsit addicional per emmagatzemar-lo. **Així, els EGR són sistemes més adequats per a vehicles o comercials que tenen problemes d'espai on instal·lar el dipòsit de combustible AdBlue.**

EGR	
Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> • No tenen conseqüències sobre la vida útil del motor. • No requereixen subministrament de combustible alternatiu, com la urea. No es perd espai. • No són sensibles a la temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les partícules procedents de la combustió poden acumular-se sobre diferents components del motor, amb efectes negatius i desgast accelerat d'aquest. • La reducció d'oxigen comporta una combustió menys eficient i un increment del consum d'hidrocarburs.

Font: Elaboració pròpia

Cost d'Instal·lació

No hi ha gaires exemples d'aplicacions d'aquesta tecnologia. Segons un [estudi](#) de l'Associació Americana de Control d'Emissions, el cost d'instal·lar un sistema EGR en un vehicle de gran tonatge com un camió o autocar oscil·la **entre els 18.000 i els 20.000 dòlars americans** (entre uns 15.000 i 18.000€).

C. LNT - Trampa d'òxids de nitrogen: LNT (Lean NOx Trap)

Es tracta d'un sistema d'absorció de NOx durant el procés de combustió que, quan queda saturat, genera un procés de purga alliberant nitrogen. L'absorció la fa un compost de Bari (Ba) i la purga o conversió es fa a través d'una reacció química amb compost de Platí (Pt), que actua com a oxidant.

Implicacions en l'ús d'aquest sistema.

Aquest sistema és el més costós dels tres analitzats, ja que utilitza elements escassos. Per altra banda, els mateixos elements absorbeixen preferentment els compostos de sofre, de manera que si el combustible utilitzat presenta alts continguts de sofre, com és habitual, el sistema queda desactivat. Així, és necessari utilitzar combustible amb pocs nivells de sofre i, addicionalment, aplicar estratègies per reduir-lo.

Per contra, aquest sistema és menys sensible a la temperatura i no requereix temperatures altes, a diferència dels SCR. Així, el sistema funciona des del moment d'arrencada mentre el SCR necessita un temps previ d'escalfament. Per poder complir les normatives més estrictes, alguns vehicles es poden veure obligats a utilitzar els dos sistemes, que no són excloents, per tal que l'alliberament de NOx sigui menor tant en el moment d'arrencada com posterior.

En quant a la tipologia de vehicles, **es considera que aquest sistema és més eficient amb vehicles petits, de manera que s'ha incorporat en diversos models de turisme nous mentre que no s'utilitza en vehicles grans com furgonetes i camions**, que són els principal objecte d'aquest estudi.

Per altra banda, els sistemes LNT tampoc requereixen el subministrament d'urea o AdBlue, de manera que no és necessari tenir en compte el subministrament d'aquest tipus de combustible. No és necessari instal·lar un dipòsit addicional per emmagatzemar-lo. Així, els LNT són sistemes més adequats per a vehicles comercials que tenen problemes d'espai i de càrrega limitada.

LNT	
Avantatges	Inconvenients
<ul style="list-style-type: none"> No requereixen subministrament de combustible alternatiu com la urea. No es perd espai. No són sensibles a la temperatura. 	<ul style="list-style-type: none"> La utilització d'elements escassos per a la seva fabricació el converteix en la opció més cara. Els alts continguts de sofre presents sovint en els hidrocarburs fa perdre eficiència. El combustible amb menys sofre normalment és més car.

Font: Elaboració pròpia

D. Altres modificacions

A més de les modificacions anteriors, també hi ha experiències recents de modificacions que comporten una dualització de la propulsió.

La dualització consisteix en incloure un segon combustible, principalment el gas, en un vehicle de propulsió tradicional. És un procés complex ja que no consisteix només en afegir un dipòsit de gas, sinó que implica una transformació profunda del sistema d'alimentació, injecció i gestió electrònica. Hi ha transformadors amb kits homologats i tallers autoritzats que poden instal·lar equips i el manual de reformen en preveu la seva legalització.

Normalment els **vehicles de gasolina (lleugers)** poden funcionar amb GLP o amb GNC en **esquema bi-fuel**, és a dir, usant un o altre al 100% (normalment arrenquen en gasolina i de seguida es passen a gas; si s'acaba el gas, tornen a gasolina sense intervenció del conductor)

Els **vehicles dièsel**, ja siguin lleugers o pesants, **funcionen amb l'esquema dual-fuel**, o sigui que injecten gas al cilindre per després provocar l'explosió amb dièsel: aquests vehicles necessiten una certa quantitat de dièsel per funcionar. El % de dièsel substituït per gas és la taxa de substitució.

Adquisició d'etiqueta ECO

El dual (dièsel) o el bi-fuel (gasolina) pot ser tant amb GLP com amb GNC **i per tal que un dièsel transformat a dual rebí l'etiqueta ECO s'ha de partir d'un vehicle dièsel amb etiqueta C**; si el vehicle és antic, la dualització no dona dret a etiqueta.

Així, aquestes modificacions tenen una motivació més econòmica que ambiental ja que es parteix de vehicles "C" que no tenen cap mena de restricció, però ofereix un estalvi al tractar-se d'un combustible més barat que el dièsel.

Tanmateix, presentaria avantatges en cas de crear zones més restrictives on ni tan sols els "C" poguessin circular. Actualment, aquest escenari és llunyà a Barcelona.

3.1.2 Capacitat de reducció de gasos contaminants dels sistemes retrofit

Segons l'empresa de sistemes de mesurament d'emissions alemanya [AVL](#), en un document-guia de l'any 2017, un sistema retrofit necessita reduir un eficiència del 90% les emissions de NO_x

d'un Euro 5 per assolir els nivells de l'Euro 6, i un 95% els d'Euro 4. En canvi, l'alliberament de partícules PM s'ha de reduir un 70% en ambdós casos, tal com mostra la taula 1.

Taula 1 Criteris de reducció d'emissions necessàries per assolir els nivells Euro VI

Euro class	NOx reduction	PM reduction*	PN reduction*
EEV	90%	50%	90 %
4	95%	70%	95 %
5	90%	70%	95 %

Així, un sistema retrofit basat en SCR d'un fabricant com el finlandès PROVENTIA, combinat amb altres filtres per partícules i aplicat en una furgoneta Euro 5 (tindria etiqueta groga) comporta assolir uns nivells d'emissions equiparables a un Euro 6.

Tenint en compte que **el cost d'aplicació en una furgoneta és d'uns 5.000€** i aquest tipus de vehicles ha allargat bona part de la seva vida útil (es considera un valor residual baix), el mercat no s'ha desenvolupant per aquest tipus de producte aplicat a furgonetes.

En canvi, per **vehicles de gran tonatge, especialment vehicles amb carrosseries especials com grues, tenen més opcions ja que el vehicle nou comporta una despesa molt més gran** respecte la instal·lació del retrofit.

Les taules inferiors demostren resultats de mesuraments de sistemes retrofit aplicats a un autobús, segons proves fetes pel laboratori finlandès VTT. En aquest cas, es va concloure que **el sistema combinat de SCR i filtre de partícules DPF van rebaixar els nivells d'emissions de NOx en un 92.1% de mitjana i els de PM en un 97.3%.**

Taula 2 Comparativa dels nivells d'emissions assolits abans i després d'aplicar un retrofit, segons assajos de VTT

Test Number	Test Setup	CO (g/km)	HC (g/km)	NO2 (g/km)	N2O (g/km)	NOx (g/km)	PM (g/km)	PN (10 ¹¹ /km)	CO2 (g/km)	Fuel Consumption (kg/100km)
16R019-021	Baseline	0.41	0.08	0.17	0.00	3.40	0.07	1244.9	835	26.43
16R028-030	DPF + SCR	0.14	0.02	0.01	0.04	0.27	0.00	2.4	829	26.25
Average reduction		65.7 %	81.0 %	92.3 %	-1623.1 %	92.1 %	97.3 %	99.8 %	0.7 %	0.7 %

Un altre estudi del mateix laboratori VTT amb dispositius retrofit del fabricant finlandès Proventia demostrava que la mitjana dels diferents vehicles assajats assolia nivells d'emissions sensiblement inferiors a les exigides per la normativa Euro6, i sensiblement inferiors a les exigides per Euro V i Euro IV

Taula 3 Comparativa de la mitjana d'assajos fets per VTT i els nivells exigits per la normativa Euro

	Test cycle	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NOx [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/km]	HC [g/km]	NOx [g/km]	PM [g/km]
Euro IV	ESC & ELR	1.5	0.460	3.50	0.020	-	-	-	-
Euro V	ESC & ELR	1.5	0.460	2.00	0.020	-	-	-	-
Euro VI	WHTC	1.5	0.130	0.40	0.010	-	-	-	-
Average									
17R330-17R338	LUB Revised	0.8	0.002	0.38	0.001	0.8	0.003	0.42	0.001

3.2. Homologació i legalització de sistemes retrofit

La instal·lació de sistemes retrofit es consideren **reformes del vehicle** i cal legalitzar-la d'acord amb el **manual de reformes del RD 866/2010**, [setena revisió](#).

Depenent del tipus de modificació que es faci, el RD contempla diversos procediments que s'han modificat recentment per donar flexibilitat a l'aplicació d'aquest tipus de sistemes retrofit.

3.2.1. Opcions para a la legalització dels sistemes retrofit

Principalment al manual de reformes s'identifiquen protocols per a 3 tipus de reformes o modificacions que tenen rellevància per a l'homologació de sistemes retrofit de reducció d'emissions:

1. **Reforma 2.6:** Modificació o substitució de les característiques del sistema d'escapament.
2. **Reforma 2.13:** Modificació del sistema de control d'emissions per al pas d'una etapa Euro a una etapa superior.
3. **Reforma 2.14:** Instal·lació de sistemes reductors d'emissions de NOx i PM.

Reforma 2.6: Modificació o substitució de les característiques del sistema d'escapament

Aquesta modificació **és la més viable econòmicament** segons els fabricants de retrofit. Principalment, aquesta legalització certifica que la modificació redueix els nivells de contaminants en la proporció que el fabricant declara, i que en cap cas empitjora les condicions prèvies del vehicle.

Es pot fer de dues maneres:

- **Legalització de reforma individual:** Es tracta d'un procediment individual per cada vehicle modificat. És costós perquè requereix un *certificat de conformitat* tècnica, emès per un *Servei Tècnic de Reformes* autoritzat (per exemple, l'empresa [TÜV Rheinland](#)). Per obtenir aquest certificat de conformitat, cal un certificat del taller i **cada unitat reformada** hauria de passar un assaig en un laboratori de proves tipus [IDIADA](#), que en certificaria la conformitat de forma individual.

Un cop obtingut el certificat de conformitat, cada vehicle reformat hauria de passar la Inspecció Tècnica de Vehicles, que en legalitzaria la modificació i faria les anotacions pertinents en la targeta d'ITV.

- **Legalització de reforma clònica:** En un procediment econòmicament més assumible pel mercat. S'aplica a *reformes repetides o clòniques* quan es vol incorporar un mateix element a un nombre il·limitat d'unitats. En aquest cas, és l'empresa fabricant de l'element (per exemple, el fabricant del sistema SCR) qui necessita un *Certificat de Conjunt Funcional*, i ha de registrar-se com a fabricant en el Ministeri d'Indústria.

Per obtenir el Certificat de conjunt funcional, cal que el fabricant/instal·lador faci un assaig Sistema Portàtil de Mesura d'Emissions (PEMS) del seu sistema amb **cadascun dels models de motor on es pot aplicar per tal d'homologar-lo**. En aquest cas, el fabricant proporciona el certificat de conjunt funcional al titular de cadascun dels vehicles reformats amb la seva solució, que els serviria per obtenir el certificat de conformitat tècnica i així passar la ITV per legalitzar la reforma. La reforma quedaria anotada a la targeta d'ITV del vehicle.

Cal tenir en compte que en aquest cas, el sistema instal·lat ha de passar necessàriament el test en una entitat espanyola i el fabricant del sistema s'ha de registrar a Espanya.

Reforma 2.13: Modificació del sistema de control d'emissions per al pas d'una etapa Euro a una etapa superior

En aquest tipus de legalització, s'ha de certificar que el vehicle passa d'un valor Euro a un valor euro superior. Això fa referència al **compliment del 100% de les condicions establertes a la normativa europea, tant ambientals i d'emissions com tècniques**. El compliment del 100% de condicions requereix l'accés a l'electrònica de control de motors, cosa que els fabricants de vehicles rebutgen per qüestions de competència i garantia.

Conseqüentment **aquesta opció és actualment inviable segons els fabricants de retrofit**.

Reforma 2.14: Instal·lació de sistemes reductors d'emissions de NOx i PM

Aquesta opció és **viable segons la indústria de retrofit**. És molt semblant a la reforma 2.6 però **amb uns requisits més estrictes** i per tant, és una opció més costosa i amb menys probabilitats de prosperar segons els condicions del mercat.

En aquest cas, s'homologa un conjunt funcional i **es verifica que es compleix un dels paràmetres de la norma Euro**. Així, el vehicle no compleix el 100% dels requisits de la norma Euro, però si els d'1 paràmetre: NOx o PM.

Així, al homologació consistiria en assajar un motor gran i petit d'una mateixa gamma dels motors considerats vehicle pesat (*Heavy Duty Vehicle – HDV*). Si es compleixen els límits en el motor més gran i en el més petit d'aquesta gamma, es considera que es compleixen amb tots.

A diferència de la reforma 2.6., els assajos no son PEMS sinó en laboratori, amb un cost més elevat, i a més d'acreditar la reducció d'emissions cal acreditar el compliment del [reglament 132 d'homologació de dispositius de control](#). Això inclou acreditar criteris com la durabilitat, de manera que un cop assajat el sistema nou, cal envellir-lo (1.000 hores d'ús) i tornar-lo a assajar.

L'envelliment del dispositiu és el que incrementa significativament el cost d'aquesta homologació. S'està explorant la possibilitat que sigui el sol·licitant (el fabricant de cada sistema retrofit) qui envelleixi el sistema acreditant uns procediments concrets, en comptes d'envellir-lo en laboratori. Això rebaixaria considerablement els costos d'homologació.

3.2.2. Conclusions sobre els tipus de reforma possibles

Des de la indústria de retrofit, la reforma 2.13 **comportaria l'adquisició d'una nova etiqueta ambiental, però no es considera viable**.

La reforma 2.14 **no comportaria l'adquisició d'una nova etiqueta però si l'assoliment de la normativa Euro en matèria d'emissions**. Es considera viable tot i que té un alt cost d'homologació. Caldria buscar flexibilitat per part del Ministeri d'Indústria.

La reforma 2.6 és viable si s'aplica el criteri del conjunt funcional per legalitzar una gamma de motors.

Així, els únics procediments d'homologació viables des del punt de vista econòmic i tècnic són:

- Reforma 2.6 com a conjunt funcional, i
- Reforma 2.14

La homologació del conjunt funcional ha de ser a nivell nacional, de manera que no serveix un dispositiu homologat a un país estranger, encara que sigui de la UE.

Cap d'aquestes dues reformes comporta l'adquisició d'una nova etiqueta ambiental, de manera que tot i ser tècnicament viables i assumibles, amb el plantejament actual no tenen recorregut en el mercat: cap usuari les vol instal·lar perquè no els garanteix l'accés a la ZBE, i com que no hi ha mercat, cap fabricant vol assumir els costos d'homologació dels seus dispositius com a conjunt funcional.

3.2.3. Actors i responsabilitats

En aquest apartat s'enumeren els diferents actors que intervenen en el procés de legalització i homologació de sistemes retrofit i la seva instal·lació en els vehicles, amb l'objectiu d'identificar quin seria el seu paper en una hipotètica acceptació dels vehicles reformats a la ZBE de Barcelona.

- A. **Fabricant de retrofit i comercialitzador:** Per exemple [PROVENTIA](#): És l'empresa que desenvolupa la solució tecnològica capaç de reduir les emissions de PM i/o NOx. Aquesta empresa, a més de tenir el coneixement per al desenvolupament del dispositiu, és qui s'ha d'encarregar de la seva homologació a cada país. Per tant, és qui s'ha de fer càrrec dels assajos que han d'homologar els seus propis productes per als tipus de motors que interessin.
- B. **Servei Tècnic de Reformes:** Per exemple [TÜV Rheinland](#): Són empreses acreditades pel Ministeri d'Indústria que emeten el **certificat de conformitat** de la reforma. Certifiquen que el dispositiu instal·lat està homologat i la reforma efectuada al taller s'adequa al decret de reformes i és adequat per al tipus de motor. El servei tècnic prepara el vehicle per a la seva legalització a la ITV
- C. **Centre d'homologació i laboratori de proves:** Per exemple [IDADA](#): Es tracta d'un centre laboratori independent que ha de dur a terme els assajos PEMS o en laboratori per certificar que els dispositius retrofit compleixen les funcions anunciades en el motors que l'empresa fabricant declara. Aquest centre podria assistir els institucions locals a crear i definir els criteris o límits que haurien de marxar una hipotètica acceptació dels vehicles reformats encara que no tinguin etiqueta.
- D. **Taller ITV per la legalització:** [Estació d'ITV](#) concessionada. L'estació ITV legalitza la modificació i certifica que es compleix amb els estàndards de circulació. No es tracta tant d'acreditar que els elements instal·lats son els homologats, com acreditar que s'han instal·lat de forma adequada. Inclou a la descripció del vehicle en la fitxa tècnica del vehicle.
- E. **Ministeri d'Indústria:** És el màxim òrgan regulador i per tant, és qui té la potestat de flexibilitzar la normativa per donar cabuda a les diferents reformes, així com als processos d'homologació d'aquestes.
- F. **Govern local:** Per exemple, Ajuntament de Barcelona o AMB: Són els organismes que apliquen les ordenances de la ZBE i les seves exempcions o moratòries. Són els òrgans que tenen la potestat de decidir si inclou o no els vehicles modificats en el llistat de matrícules permeses, i de decidir amb quins criteris ho fa. Es recomana la col·laboració amb la Generalitat per a la realització d'un esquema a tot Catalunya que serveixi de base per a altres ajuntaments de fora de l'AMB que es vegin obligats o motivats a crear ZBEs.

3.2.4. Experiència i casos pràctics d'aplicació de sistemes de retrofit

Regne Unit

Les Zones de Baixes Emissions

El juliol del 2017, el Govern del Regne Unit va publicar el "Pla per fer front a les concentracions de NO₂ en carreteres", que instava a les autoritats locals en àrees on es preveia que superin els valors límit de NO₂ establerts per la Unió Europea (UE) al llarg dels propers tres o quatre anys desenvolupin plans locals innovadors per assolir els valors legals en el "menor temps possible". Així, es van crear les Zona d'Aire Net (CAZ).

Hi ha dos tipus de CAZ: de pagament i de no pagament.

En les CAZ de no pagament s'implementen mesures per incentivar la renovació o retrofit de flotes amb objectius voluntaris. En canvi, a les CAZ de pagament els propietaris de vehicles han de pagar un càrrec per accedir o moure's dins d'una zona si condueixen un vehicle que no compleix amb l'estàndard concret segon el tipus de vehicle.

Els vehicles que compleixin les normes europees mínimes d'emissions per a aquestes zones poden entrar circular dins las CAZ sense que se'ls cobri. Els vehicles d'emissions ultra baixes (p.ex. vehicles elèctrics) també podran accedir o moure's dins de zones sense càrrec. A més, es permet el compliment de les normes d'emissions mitjançant tecnologies retrofit, la qual cosa requeria establir un esquema d'acreditació per a aquests sistemes.

L' esquema CVRAS

En aquest context es va desenvolupar l'esquema d'acreditació CVRAS, un dels esquemes més utilitzats a Europa per certificar solucions retrofit de reducció d'emissions de vehicles existents a nivells equivalents a Euro 6 (vehicles lleugers) o Euro VI (Vehicles pesants).

L'objectiu d'aquest sistema d'acreditació és proporcionar confiança als operadors de vehicles, assegurant que el seu vehicle podrà continuar en servei si compleix amb el límit establert d'emissions de contaminants. Només les tecnologies de retrofit robustes i provades que assoleixin objectius d'emissions equivalents i un rendiment en servei equivalent als vehicles Euro VI/6 poden obtenir l'acreditació CVRAS. Els fabricants de sistemes retrofit per CVRAS també han de complir altres requisits, com estat legal, estabilitat financera, gestió de qualitat, garantia i provisió d'assegurances.

Els vehicles modificats amb sistemes retrofit per CVRAS no estan subjectes a càrrecs per ingressar a CAZ de pagament. L' esquema CVRAS cobreix els següents tipus de vehicles:

- Autobusos
- Autocars
- Camions
- Vehicles de recollida d' escombraries
- Taxis (Black cab)
- Furgonetes
- Turismes

CVRAS està obert a tots sistemes retrofit que puguin demostrar emissions equivalents a Euro VI o millors. Les tecnologies actualment aprovades sota CVRAS són:

- Post-tractament de gasos d'escapament: Reducció catalítica selectiva (SCR)
- Re-motorització Dièsel Euro VI
- Re-motorització de bateria elèctrica
- Conversió i re-motorització GLP

Aprovació de retrofit per l'esquema CVRAS

Per a la seva homologació sota l'esquema CVRAS, les tecnologies retrofit han de complir amb els límits d'emissions durant un cicle de prova representatiu en un dinamòmetre de xassís (carretera rodant) o utilitzant el PEMS per a equips de vehicles dièsel més grans en un circuit, o tenir un sistema certificat Euro 6 / VI. Els sistemes també han d'informar sobre el rendiment mitjà diari de reducció de NOx quan procedeixi (és a dir, sistemes SCR).

Per a la reducció catalítica selectiva (SCR), els sistemes de post-tractament d'escapament es proven i aproven per a models de motor específics, tonatge del vehicle i estàndard Euro, ja que els sistemes requereixen un calibratge complex per aconseguir emissions equivalents a Euro VI.

Per a les opcions de re-motorització certificades com a Euro 6/VI, els proveïdors podran dimensionar el sistema adequadament per al tipus i mida del vehicle i no es requereix que siguin específics del model ja que el motor antic està essent reemplaçat / convertit.

En treballar amb col·laboració amb els laboratoris de proves de vehicles, organismes com Transport for London i la Confederació de Transport de Passatgers, Zemo Partnership, han desenvolupat una sèrie d'assajos de prova representatius per a cada categoria de vehicles coberts per CVRAS, en el cas on el tipus de motor no s'havia assajat o els assajats no eren apropiats. Els exemples inclouen assajos WLTP, assajos per autobusos, i els assajos Zemo d'autocars i assajos per vehicles pesants al Regne Unit.

Un fabricant de retrofit primer assaja un vehicle per mesurar el nivell d'emissions de referència del vehicle. Seguidament, s'instal·la el sistema de retrofit i es calibra per aconseguir emissions equivalents a Euro VI. A més, els assajos garanteixen que no hi hagi un augment significatiu de les emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Els sistemes retrofit han de complir amb els límits d'emissions tant per als contaminants atmosfèrics com per a les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle. Aquests inclouen NOx, NO2, PM, nombre de partícules (PN), amoníac (NH3), CO2, metà i òxid nítrics mesurat com a equivalent de CO2 (detallat a la següent taula).

Taula 4 Límits d'emissions acceptats per CVRAS

Emissions	Límit d' emissió durant el cicle de prova	
	per a vehicles pesants (camió, bus, autocar)	per a vehicles lleugers (furgoneta, turisme)
Òxids de nitrogen - NOx	0,5 g /km	0,25 g /km
Diòxid de nitrogen - NO2	0,1 g /km	0,1 g /km
Matèria particulada – PM	0,01g /km Autocar: 0,025 g/km	0,01 g /km
Nombre de partícules - PN	6 x 10 ¹¹ /km Autocar: 6 x 10 ¹² /km	6 x 10 ¹¹ /km
Òxid nítrics + Metà - N2O + CH4 (CO2 equivalent o CO2e)	Increment en CO2e de menys de 5% de nivell base	Increment en CO2e de menys de 3% de nivell base
Diòxid de carboni - CO2	Increment de menys d' 1% de nivell base	Increment de menys d' 1% de nivell base
Amoníac - NH3	10 parts per milió (ppm) mitjana durant el cicle de prova i no pot excedir 25 ppm durant la prova	10 ppm (mitjana) 25 ppm (pic màxim)

Els límits d'emissió equivalents per a NOx són de 0,5 g/km per als vehicles pesants i de 0,25 g/km per als vehicles lleugers. Els vehicles es proven amb pes addicional a bord per simular operacions representatives del món real, com passatgers o càrrega.

Un conjunt complet de protocols de prova per a l'aprovació de CVRAS està disponible a la [pàgina web CVRAS](#) de *Energy Saving Trust*, juntament amb altres documents de suport.

Les empreses que subministren sistemes aprovats per CVRAS són auditades per garantir la disponibilitat en el suport postvenda i que els sistemes es mantinguin durant tot el període de garantia o vida útil del sistema, generalment cinc anys. Les empreses han de demostrar que són una entitat legal identificable i proporcionar balanços dels dos anys anteriors o evidència de suport per a noves companyies.

Les empreses estan obligades a operar un Sistema de Gestió de Qualitat (SGC) certificat per la norma ISO 9001: 2015. Els fabricants de sistemes s'han d'assegurar que qualsevol organització externa que participi en la producció, instal·lació o manteniment de sistemes, compleixi amb aquests processos de qualitat. L'aprovació de l'empresa es revisa anualment i es pot retirar si no es compleixen tots els requisits del CVRAS.

Una vegada que un vehicle s'adapta amb un sistema aprovat per CVRAS, el proveïdor de retrofit emetrà un certificat d'instal·lació i completarà una entrada en el seu registre d'instal·lació del vehicle reformat. El proveïdor aprovat per CVRAS informarà l'organisme de certificació CVRAS i registrarà el vehicle com a adaptat amb l'organisme designat que allotja les dades del vehicle. Una llista de vehicles re-condicionats aprovats per CVRAS es vincularà a les bases de dades centrals de càrrega CAZ utilitzades pels sistemes de càmeres de reconeixent automàtic de

matrícules per identificar els estàndards d'emissions d'un vehicle que ingressa a una CAZ de pagament i registrar el pagament.

Els passos de l'acreditació, el registre i el compliment en servei de CVRAS per a les tecnologies de retrofit són els següents:

1. Auditoria i acreditació de l'empresa a CVRAS
2. Homologació tecnològica: assoleix emissions equivalents Euro VI/ 6
3. Tecnologia de retrofit/re-motorització instal·lada al vehicle
4. El proveïdor proporciona a l'operador el certificat d'instal·lació
5. Rendiment mitjà diari de NOx registrat per a referència futura
6. L'operador pot fer servir el vehicle en zones de baixes emissions (CAZ, LEZ i ULEZ) sense pagament / penalització
7. Llista de vehicles re-condicionats aprovats per CVRAS vinculats als sistemes de reconeixement automàtic de matrícules
8. Base de dades de proveïdors de retrofit administrat per organisme de certificació

Subvencions

A Anglaterra, el Departament de Transport (DfT) va proporcionar fons a les autoritats locals per reduir els contaminants de l'aire del transport a través del Fons de Tecnologia d'Autobusos Nets (CBTF) entre el 2013 i el 2015, i el Fons de Tecnologia de Vehicles Nets (CVTF) el 2014. Es van distribuir 12 milions de lliures (£) durant 3 anys, la qual cosa va resultar en la instal·lació de 2.150 sistemes retrofit en autobusos, autocars, camions de bombers, furgonetes, taxis negres i automòbils. Les lliçons apreses d'aquests programes van conduir al desenvolupament de CVRAS.

El pla té com a objectiu garantir una reducció rendible de NOx i només finança tecnologies sòlides i provades.

Els autobusos han estat al centre dels programes de modernització, ja que funcionen amb dièsel i circulen principalment en zones urbanes densament poblades. La reforma de la flota d'autobusos existent s'ha demostrat una de les mesures més rendibles per reduir el NOx de la flota, en comptes de retirar els vehicles (Greener Journeys, 2017). El *Clean Bus Technology Fund 2017-2019* va ser el primer programa de finançament a utilitzar l'acreditació CVRAS amb 40 milions de lliures (£) atorgats a les autoritats locals per finançar la modernització de 2.768 autobusos a tot Anglaterra. S'atorguen 22 milions a les autoritats locals per finançar 1.500 autobusos més a Anglaterra el 2019. Al març de 2021, més de 3.700 autobusos van ser modernitzats amb sistemes aprovats per CVRAS.

El Ministeri de Medi Ambient, Alimentació i Assumptes Rurals (Defra) també va atorgar 1 milió de lliures als proveïdors de retrofit destinats a donar suport al cost de les proves necessàries per les homologacions. Aquest finançament ha fomentat noves solucions aprovades.

Alemanya

Les Zones de baixes emissions

Alemanya va establir zones ambientals (nom que reben les ZBE al país) en nombroses ciutats per reduir la contaminació de l'aire en aquests àmbits, particularment partícules (PM) i diòxid de nitrogen (NOx). Una zona ambiental es distingeix per senyals de trànsit i senyals addicionals que tenen un disseny uniforme a tot Alemanya (vegeu la següent figura).

Figura 2 Senyalització de els ZBE a Alemanya






Les zones ambientals són àrees que els municipis determinen inicialment dins la seva pròpia competència. Dins d'aquestes àrees, els vehicles "nets" són recompensats amb "accés lliure", mentre que les restriccions de trànsit s'imposen als vehicles d'altas emissions. Fins ara, les zones ambientals es van establir en els **plans de control de la contaminació de l'aire** com una mesura efectiva per millorar la qualitat de l'aire.

La base per a les restriccions de trànsit a les zones ambientals és la classificació de turismes, camions i autobusos d'acord amb el nivell d'emissions d'escapament en quatre "grups de contaminants" de conformitat amb l'Ordenança d'Etiquetatge. Cada grup es diferencia mitjançant etiquetes de colors (detallat a la taula a continuació):

- El grup 1, no disposa d'etiqueta
- Vermell per al grup de contaminants 2
- Groc per al grup de contaminants 3
- Verd per al grup de contaminants 4

En modificar un vehicle dièsel amb un sistema de reducció de partícules (PMS), per exemple filtres de partícules, generalment es pot aconseguir l'etiqueta del següent grup de contaminants. El nivell de contaminació (regulat en l'Ordenança d'Etiquetatge) s'ha d'acreditar sobre la base del certificat del taller. Els vehicles de motor propulsats sense motor de combustió (per exemple, vehicles elèctrics) es classifiquen en el grup de contaminants 4 i reben un distintiu verd.

Taula 5 Esquema d'etiquetatge Alemany

Norma Euro	Grupo de contaminants	Primera matriculació turisme (Dièsel)	Primera matriculació Camió / Bus (Dièsel)	Etiqueta
Euro 1 o pre-euro	1	abans de 01.01.1997	abans de 01.10.1996	Sense etiqueta
Euro 2 o Euro 1 amb PMS	2	del 01.01.1997 fins 31.12.2000	del 01.10.1996 fins 30.09.2001	
Euro 3 o Euro 2 amb PMS	3	del 01.01.2001 fins 31.12.2005	del 01.01.2001 fins 30.09.2006	
Euro 4 o Euro 3 amb PMS i superior	4	del 01.01.2006	del 01.10.2006	

El nivell de restriccions per cada crup vehicles marcats amb etiqueta (vermell, groc i verd) és determinada mateixos municipis. L'annex 3 de la Ordenança estableix el tipus de vehicles que estan exempts de les prohibicions de circulació sense necessitat d'etiqueta (per exemple, vehicles de persones amb discapacitat, ambulàncies, maquinària mòbil). A més, l'autoritat de trànsit local competent podrà autoritzar l'accés i circulació de vehicles sense etiqueta per dins la zona ambiental quan això sigui d'interès públic.

L' esquema

Els requisits tècnics per a un sistema de control de partícules (PMS) i el protocol per a l'obtenció d'una acreditació/homologació (ABE) estan regulats en l'ordenança d'acreditació de trànsit en carreteres (StVZO). Els requisits específics per als sistemes de reducció de NOx (NOxMS) s'especifiquen en les directrius de subvenció dels respectius tipus de vehicles.

L'autoritat competent per atorgar l'homologació és l'Autoritat Federal de Transport Automotor (KBA), una autoritat subordinada del Ministeri de Transport.

La KBA emet l'ABE per als sistemes de reducció de PMS i NOx si es compleixen els requisits per a un ABE d'acord amb la StVZO i un informe tècnic d'un servei tècnic reconegut per la KBA confirma el compliment dels requisits tècnics.

Aprovació

Els requisits tècnics dels sistemes de reducció de NOx (per exemple per a vehicles municipals pesants) són els següents:

- El fabricant d' un sistema de reducció de NOx demostra i confirma mitjançant assaigs i acreditacions que la funcionalitat del sistema està garantida quan s'utilitza segons el previst en els vehicles de motor. Específicament, això requereix que es duguin a terme dos procediments d'assajos, cadascun amb dos dispositius de mesurament d'emissions transportables (PEMS):
 1. Un assaig realitzat d'acord amb les especificacions per a una prova ISC (conformitat en servei), que no ha de ser inferior a 120 minuts. El protocol requereix que la prova es dugui a terme en un vehicle amb un motor fred. La càrrega útil serà del 50 al 60 % de la càrrega útil màxima autoritzada pel vehicle. El NOxMS adaptat ha d'obtenir un percentatge de reducció d'almenys el 85 % en termes d'emissions d'òxid de nitrogen (NOx).
 2. Un segon assaig per mostrar diferents distribucions de temperatura dels gasos d' escapament. Es defineixen amb precisió els percentatges de reducció requerits per als diferents rangs de temperatura, per la qual cosa a partir d' una temperatura de 200 ° C el percentatge de reducció ha de ser d' almenys el 85 %, i per sota de 160 ° C no es defineix cap percentatge de reducció.
- El fabricant haurà de confirmar la funcionalitat del sistema quan es supera un quilometratge de 200.000 km o durant una vida útil de fins a quatre anys, depenent de quin criteri s'assoleixi primer. A més, la funcionalitat s' ha de demostrar mitjançant mesures de monitoratge.

El procediment per a la concessió d' un ABE permet la combinació de diferents models de motors en una sola família de motors d' acord amb Annex 4B, Número 5.2 del Reglament N° 49 de les Nacions Unides, Revisió 5.

Els criteris per establir una família són que la potència nominal del motor principal d'una família de motor o grup de vehicles no ha de variar més del ± 20 %. Si el fabricant pot demostrar a l' autoritat d' homologació que les famílies de motors o vehicles són en gran mesura comparables fins i tot amb diferències majors de potència, es poden acceptar toleràncies majors en la potència nominal del motor.

En el cas d' un sistema combinat de PMS i NOxMS, el fabricant aportarà proves adequades que el sistema o les característiques del sistema de PMS utilitzat compleix un dels següents requisits:

- Reglament de les Nacions Unides N° 132
- Els requisits establerts a la StVZO
- Esquema d'acreditació de retrofit de vehicles nets del Regne Unit

No obstant això, el sistema NOxMS necessita complir amb els requisits descrits a dalt.

Subvencions

A Alemanya hi ha programes nacionals de subvencions per a la instal·lació tant de sistemes de reducció de partícules com de sistemes de reducció de NOx.

Programes específics de subvencions per a la instal·lació de sistemes de reducció d'emissions NOx cobrien vehicles tipus furgonetes i vehicles lleugers (2,8t – 3,5t), vehicles pesats (3,5t – 7,5t), i vehicles de serveis municipals (> 3,5t).

En el cas de sistemes de reducció d'emissions NOx es preveuen subvencions màximes del 80% dels costos d'instal·lació amb un màxim de:

- 2.600€ per a furgonetes i vehicles lleugeres.
- 4.800€ per a furgonetes pesades.
- 14.400€ per a vehicles de serveis municipals.

En referència als retrofit reductors de partícules, hi ha subvencions per a la instal·lació de sistemes de reducció de partícules camions >7,5t.. Actualment existeix un programa de subvencions específic per al desenvolupament de sistemes de reducció d'emissions NOx.

3.3. Possibilitats d'acceptació de models reformats a la ZBE de Barcelona

3.3.1. Motivació per a l'acceptació de vehicles reformats

L'acceptació de vehicles reformats, sigui amb el protocol que sigui, presenta avantatges pragmàtics tant d'operació com de millora de la qualitat de l'aire.

- **Acceptació social:** Principalment, es considera que acceptar els vehicles reformats facilita l'acceptació de la ZBE pel sector de transportistes i vehicles afectats, fet que facilitaria l'aplicació de la ZBE amb les condicions actuals i futures, especialment si es vol restringir la circulació de vehicles amb etiqueta B
- **Acceptació de la indústria del transport:** En segon lloc, faria que vehicles afectats actualment o a curt termini puguin continuar treballant sense haver de comprar un vehicle nou, però reduint efectivament les emissions de contaminants. Així no comprometria la viabilitat i subsistència de moltes transportistes que, per edat i nivell d'ingressos, es veuen obligats a deixar de treballar abans d'acabar la seva edat de vida laboral.
- **Reducció de moratòries i exempcions a vehicles contaminants:** En tercer lloc, permetria retirar tant les moratòries com part de les exempcions actuals aplicades, com per exemple la de vehicles que realitzen serveis especials o altres particularitats, ja que la modificació també seria viable per aquests. Això comportaria una reducció global de les emissions de contaminants perquè es rebaixarien des del parc que actualment està permès a través d'aquestes exempcions.
- **Limitació de les acceptacions de vehicles reformats:** Cal tenir en compte que la proposta d'acceptar els retrofit es fa per la voluntat de donar sortida als usuaris afectats per la mesura, però no per incrementar el parc de vehicles envellits. Així, en cas de contemplar l'acceptació de vehicles amb retrofit, sigui quin sigui l'esquema, comporta el risc que comencin a apropar-se a Barcelona vehicles que fins ara operaven a altres zones. Així, caldria incloure entre els requisits no només la legalització de la reforma amb un sistema retrofit homologat, sinó altres requisits com la tinença del vehicle en un temps determinat, o justificar d'alguna manera que el vehicle ja tenia necessitat de circular per Barcelona en el passat.

3.3.2. Opcions d'acceptació

Com s'ha vist, els vehicles reformats amb sistemes retrofit legalitzats i homologats no poden obtenir una etiqueta nova perquè no compleixen amb tots els aspectes de la normativa EURO, perquè hi ha altres aspectes a contemplar més enllà del nivell d'emissions. Així,

aquests vehicles reformats no quedarien a dins la base de dades de la DGT sobre matrícules permeses.

En cas que des de les autoritats locals es vulgui acceptar aquest tipus de vehicles i alleugerir la pressió sobre el sector de transportistes per la renovació de la flota, hi ha diverses opcions. En gairebé tots, el **registre de matrícules exemptes de l'AMB** hi juga un paper fonamental.

En el context d'acceptar vehicles modificats és important destacar que mentre la instal·lació de filtres de partícules és tècnicament viable per a tot tipus de vehicles, la instal·lació de sistemes de reducció de NOx només és tècnicament viable sota certes circumstàncies. En concret:

- no hi sol haver espai disponible per a sistemes de reducció de NOx en turismes i derivats de turisme.
- per a furgons i camions mitjans (3500-12.000 kg mma) la instal·lació de sistemes de reducció de NOx podria ser viable si existeixi l'espai suficient, i es tracti d'una flota de vehicles de la mateixa marca i model amb un nombre suficient de vehicles per repartir els costos d'enginyeria.
- per a camions pesants (≥ 12.000 kg mma) i autobusos/autocars hi sol haver espai disponible per a sistemes de reducció de NOx i al mercat ja existeixen aplicacions per a diversos models de vehicles.

Opció 1: Concedir etiqueta nova.

La primera opció manté la normativa actual pel que fa a l'accés a la ZBE, és a dir concedir l'accés a vehicles en base al seu distintiu ambiental i aplicant exempcions en base a les matrícules de vehicles inclosos en una base de dades segons l'ordenança vigent.

Aquesta opció tracta de flexibilitzar la concessió d'etiqueta amb criteris ambientals, de manera que alguns vehicles actualment classificats com a A (sense etiqueta) tindrien una etiqueta superior.

Seria la opció més convenient per als governs locals de cara a al generalització de les ZBE en els municipis de més de 50.000 hab tal com reclama la llei de canvi climàtic. Si bé es considera la opció més favorable, és també la més complexa ja que requereix l'acord i voluntat del Ministeri d'Indústria i la DGT, i per tant, està fora de la responsabilitat de l'AMB com a autoritat competent de la ZBE de Barcelona.

En concret, aquesta opció preveu concedir a vehicles d'una norma Euro (p.ex. Euro III que correspon a distintiu ambiental A) el distintiu ambiental que correspon a la següent norma Euro, si aquests vehicles es modifiquen amb un sistema retrofit homologat de reducció d'emissions (ja sigui per via de la 2.6 com de la 2.14. Per tant, es donaria el distintiu ambiental C a vehicles de norma Euro V (correspon a distintiu ambiental B) que estiguin modificats amb un sistema retrofit.

És important destacar que no es tractaria de passar d'una norma Euro a la següent, ja que això no està previst atès que es tracta d'una normativa europea amb criteris establerts sense flexibilitat en la seva interpretació a nivell nacional.

Aquesta opció s'ha implementat a Alemanya, on la classificació per distintiu ambiental i el pas a un distintiu superior està regularitzat en normativa nacional, requerint exclusivament la instal·lació d'un filtre de partícules homologat.

Per a l'aplicació a Espanya hi ha diverses opcions. Es pot copiar el model alemany permetent el pas a un distintiu ambiental superior amb la instal·lació d'un filtre de partícules homologat, o es pot crear un criteri més exigent i requerir la instal·lació d'un sistema de reducció de NOx.

Opció 2: Crear un esquema d'acreditació propi per generar una nova base de dades pròpia:

Aquesta opció tractaria de crear una base de dades de vehicles en què s'han instal·lat sistemes retrofits de reducció d'emissions. La inclusió en aquesta base de dades permetria l'accés a la ZBE.

Aquesta opció requereix la definició de criteris per ser inclosos en la base de dades. Per exemple, els criteris d'inclusió poden coincidir amb els nivells d'emissions relacionats amb partícules i NOx segons normes Euros per assegurar que vehicles inclosos a la base de dades no es quedin per sota dels criteris dels distintius permesos a la ZBE.

A més, requereix l'acreditació del compliment dels criteris per un ens competent i l'emissió d'un certificat d'acreditació per lliurar a l'AMB i la formalització de la inclusió en la base de dades.

Hi ha la possibilitat de crear una etiqueta pròpia de vehicle "retrofitat" però això no és necessari atès que l'accés a la ZBE pot ser concedit a través de la base de dades en combinació del sistema de reconeixement automàtic de matrícules.

Per a aquesta opció es recomana comptar amb l'assistència de centres d' homologació com IDIADA per tal de definir els criteris i protocols d'acreditació.

Seguint el model del Regne Unit on es va establir l'esquema d'acreditació CVRAS, aquesta opció és tècnicament més complexa però més clara per als usuaris. La seva implantació la podrien assumir les administracions locals que tenen establertes ZBE (com l'AMB o certs ajuntaments) però seria recomanable que fos acordada a nivell nacional per garantir la seva seguretat jurídica, especialment perquè la llei de canvi climàtic pretén estendre les ZBE a d'altres ciutats espanyoles.

Opció 3: Acceptar els vehicles modificats incloent-los en el registre d'exempcions de l'AMB

Aquesta opció seria la més pragmàtica a curt termini i la seva implementació recauria en mans de les administracions locals que tenen establertes ZBE (com l'AMB o certs ajuntaments), tot i que podria requerir la delegació de determinades competències per part d'administracions d'àmbit superior per garantir la seva seguretat jurídica.

Es tractaria d'incloure en el registre de matrícules permeses als vehicles pels quals s'hagi acreditat una modificació amb un sistema homologat i compliment dels criteris definits. Per obtenir l'acreditació es pot seguir el descrit a Opció 2. No és una tasca més complexa que

registrar els vehicles que han pogut acreditar que fan activitats o serveis especials (com els vehicles laboratori, per exemple).

L'AMB i l'Ajuntament de Barcelona podrien comptar amb l'assistència de centres d'homologació per establir els criteris mínims a demanar per incloure aquests vehicles, seguint els passos descrit en Opció 2.

Es recomana aquesta opció amb l'eliminació d'exempcions existents que fan referència a vehicles especials, en la normativa actual per establir un criteri únic. És a dir que els vehicles que actualment estan inclosos en la base de dades d'exempcions hauran de complir amb els mateixos criteris que els vehicles modificats per seguir tenint accés a la ZBE.

3.3.3. Detecció de manipulacions en els sistemes de reducció d'emissions

Part de les limitacions presentades pels sistemes retrofit són els efectes sobre el desgast del motor o sobre el major consum de carburant, que afecten tant vehicles antics com nous. Per evitar aquests efectes, alguns usuaris es podrien veure incentivats a desactivar aquests sistemes i seguir comptant amb les etiquetes ambientals corresponents a la categoria homologada. Aquesta mala pràctica es considera un frau contemplat en l'article 325 del Codi Penal (L.O. 10/95) i col·loquialment s'anomena "tampering".

Per detectar aquest tipus de delictes, la nova normativa d'inspeccions tècniques de vehicles incorpora des del 2018 la obligatorietat de connectar l'OBD del vehicle (On Board Diagnostic) a un ordinador per tal de detectar possibles modificacions, errors i disfuncions dels sistemes. Aquesta nova tecnologia permet detectar si un vehicle ha estat manipulat i també si, en cas de complir, els paràmetres han estat restaurats just abans de la inspecció.

Quin paper pot jugar la Guàrdia Urbana?

Addicionalment, la Guàrdia Urbana pot realitzar controls esporàdics de trànsit. La Directiva 2010/47 de la Comissió Europea no contempla la obligatorietat de portar equipament per detectar emissions, però sí que s'indica com a recomanable:

Aquest tipus d'inspeccions es poden fer mitjançant tres tipus d'equipament diferent:

- **Equip de mesura de gasos del tub d'escapament:** Requereix parar els vehicles de forma aleatòria i fer les mesures pertinents. Es tracta del sistema que s'ha fet servir fins ara a la inspecció tècnica de vehicles.
- **Detecció On-Board Device:** Similar al sistema que s'ha aprovat recentment per les inspeccions tècniques periòdiques de vehicles, es tracta de connectar l'equip de diagnòstic del vehicle a un ordinador per tal de detectar possibles manipulacions o disfuncions en el sistema. En aquest cas, també seria necessària l'aturada aleatòria de vehicles, però en cas de detecció de manipulació de l'OBD (un tràmit d'escassos minuts) ja es pot aplicar el procediment sancionador al propietari del vehicle.
- **Ús de la tecnologia RSD (Remote Sensing Device):** S'instal·la un dispositiu a la via pública, tipus radar, que permet detectar emissions dels vehicles passants en temps real. D'aquesta manera el dispositiu permet identificar els "grans emissors" sense necessitat de controls aleatoris i sense necessitat d'aturar cap vehicle, com passa amb els sistemes de detecció *On-Board*.

En tots els casos, la detecció d'emissions més altes del que la homologació del vehicle indica no es considera objecte de sanció, ja que poden indicar una deficiència del vehicle. En tot cas, **els vehicles detectats amb emissions més altes del que indica la seva homologació serien susceptibles d'un segon anàlisi per part de la inspecció tècnica o instal·lació adequada**, que sí ho detectaria.

Aquest aspecte ens permet concloure que les eines poden ser totalment complementàries: parada inicial dels vehicles amb emissions superiors a la mitjana (tecnologia RSD) i, en segona instància, comprovació de la manipulació de l'OBD. Finalment, indicar que l'aplicació d'aquestes mesures també suposaria un important condicionament als usuaris que facin "tampering" i una eina totalment dissuasòria.

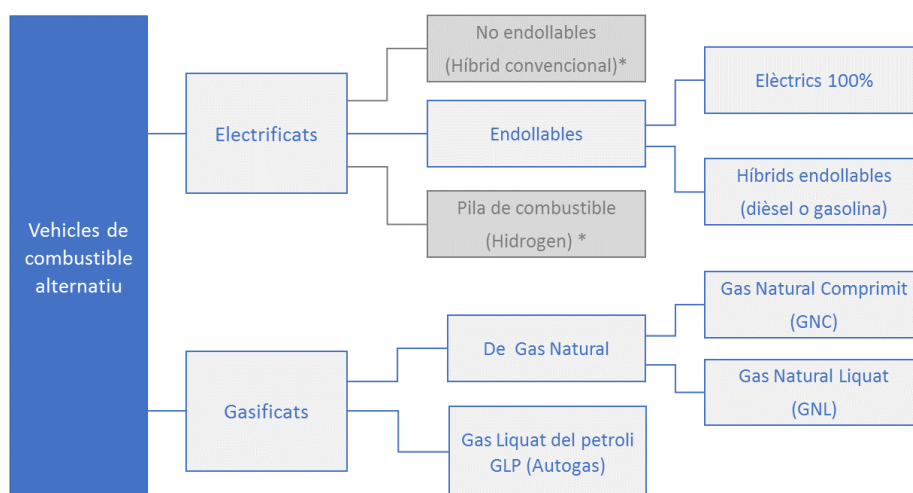
4. VEHICLES DE PROPULSIÓ ALTERNATIVA

4.1. Anàlisi de la oferta comercial disponible

4.1.1. Característiques de les tecnologies existents

La tecnologia ha estat capaç de desenvolupar vehicles cada cop més nets. A més de les millores en les emissions dels motors de combustió tradicional, hi ha noves propulsions que funcionen amb combustibles alternatius als productes derivats del petroli. Aquests nous tipus de vehicle funcionen principalment amb energia elèctrica o amb gas, tot i que en cada un dels casos hi ha diferents sistemes. La figura següent il·lustra els diferents tipus de vehicles alternatius als de combustió tradicional.

Figura 3 Tipologies existents de vehicles amb combustible alternatiu



**Els vehicles d'aquesta tipologia no entren dins l'abast del present estudi.*

Cal recordar que a efectes de les restriccions relacionades amb la Zona de Baixes Emissions de la ciutat de Barcelona, els vehicles de combustió tradicional nous compleixen majoritàriament amb la normativa Euro 6 i obtindrien l'etiqueta C (Verda). Així, aquests no es veurien afectats per les restriccions i per tant, representen també una alternativa per als usuaris afectats.

4.1.2. Tipus de vehicles amb combustible alternatius

Vehicles electricats

Ens vehicles electricats són aquells propulsats per motor elèctric. Les emissions procedents d'aquests tipus de vehicles són nul·les o molt baixes segons les característiques tècniques, tot i que la procedència de l'energia utilitzada no és un tema totalment resolt. La tecnologia actual els classifica en les següents categories:

- 1) Endollables:
 - Vehicle elèctric pur de bateria (BEV): Funcionen només amb energia elèctrica emmagatzemada en bateries. L'energia, que s'ha de recarregar prèviament, pot provenir tant de la xarxa com d'una estació autònoma. A més, comptem amb frenada regenerativa que recupera energia quan el vehicle redueix velocitat.

- Híbrids endollables (PHEV): Són vehicles que funcionen de manera elèctrica però que reben el suport d'un motor de combustió quan sobrepassen els 40 km d'autonomia. Les seves bateries tenen una autonomia més gran comparada amb els motors híbrids no endollables.
- Pila de combustible: Són vehicles que utilitzen l'hidrogen com a vector d'energia. L'hidrogen permet generar energia i calor de manera eficient a través d'una reacció química i no a través de la combustió. No és una tecnologia extensa entre els vehicles industrials i comercials i només s'han realitzat algunes proves pilot. No s'han inclòs en aquest estudi per a la manca de models al mercat actual.

2) No endollables:

- Híbrid convencional (HV): Són vehicles que disposen, almenys, de dos sistemes de propulsió diferents. A diferència dels híbrids endollables, el vehicle funciona pràcticament com a vehicle de combustió, però reben el suport d'un motor elèctric. No necessiten ser endollats perquè les bateries es carreguen amb el moviment del mateix vehicle, principalment durant la desacceleració. No s'han inclòs en aquest estudi per considerar que són motors on predomina la tecnologia tradicional de combustió.

Vehicles de Gas Natural

El gas natural és un combustible fòssil no derivat del petroli i molt ric en hidrocarburs lleugers. Es tracta d'un combustible que ocupa més espai que els derivats del petroli, de manera que s'ha de comprimir o liquar. Així, dins el gas natural vehicular (GNV) existeixen motors propulsats amb gas natural comprimit (GNC) i amb gas natural liquat (GNL).

- GNC: El combustible es troba en estat gasós, i és més recomanable en transports de curta distància com són els serveis urbans fets amb autobús, taxi o distribució urbana.
- GNL: El combustible es troba en estat líquid. Aquesta condició el fa més apte per transport de llarga distància.


Vehicles de Gas Liquat del petroli (GLP)

També denominat comercialment "autogas" per molts fabricants i empreses distribuïdores, es tracta d'una barreja de gas propà (C_3H_8) i butà (C_4H_{10}) que es pot comprimir fins a convertir-lo en líquid. És possible que un vehicle tradicional passi a funcionar amb GLP instal·lant un sistema alternatiu.


4.1.3. Models de vehicles disponibles al mercat


Per a l'anàlisi de vehicles de propulsió alternativa al mercat ens hem centrat en camions pesants (N3) i autocars, deixant fora de l'abast furgonetes (N1) i camions lleugers (N2). La raó és que el parc d'aquests tipus de vehicles ja s'ha renovat en els últims anys en anticipació a l'entrada en vigor de la ZBE de Barcelona i la fi de les moratòries, així com per l'àmplia disponibilitat d'aquest tipus de vehicles amb propulsió alternativa i preus molt competitius.


Camions elèctrics (N3, > 12 tones de massa)

Volvo FL Electric		
Càrrega (kg)	17.000	
Potència (màx/continua)	200/165 kW	
Autonomia (Km)	300	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	95.000	


Volvo FE Electric		
Càrrega (kg)	27.000	
Potència (màx/continua)	370/260 kW	
Autonomia (Km)	200	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu	-	


Volvo FH Electric		
Càrrega (kg)	44.000	
Potència màxima	600 kW	
Consum (kWh/km)	1,1	
Autonomia (Km)	343	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu	-	

Volvo FM Electric		
Càrrega (kg)	44.000	
Potència màxima	490 kW	
Autonomia (Km)	380	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu	-	

Volvo FMX Electric		
Càrrega (kg)	44.000	
Potencia màxima	490 kW	
Autonomia (Km)	320	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu	-	

Mercedes Benz eActros		
Càrrega (kg)	27.000	
Potencia (màx/continua)	400/330 kW	
Autonomia (Km)	300-400	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu	-	


Scania		
Càrrega (kg)	27.000	
Potencia (màx/continua)	250 kW	
Autonomia (Km)	250	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu	-	

MAN eTGM		
Càrrega (kg)	26.000	
Potencia màxima	264 kW	
Autonomia (Km)	190	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu	-	


Renault E-Tech D	
Càrrega (kg)	16.700
Potència màxima	185 kW
Autonomia (Km)	400
Emissions CO2 (g/Km)	0
Preu	-



Renault E-Tech D Wide	
Càrrega (kg)	19.000/27.000
Potència màxima	370 kW
Autonomia (Km)	200
Emissions CO2 (g/Km)	0
Preu	-




DAF CF Electric	
Càrrega (kg)	26.000
Potència (màx/continua)	240/210 kW
Autonomia (Km)	200
Emissions CO2 (g/Km)	0
Preu	-



Camions híbrids endollables (PHEV) i convencionals (HEV) (N3, > 12 tones de massa)

Scania P 320 PHEV 4x2	
Càrrega (kg)	27.000
Capacitat bateria (kWh)	90
Potència (màx/continua)	290 kW/230 kW
Autonomia solo bateria (Km)	60
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu	-



Camions de gas natural (GNC-GNL) (N3, > 12 tones de massa)


IVECO Eurocargo (ML80E21, ML90E21, ML100E21, ML120EL21)	
Càrrega (kg)	4.600-6.500
Potencia	204 CV
Capacitat CNG (kg)	139
Autonomia (Km)	Hasta 400
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-




IVECO Eurocargo ML160E21	
Càrrega (kg)	10.500
Potencia	150 kW
Capacitat CNG (kg)	136
Autonomia (Km)	Hasta 400
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-



IVECO S-WAY AD/AT190S34/P (FP), AD/AT190S40/P (FP), AD/AT260S34/PS (FS), AD/AT260S40/PS (FS)	
Càrrega (kg)	12.000-18.000
Potencia	340-400 CV
Capacitat CNG (kg)	96-145
Autonomia (Km)	Hasta 400
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-



IVECO S-WAY AS190S46/FP CM, AS260S46Y/FS CM, AS260S46Y/PS (FS)	
Càrrega (kg)	8.300-9.700
Potencia	460 CV
Capacitat CNG (kg)	160-380
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-



IVECO S-WAY AS440S46T/P	
Càrrega (kg)	50.000
Potencia	460 CV
Capacitat CNG (kg)	170-380
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	125.000



Mercedes-Benz ECONIC-NGT 1830	
Càrrega (kg)	-
Potencia	302 CV
Capacitat CNG (kg)	98/137
Autonomia (Km)	400/575
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-



Mercedes-Benz ECONIC-NGT 2630	
Càrrega (kg)	-
Potencia	302 CV
Capacitat CNG (kg)	98/137
Autonomia (Km)	400/575
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-



Mercedes-Benz Actros 5 1830 L NGT (4x2)	
Càrrega (kg)	20.500
Potencia	302 CV
Capacitat CNG (kg)	168
Autonomia (Km)	620-780
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-



Mercedes-Benz Actros 5 2530 L NGT (6x2)	
Càrrega (kg)	27.000
Potencia	302 CV
Capacitat CNG (kg)	168
Autonomia (Km)	620-780
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-



Renault D WIDE P4X2 320 GNC/D WIDE P6X2 MUNICIPIOS 320 GNC	
Càrrega (kg)	-
Potencia	320 CV
Capacitat CNG (kg)	90/240
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-




SCANIA LARGA DISTANCIA TRACTORA 4x2 410cv GNL/GNC – BioGNL/BioGNC	
Càrrega (kg)	50.000
Potencia	410 CV
Capacitat CNG (kg)	-
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-




SCANIA Distribución 4x2 GNL/GNC – BioGNL/BioGNC	
Càrrega (kg)	50.000
Potencia	280/340 CV
Capacitat CNG (kg)	-
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-




URO K6G – ESTRECHO		
Càrrega (kg)	58.000	
Potencia	250 CV	
Capacitat CNG (kg)	76	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	

VOLVO FE CNG (26/18 T)		
Càrrega (kg)	18.000/26.000	
Potencia	320 CV	
Capacitat CNG (kg)	88/117	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	


VOLVO FH LNG (40(MMC)/26/18 T) i FM/FMX LNG (40(MMC)/26/18 T)		
Càrrega (kg)	18.000/26.000/40.000	
Potencia	420 CV/460 CV	
Capacitat CNG (kg)	115/155/205	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	


Autocars elèctrics


IVECO E-WAY		
Capacitat bateria (kWh)	335	
Longitud (m)	9,5/10,7/12/18	
Potencia	160 kW	
Consumo	61 kWh/100 km	
Autonomia (Km)	Hasta 500	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	-	

Irizar i2e		
Capacitat bateria (kWh)	376	
Longitud (m)	12	
Potencia	230 kW	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	200-250	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	-	


MAN Lion's City E		
Capacitat bateria (kWh)	480/640	
Longitud (m)	12/18	
Potencia	240 kW/320 kW	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	Hasta 350	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	41/45	


Otokar e-Kent Articulated		
Capacitat bateria (kWh)	350/490/560	
Longitud (m)	18,7	
Potencia	-	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	300	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	123/.../151	


Scania Citywide		
Capacitat bateria (kWh)	254/330	
Longitud (m)	12	
Potencia	300 kW	
Consumo	82 kWh/100 km	
Autonomia (Km)	320	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	32 + 45	

Mercedes-Benz eCitaro (12m)		
Capacitat bateria (kWh)	378/441	
Longitud (m)	12	
Potencia	-	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	570.000€	
Pax (Seats + standing)	29 + 41	


Mercedes-Benz eCitaro (18m)		
Capacitat bateria (kWh)	378/441	
Longitud (m)	18	
Potencia	-	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	800.000€	
Pax (Seats + standing)	45 + 95	

Solaris Urbino 8,9 LE electric		
Capacitat bateria (kWh)	Variable	
Longitud (m)	8,9	
Potencia	160 kW	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	27	


Solaris Urbino 12 electric		
Capacitat bateria (kWh)	Variable	
Longitud (m)	12	
Potencia	160 kW	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	39 + 4	


Solaris Urbino 18 electric		
Capacitat bateria (kWh)	Variable	
Longitud (m)	18	
Potencia	240 kW	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	49 + 8	

BYD – ebus (12 / 18m)		
Capacitat bateria (kWh)	442	
Longitud (m)	12/18	
Potencia	2 x 150 kW	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	31/56	


BYD – Coach		
Capacitat bateria (kWh)	-	
Longitud (m)	12,9	
Potencia	2 x 150 kW	
Consumo	-	
Autonomia (Km)	200	
Emissions CO2 (g/Km)	0	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	31/56	


Autocars híbrids endollables (PHEV) i convencionals (HEV)


IVECO URBANWAY FULL HYBRID		
Capacitat bateria (kWh)	11	
Longitud (m)	12/18	
Potencia	290 CV/ 330 CV	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	Euro 6	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	37	

MAN Lion's City G EfficientHybrid		
Longitud (m)	12/18	
Potencia	184 kW	
Autonomia (Km)	0,1	
Emissions CO2 (g/Km)	Euro 6	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	34 + 64	


Volvo 7900 S-Charge		
Longitud (m)	10,6/12/18,7	
Potencia	240 CV	
Autonomia (Km)	1	
Emissions CO2 (g/Km)	990 (Euro 6)	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	32 +70/41 +113	


Citaro hybrid		
Longitud (m)	12	
Potencia	302 CV	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	870	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	29 + 41	


Solaris Urbino 12 hybrid		
Longitud (m)	12	
Potencia	151 kW	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	41	


Solaris Urbino 18 hybrid		
Longitud (m)	18	
Potencia	220 kW	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Pax (Seats)	52	

Autocars de gas natural (GNC-GNL)


IVECO URBANWAY GNC		
Longitud (m)	10,5/12/18	
Potencia	290 CV/330 CV	
Capacitat CNG (kg)	200/245	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	


IVECO CROSSWAY LE		
Longitud (m)	10,6/12/12,8	
Potencia	360 CV	
Capacitat CNG (kg)	200	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	

IVECO CROSSWAY		
Longitud (m)	10,6/12/13	
Potencia	360 CV	
Capacitat CNG (kg)	200	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	

MAN LION'S CITY 12G		
Longitud (m)	12,2	
Potencia	280 CV/320 CV	
Capacitat CNG (kg)	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	35	

MAN LION'S CITY 18G		
Longitud (m)	18,1	
Potencia	320 CV	
Capacitat CNG (kg)	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	49	

MAN LION'S CITY 19G		
Longitud (m)	18,7	
Potencia	320 CV	
Capacitat CNG (kg)	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	53	

OTOKAR KENT C		
Longitud (m)	12	
Potencia	320 CV	
Capacitat CNG (kg)	-	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	101	

SCANIA CITYWIDE LF 4x2 GNC – BioGNC	
Longitud (m)	10,2/12
Potencia	280 CV/320 CV
Capacitat CNG (kg)	330
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-
Seats	-



SCANIA CITYWIDE LF 6x2/2 GNC – BioGNC	
Longitud (m)	18
Potencia	320 CV
Capacitat CNG (kg)	330
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-
Seats	-





SCANIA CITYWIDE LE 4x2 GNC – BioGNC	
Longitud (m)	10,2/12,8
Potencia	280 CV/320 CV
Capacitat CNG (kg)	330
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-
Seats	-





SCANIA CITYWIDE LE 6x2*4 GNC – BioGNC	
Longitud (m)	13,2/15
Potencia	320 CV
Capacitat CNG (kg)	330
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-
Seats	-



SCANIA N UB4x2 Castrosua GNC – BioGNC		
Longitud (m)	10,2/12	
Potencia	280 CV/320 CV	
Capacitat CNG (kg)	330	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	-	

SCANIA N UB6x2/2 Castrosua GNC – BioGNC		
Longitud (m)	18,75	
Potencia	280 CV/320 CV	
Capacitat CNG (kg)	330	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	-	

SCANIA K UB4x2 Castrosua GNC – BioGNC		
Longitud (m)	10,5/13	
Potencia	280 CV/320 CV	
Capacitat CNG (kg)	330	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	-	

SCANIA K UB6x2*4 Castrosua GNC – BioGNC		
Longitud (m)	13,2/15	
Potencia	280 CV/320 CV	
Capacitat CNG (kg)	330	
Autonomia (Km)	-	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	-	

SCANIA K UA6x2/2 Castrosua GNC – BioGNC

Longitud (m)	18,75
Potencia	320 CV
Capacitat CNG (kg)	330
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-
Seats	-



SCANIA K EB4x2 Castrosua GNC – BioGNC

Longitud (m)	10,5/13
Potencia	280 CV/320 CV
Capacitat CNG (kg)	330
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-
Seats	-



SCANIA K EB6x2*4 Castrosua GNC – BioGNC


Longitud (m)	13,2/15
Potencia	280 CV/320 CV
Capacitat CNG (kg)	330
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-
Seats	-





SCANIA Interlink LD 4x2 GNC – BioGNC

Longitud (m)	10,8/12,8
Potencia	320 CV
Capacitat CNG (kg)	Hasta 424
Autonomia (Km)	-
Emissions CO2 (g/Km)	-
Preu (€)	-
Seats	-



SOLARIS URBINO 12 CNG		
Longitud (m)	12	
Potencia	320 CV	
Capacitat CNG (kg)	-	
Autonomia (Km)	400-600	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	-	

SOLARIS URBINO 18 CNG		
Longitud (m)	18	
Potencia	320 CV	
Capacitat CNG (kg)	-	
Autonomia (Km)	350-450	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Seats	-	

CAETANO CITYGOLD		
Longitud (m)	12	
Potencia	310 CV	
Capacitat CNG (kg)	-	
Autonomia (Km)	550	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	35 + 49	

IRIZAR i4, i6 e i6S a GNL		
Longitud (m)	12-15	
Potencia	-	
Capacitat CNG (kg)	-	
Autonomia (Km)	hasta 1.000	
Emissions CO2 (g/Km)	-	
Preu (€)	-	
Pax (Seats + standing)	-	

4.1.4. Conclusions de la oferta disponible analitzada

En base a l'anàlisi de l'oferta disponible de camions i autocars propulsats per combustibles alternatius, es pot concloure que existeixen alternatives als vehicles convencionals per a cada necessitat i tipus d'ús. A més, el sector es troba en un moment molt dinàmic i l'aparició de nous models o noves versions de models existents, és molt ràpida.

Nous fabricants de camions purament elèctrics com Nikola o Hyzon estan entrant al mercat europeu. Tot i això, els vehicles d'aquests fabricants actualment encara no estan disponibles. Els fabricants de vehicles tradicionals, que actualment dominen el mercat amb camions dièsel, ara també s'estan involucrant cada vegada més en el desenvolupament de camions de zero emissions. Els primers vehicles s'estan desenvolupant i provant actualment en proves pilot en cooperació amb empreses. A més, els primers models de fabricants coneguts han assolit la maduresa del mercat i estan disponibles en petites quantitats (vegeu fitxes de models en l'apartat anterior). La producció en sèrie de models individuals en majors quantitats, així com la introducció d'altres models de vehicles, són esperats per quasi tots els OEM en els pròxims anys. A més, els majors fabricants de camions europeus anuncien que a partir del 2040 només produiran camions que funcionin amb electricitat, hidrogen o biocombustibles ([ACEA, 2021](#)).

Com més alt és el tonatge del vehicle, més potència de motor i més autonomia es necessita. En el cas dels vehicles elèctrics, això implica unes bateries més grans, i conseqüentment, una major ocupació de l'espai. Això implica un cost d'inversió substancialment superior a causa del cost encara molt elevat de les bateries. A més, la necessitat de bateries grans pot restar capacitat de volum de càrrega per massa màxima autoritzada (MMA) dels vehicles de transport, fet que repercuteix en els costos d'explotació (un vehicle transporta menys càrrega, per tant és menys eficient). Això passa especialment amb vehicles de gran tonatge i explica que al mercat hi hagi una major oferta de cotxes i furgonetes elèctriques que de camions.

En els camions, s'observa una capacitat d'autonomia nominal de les bateries entre 200 i 350km en la majoria de models elèctrics analitzats. A escala de la ZBE de Barcelona, es considera una autonomia suficient per a una distribució de mercaderies íntegrament urbana amb punt d'inici o final a dins de la ciutat i regió metropolitana, però pot comprometre l'autonomia per usuaris que vinguin de poblacions més allunyades.

L'autonomia de les bateries pot baixar exponencialment si es volen assolir velocitats altes. Si bé aquest fet no s'observa com un problema per als usuaris de conducció íntegrament urbana o inclús metropolitana, on les velocitats màximes ja són reduïdes, es contempla com un inconvenient per usuaris que realitzin una part del seu trajecte en vies interurbanes ràpides i d'alta capacitat.

La disponibilitat d'oferta per a vehicles comercials és més alta en vehicles de gas que elèctrics a mesura que incrementa el tonatge. Això s'explicaria per les barreres pròpies de la mobilitat elèctrica: autonomia, cost d'adquisició del vehicle, capacitat de pes de càrrega i de potència del motor.

En referència als autobusos, s'observa la irrupció al mercat de fabricants especialitzats en vehicles elèctrics i una gran part de la oferta és per busos urbans. En canvi, els fabricants tradicionals s'han concentrat més en vehicles de gas.

Pel que fa a costos, és actualment difícil obtenir preus de mercat per a camions elèctrics a causa de la disponibilitat de sèries petites i de la venda de vehicles en el marc de proves pilot. Tot i

això, en estudis recents es calcula amb preus d'entre 160.000€ per a camions fins a 26 tones i entre 200.000 i 300.000€ per a tractocamions ([ifeu 2021](#), [ICCS 2021](#)).

Si bé els costos dels vehicles elèctrics són inicialment més alts que els de combustibles tradicionals, per tal de fer-ne la comparativa és necessari fer una estimació dels costos totals de la vida útil del vehicle (TCO – Total Cost Ownership). Aquests tipus de vehicles compten amb un cost de “combustible/electricitat” menor, una fiscalitat més baixa tant en els anys d’operació (IVMT) i un manteniment reduït. Així, el cost total pot quedar compensat al llarg de la vida útil.

Respecte el cost dels autobusos, es fa difícil fer una comparativa de preus perquè els fabricants no els publiquen. Aquest depèn de la configuració del vehicle i del total d’unitats que s’adquireixen (sovint a través de concurs públic). Tanmateix, per aquest estudi s’ha pogut obtenir una comparativa de preus estàndard de referència que s’adjunta en la següent taula.

Taula 6 Taula resum dels preus de autobusos de diferents tipus

Combustible	12 metres	Articulat (18 metres)
Dièsel Euro 6	220.000 – 270.000 €	320.000 – 370.000 €
Híbrid elèctric	330.000 – 380.000 €	450.000 – 500.000 €
Melt híbrid elèctric	310.000 – 360.000 €	430.000 – 480.000 €
GNL	280.000 – 320.000 €	380.000 – 420.000 €
Elèctric	480.500 – 420.500 €	750.000 – 1.050.000 €

Font: TMB

4.2. Infraestructura de subministrament: punts de recàrrega i gasineres

Si bé la substitució de la flota tradicional per vehicles de combustibles alternatius és altament recomanable per motius de sostenibilitat i eficiència energètica, la necessitat de punts de subministrament diferents a les tradicionals benzineres i la disponibilitat a la xarxa viària és un factor clau a l’hora de decidir la compra d’un vehicle tradicional de combustible alternatiu.

En aquest aspecte, les diferents administracions públiques han destinat molts esforços a la creació d’una xarxa, especialment de punts de recàrrega elèctrica però també de gas i altres combustibles.

Així, és un element que a mesura que es va consolidant el mercat d’aquest tipus de vehicle, va perdent importància, però encara pesa en la presa de la decisió final. Es tracta d’un element complex perquè els punts de subministrament acostumen a instal·lar-se en els punts d’alta demanda, però la falta d’aquests fa que la demanda potencial no es materialitzi. Així, es pot entrar en un cercle difícil de trencar.

Cal tenir en compte 2 elements bàsics:

- La necessitat d’infraestructura de subministrament a domicili, on els vehicles inicien i acaben els trajectes.
- La disponibilitat de punts de subministrament en itinerància, quan els vehicles estan en ruta.

És recomanable que cada vehicle de combustible alternatiu, especialment elèctric, disposi d’un punt de subministrament propi en el lloc on el vehicle “dorm” o on està més hores parat per tal de poder recarregar-lo totalment. Tanmateix, en el context dels vehicles comercials, com que

són camions, furgonetes o bé transport de passatgers com els autocars, aquests acostumen a fer rutes de llarga distància en molts casos i la seva autonomia pot no ser suficient per finalitzar tot el trajecte.

Així, per facilitar la implementació de vehicles amb combustibles alternatius en la distribució de mercaderies i passatgers, és necessari que la ciutat compti amb una xarxa de punts de recàrrega elèctrica o gasineres que assegurin l'autonomia dels vehicles que realitzen activitats comercials a la ciutat.

4.2.1. Infraestructura per a vehicle elèctric

La tipologia de càrrega d'un vehicle elèctric és un element especialment rellevant perquè la càrrega de les bateries requereix una durada de temps que es pot perllongar durant hores, per contra dels pocs minuts en que es pot omplir el dipòsit d'un vehicle en una benzina. A més, es requereix que el vehicle quedi ben estacionat. Així, és necessari que es tingui en compte el tipus d'estació de recàrrega segons el tipus d'usuaris previstos i el temps necessari per carregar el total de les bateries.

Des del punt de vista del usuari, **un sistema de recàrrega amb poca potència és adequat per a les instal·lacions pròpies**, de manera que el vehicle es pugui carregar durant les hores que no treballa. Així, la velocitat de recàrrega perd importància.

En canvi, **un punt de càrrega ràpida és més adequat per punts de servei a la via pública**, quan el vehicle ha de ser subministrat i continuar el viatge el més ràpid possible.

Un punt de càrrega semi-ràpida és adequat en punts de servei, on els conductors aprofiten la parada per dinar, fer els descansos, etc.

[\(https://www.smartwallboxes.com/infraestructura-de-recarga-de-vehiculos-electricos/\)](https://www.smartwallboxes.com/infraestructura-de-recarga-de-vehiculos-electricos/)

Mode de recàrrega

Els punts de recàrrega que necessiten els vehicles elèctrics poden subministrar energia procedent de la xarxa elèctrica o de sistemes aïllats alimentats amb energies renovables.

Hi ha 4 modes de càrrega:

- 1) **Mode 1 - Corrent alterna:** Es tracta d'un sistema que funciona amb un endoll domèstic convencional, com la resta d'electrodomèstics. Tenen una intensitat màxima de 16A. S'acostuma a utilitzar per vehicles petits com les bicis elèctriques i hi ha molt pocs turismes que l'acceptin. No és gens comú en vehicles industrials i de transport de passatgers. No hi ha cap comunicació entre el vehicle i l'estació.
- 2) **Mode 2 - Corrent alterna:** És el mateix tipus d'endoll mode 1, però el cable incorpora un sistema de seguretat que atura la càrrega en cas d'anomalia en el subministrament. Hi ha un petit grau de comunicació entre el vehicle i l'estació.
- 3) **Mode 3 - Corrent alterna:** És un sistema que incorpora un terminal de càrrega dissenyat per a la càrrega de vehicles elèctrics. Els controls de seguretat no són al cable, com en el mode 2, sinó a la pròpia estació. Hi ha una alta comunicació entre el vehicle i l'estació.

- 4) **Mode 4 - Corrent contínua:** Es tracta d'un sistema d'ús exclusiu per a vehicles elèctrics i d'alta potència que realitza la càrrega en un temps molt curt. Les funcions de control i protecció de la bateria són a la mateixa estació de càrrega i es genera un alt nivell de comunicació entre l'estació i el vehicle.

Tipologia de punts de recàrrega

Segons la potència de la càrrega, que determina el temps d'espera, es diferencien 3 tipologies diferents de càrrega. Només el d'alta potència funciona amb el mode 4 de corrent contínua.

a) Càrrega de baixa potència

Amb una potència inferior a 3,7 kw, poden funcionar amb els modes de càrrega 1, 2 i 3 i segons el tampany de la bateria pot tardar entre 5 i 9 hores. Està pensat per càrrega nocturna en i garatges privats, tipus habitatges.

b) Punt de recàrrega de potència normal

Amb una potència d'entre 3.7 i 22kw, funcionen amb el mode de càrrega 3 de corrent alterna i poden carregar un vehicle amb un temps d'entre 1 i 2 hores. Es recomana la seva instal·lació en llocs d'accés públic de serveis, com aparcaments, centres comercials, cinemes, etc.

c) Punt d'alta potència

Són estacions amb una potència superior a 22kw i poden carregar un vehicle en uns 20-30 minuts, Es recomana en espais com vies ràpides ja que poden ser utilitzats en casos d'urgència, quan el vehicle no disposa de prou autonomia per arribar al punt habitual.

d) Punt de recàrrega ultra ràpida

A diferència dels punts de recàrrega esmentats anteriorment, els punts de recàrrega ultra ràpida no són habituals, de manera que la seva instal·lació va lligada a la creació d'un prototip adequat a les necessitats de l'empresa que n'ha de fer ús. Així, no es pot formular un preu orientatiu.

Taula 7 Taula resum dels diferents punts de recàrrega i els temps d'espera aproximats

Tipus de punt de recàrrega	Durada aproximada	Potència	Característiques
Punt baixa potència	5 / 9 hores	Habitual d'una llar (fins 7.5kw)	Es preveu que sigui la recàrrega vinculada als aparcaments en habitatges privats, carregant durant la nit.
Punt de càrrega potència normal	1 / 2 hores	7.5 – 22kw	Se'n recomana la ubicació en llocs d'accés públics com aparcaments municipals, centres comercials, etc. L'usuari pot fer altres activitats durant el tems de càrrega
Càrrega ràpida	20 / 30 min.	> 22kw	És la més indicada per a importants eixos de comunicació i llocs estratègics. Han de donar resposta en casos d'urgència
Càrrega ultra ràpida	Menys de 20 min.	80 - 350 kw	Cobreixen necessitats puntuals de flotes amb poca disponibilitat de temps per recàrrega. Per exemple, línies urbanes de Transport Públic.

Font: Elaboració pròpia amb informació de l'[ICAEN](#) i [Wallbox](#)

Accés a la xarxa de punts de càrrega

Cada vehicle elèctric hauria de comptar amb el seu propi punt de recàrrega d'ús habitual, però no sempre és possible degut a limitacions pròpies de l'empresa: recursos disponibles, espai existent o vehicles que es mouen les 24 hores del dia, entre d'altres. La limitació de l'autonomia fa que sigui necessari establir una xarxa d'accés públic que complementi l'existència d'un punt propi.

Un dels principals elements que pot desincentivar la compra d'un vehicle elèctric és l'accés a punts de recàrrega externs als propis, degut a les diferents condicions de pagament per cada operador. Sovint, molts d'aquests operadors són administracions que han impulsat una xarxa pública, per exemple ajuntaments.

Així, cada vegada apareixen més aliances que integren varis operadors i que garanteixen l'accés d'un mateix usuari a diversos punts de recàrrega. Per exemple, l'ICAEN va impulsar [l'Aliança de Municipis](#) per la interoperabilitat.

Localització dels punts de càrrega

A mesura que el mercat de vehicles elèctrics es va consolidant, van apareixent diferents fonts d'informació on es pot consultar la localització dels diferents punts de recàrrega d'accés públic.

Per exemple, l'ICAEN publica un mapa on es mostren tots els punts existents.

Una altre eina molt fiable per aquesta tasca és [Electromaps](#), que localitza per a tot Espanya els punts de recàrrega registrats i les seves característiques tècniques, tipus de localització i de l'establiment (en superfície, en un aparcament, en un hotel o restaurant, etc.), així com les condicions d'us.

4.2.2. Infraestructura per a vehicles de gas

Similar als vehicles elèctrics, la disponibilitat d'estacions de subministrament per vehicles de gas és un element clau per a la implantació i popularització dels vehicles amb aquest combustible, ja sigui GNC o GNL.

Cal dir que si bé el gas Natural és un combustible fòssil, es considera un combustible de transició i presenta una millora respecte els de gasoil o gasolina.

Una de les fonts d'informació especialitzades en vehicles de gas i en el seu subministrament és el portal [Gasnam](#). Aquest portal també possibilita la visualització dels diferents punts sobre un mapa.

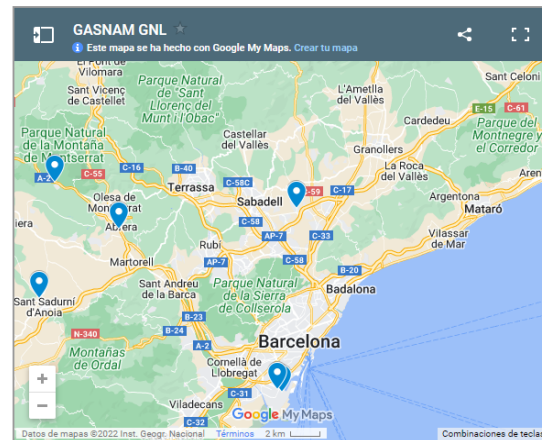
Val a dir que s'observa un estacament en la obertura d'aquest tipus d'estacions de subministrament.

Figura 4 Localització dels punts de servei de Gas a l'àrea de Barcelona

Estaciones públicas de GNC



Estaciones públicas de GNL



Font: [Gasnam](#)

4.3. Subvencions i ajudes

Amb la voluntat d'impulsar els vehicles de propulsió alternativa, tant elèctric com de gas, les diferents administracions donen ajudes a usuaris per instal·lar punts de càrrega, tant privats com d'accés públic.

Per exemple, el programa estatal [MOVES II](#), aplicat a Catalunya a través de l'ICAEN, dona ajudes tant per la instal·lació d'infraestructura com per l'adquisició de vehicles de propulsió alternativa.

Es preveu que aquestes programacions continuïn amb el temps en els propers anys, i representen una bona oportunitat per als usuaris que encara no han renovat la flota de transports.

En el cas de Catalunya, la convocatòria és anual, de manera que el termini s'han d'adaptar al calendari adoptat pel programa i no als que podria voler l'usuari. Tanmateix, tant les empreses subministradores d'infraestructura de càrrega com els concessionaris de vehicles ofereixen l'assessorament necessari.

4.4. Comparativa de costos per tipus de vehicle

Actualment hi ha força disponibilitat de models de vehicles comercials amb combustibles alternatius, que seran més o menys adequats per l'usuari depenent de les seves necessitats en matèria de càrrega a transportar, necessitat d'autonomia, tipus de recorregut o potència del motor.

Tanmateix, el cost inicial dels vehicles i les seves característiques tècniques no són els únics elements que ha de determinar la compra. La principal raó, és que els vehicles de combustible alternatiu, malgrat tenir un cost més elevat que els convencionals, disposen d'elements fiscals dirigits a promocionar la seva implantació. Així, representen un estalvi anual en costos fixes com l'Impost de vehicles de tracció mecànica que s'allarga tota la seva vida útil.

Per altre banda, combustibles com el gas o l'electricitat gaudeixen d'una fiscalitat menor que els hidrocarburs. Així, el mateix ús d'aquests vehicles representa també un estalvi per km recorregut que, al finals de la vida útil del vehicle, pot arribar a compensar el sobre cost inicial de compra.

Adicionalment, s'estima que els costos de manteniment per aquest tipus de vehicles, principalment en el cas dels vehicles elèctrics, és també menor, reforçant l'estalvi al llarg de la vida útil.

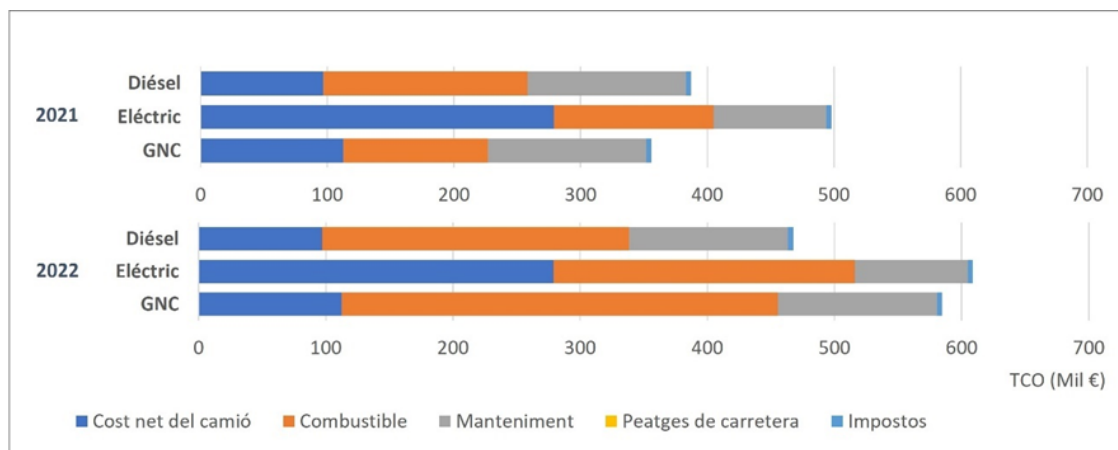
Així, en aquest apartat s'adjunta una comparació del cost acumulat total de camions (Total Cost Ownership - TCO), representant el tipus de vehicle principalment afectat per les restriccions, que a la vegada proporciona una comparació del cost anual si es divideix el cost total acumulat en el total d'any de vida útil. Aquesta operació en facilita la seva comparació.

Per poder comparar els costos total dels vehicles de gas, elèctrics i dièsel, cal tenir en compte que s'ha d'agafar un mateix vehicle tipus i estimar-ne el mateix ús amb un mateix quilometratge anual. Es tenen en compte tant els costos directes derivats de l'adquisició i el funcionament de les flotes (costos operatius), com són els derivats del quilometratge, combustible i manteniment. Adicionalment, es van considerar les primes de compra per camions elèctrics i de GNC com a previstos en el marc del programa MOVES II (13.500€ i 15.000€ respectivament).

Per a l'estimació dels TCO ens hem donat suport a estudis recents ([ifeu 2021](#), [ICCT 2021](#), [GNF 2017](#)), adaptats a les característiques específiques locals i considerant l'augment recent de preus d'energia. S'assumia un període d'anàlisi de 5 anys.

La figura de sota compara els TCOs per a camions convencionals de dièsel, elèctrics i de GNC amb preus de combustible del 2021 (abans de la crisi energètica) i amb preus del 2022 (en plena crisi energètica) per entendre l'efecte del canvi en la rendibilitat de cada tipus de vehicle.

Figura 5 Comparació de TCOs 2021 vs 2022



Es pot observar l'efecte que ha tingut l'augment dels costos d'energia en els TCOs dels diferents tipus de camions. L'efecte és particularment pronunciat en el cas dels vehicles de gas, que en base a preus de combustible del 2021 posseeixen el TCO més baix però com a resultat de la forta escalada del preu del gas (+200%) posseeixen el TCO més alt el 2022.

La diferència en TCO entre vehicles dièsel i elèctric en base a preus de 2021 és de 111.000€ i augmenta a 141.000€ a causa de l'augment relatiu més pronunciat del preu de l'electricitat en comparació amb el del dièsel.

Cal tenir en compte que un dels avantatges principals dels camions elèctrics des del punt de vista del transportista és el cost de consum/km més atractiu de l'electricitat que del dièsel i que amb el recent augment dels preus aquest estalvi es va eliminar. L'avantatge que romandre és el cost menor del manteniment de vehicles elèctrics.

Es pot concloure que actualment els TCOs de tant camions elèctrics com de GNC es troben molt per sobre del TCO de camions de propulsió convencional, en particular considerant els preus d'energia actuals.

No obstant això, l'estudi de l'ICCT ([ICCT 2021](#)) estima que els camions elèctrics i dièsel assoleixen paritat de TCO l'any 2026 si es mantenen les mesures de suport actuals (subvencions per a la compra i avantatges fiscals), o l'any 2027 traient totes aquestes mesures.

5. CONCLUSIONS

Acceptació de sistemes retrofit en la ZBE de Barcelona

Els sistemes retrofit són efectius en reduir les emissions de NO_x i PM però poden representar un increment del consum de combustible. Aquest fet representaria un increment de despesa per part dels usuaris i un increment de les emissions de CO₂.

Els sistemes retrofit es presenten com una alternativa per a usuaris de vehicles de gran tonatge com els camions, degut a que tenen un cost molt més baix que un vehicle nou. En canvi, per vehicles petits com furgonetes (igual que per turismes) la indústria no ha estat capaç d'oferir una alternativa econòmicament rendible malgrat que tècnicament és possible. Cal remarcar que fins ara, la demanda per vehicles de baix tonatge tampoc ha estat alta.

Tant els sistemes de reducció d'emissions, tant en vehicles vells (retrofit) com els ja incorporats en models més actuals, són susceptibles de manipulació. Aquesta mala pràctica està contemplada en el Codi Penal. La manipulació és detectable en les inspeccions tècniques del vehicle (ITV) que es fan de forma periòdica, però els controls esporàdics només permeten detectar grans emissors. En aquest cas, el fet de ser un gran emissor no és objecte de sanció però si podria comportar una segona revisió que en detecti la possible manipulació o deficiència.

Es considera que les solucions basades en el sistema SCR per vehicles Euro 4 i Euro 5 permet assolir els nivells Euro 6 en matèria d'emissions, però no en altres aspectes tècnics de la norma euro, com són el sistema electrònic o de diagnosi. Els Euro 1, 2 i 3 podrien assolir els nivells d'Euro 5. Els vehicles pre-euro no tenen una referència clara.

En aquest anàlisi es conclou que hi ha tres opcions d'acceptació de vehicles modificats amb sistemes retrofit a la ZBE de Barcelona:

- La primera opció preveu concedir a vehicles d'una norma Euro (p.ex. Euro III que correspon a distintiu ambiental A – sense etiqueta) el distintiu ambiental que correspon a la següent norma Euro, si aquests vehicles es modifiquen amb un sistema retrofit homologat de reducció d'emissions. Aquesta opció s'ha implementat a Alemanya, on la classificació per distintiu ambiental i el pas a un distintiu superior està regularitzat en normativa nacional, requerint exclusivament la instal·lació d'un filtre de partícules homologat.
- La segona opció consisteix en crear una nova base de dades de vehicles reformats amb sistemes retrofit de reducció d'emissions. La inclusió en aquesta base de dades, prèvia acreditació del compliment dels requisits, permetria l'accés a la ZBE. Seguint el model del Regne Unit, on es va establir l'esquema d'acreditació CVRAS, aquesta opció és tècnicament més complexa per a l'administració però més clara per als usuaris. Seria recomanable que fos acordada a nivell nacional per garantir la seva seguretat jurídica, especialment perquè la llei de canvi climàtic pretén estendre les ZBE a d'altres ciutats espanyoles.
- La tercera opció tractaria d'incloure en el registre de matrícules permeses de l'AMB als vehicles pels quals s'hagi acreditat una modificació amb un sistema homologat i compliment dels criteris definits, igual com s'ha fet per a vehicles que realitzen serveis especials. Aquesta opció seria la més pragmàtica a curt termini i la seva implementació recauria en mans de les administracions locals que tenen establertes ZBE (com l'AMB o

certs ajuntaments), tot i que podria requerir la delegació de determinades competències per part d'administracions d'àmbit superior per garantir la seva seguretat jurídica.

Alternatives disponibles als vehicles de propulsió convencional

En base a l'anàlisi de l'oferta disponible de camions i autocars propulsats per combustibles alternatius, es pot concloure que existeixen alternatives als vehicles convencionals per a cada necessitat i tipus d'ús. A més, el sector es troba en un moment molt dinàmic i l'aparició de nous models o noves versions de models existents és molt ràpida.

No obstant això, tot i que hi ha subvencions i ajuts, sobretot a l'hora de la compra de vehicles, aquestes actualment no són suficients per cobrir la diferència en costos totals (TCO) entre vehicles de propulsió alternativa i convencional.