

Andrea Villalobos Martínez

**L'IMPACTE DE LA CONGESTIÓ A LA CONTAMINACIÓ:
EFECTE DE LES POLÍTIQUES**

TREBALL DE FI DE GRAU

Àrea temàtica:

Economia del Transport, Regional i Urbana

Grau d'Economia



**FACULTAT D'ECONOMIA i EMPRESA
Universitat Rovira i Virgili**

**Reus
Curs 2022-23**



ÍNDEX

0. PRESENTACIÓ	7
1. INTRODUCCIÓ	9
2. CONTEXTUALITZACIÓ DE LA CONGESTIÓ	11
2.1 QUÈ ÉS LA CONGESTIÓ	11
2.2 EXTERNALITATS DE LA CONGESTIÓ	13
2.2.1 Congestió i temps de transport	13
2.2.2 Congestió i contaminació	15
2.2.3 Congestió i contaminació acústica.....	16
2.2.4 Congestió i accidentalitat	17
2.3 INCIDÈNCIA DE LA CONGESTIÓ ARREU DEL MÓN	19
3. POLÍTIQUES PER A COMBATRE LA CONGESTIÓ I CONTAMINACIÓ	21
3.1 PEATGES DE CONGESTIÓ	22
3.2 ZONES DE BAIXES EMISSIONS.....	28
3.3 TRADE-OFF ENTRE PC I ZBE RESPECTE DE L'EFICÀCIA	34
3.4 MESURES ALTERNATIVES I COMPLEMENTÀRIES	36
4. ANÀLISI DE CASOS	39
4.1 REGNE UNIT: LONDRES	44
4.2 SUÈCIA: ESTOCOLM I GÖTEBORG	50
4.3 ITÀLIA: MILÀ I PALERM	58
4.5 COMPARATIVA ENTRE LES CIUTATS	66
5. CONCLUSIONS.....	73
6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	75



ÍNDEX TAULES I GRÀFICS

TAULA 1: EVOLUCIÓ DE LA INCIDÈNCIA DE LA CONGESTIÓ	19
TAULA 2: ESTÀNDARDS CONTAMINANTS DECRETATS PER LA COMISSIÓ EUROPEA ..	42
TAULA 3: NIVELLS DE CONGESTIÓ A LES CIUTATS ANALITZADES	66
GRÀFIC 1:REFERÈNDUM A ESTOCOLM SOBRE LA TAXA DE CONGESTIÓ	23
GRÀFIC 2:EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A LONDRES	47
GRÀFIC 3: EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A ESTOCOLM	54
GRÀFIC 4: EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A GÖTEBORG	56
GRÀFIC 5: EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A MILÀ	60
GRÀFIC 6: EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A PALERM	63
GRÀFIC 7: EVOLUCIÓ PM 2.5	71
GRÀFIC 8: EVOLUCIÓ PM 10	71
GRÀFIC 8: EVOLUCIÓ PM 10	71
GRÀFIC 9: EVOLUCIÓ NO2	72



RESUM

Ja fa uns anys que els elevats valors de pol·lució i congestió van forçar als governs d'arreu del món a redefinir el seu full de ruta. L'accent en l'emergència climàtica va posar en relleu la necessitat urgent d'establir mesures, òptimes i eficients, que permetessin revertir la problemàtica. Les actuacions van ser molt diverses i, per tant, no va haver-hi una unanimitat en el moment de determinar quina era la millor. Entre els dos instruments més mediàtics, les zones de baixes emissions (ZBE) i els peatges de congestió (PC), la primera mesura és clarament més popular en l'àmbit europeu.

Actualment, és evident que els nivells de pol·lució depenen dels nivells de congestió, així com que també la congestió té efectes negatius respecte de la contaminació acústica.

Aquest estudi té com a objectiu comparar les mesures implementades per a lluitar contra la congestió i la contaminació a les ciutats, sobretot en termes de la seva eficàcia, però també de la seva eficiència i equitat.

L'anàlisi se centra en els aspectes rellevants relatius a l'aplicació de peatges de congestió a les ciutats i de zones de baixes emissions, que és el cas més comú, sobretot respecte als seus efectes mediambientals. Es va realitzar una anàlisi i comparativa de les cinc úniques ciutats europees que han optat, fins ara, per instaurar un peatge de congestió (a més d'una ZBE). La ràtio de congestió (comparant el temps emprat realment en un desplaçament i el que es necessitaria amb flux lliure) i els indicadors per a la contaminació PM 10, PM 2.5 (partícules sòlides suspeses a l'aire) i el diòxid de nitrogen (NO₂) van ser els indicadors emprats.

Un cop finalitzat l'estudi es pot concloure que tant un peatge de congestió com la instauració d'una zona de baixes emissions permet reduir els nivells de contaminació. Tot i això, l'impacte d'aquestes mesures no és idèntic ni quant a la seva efectivitat ni a la seva equitat. De manera anàloga, cada ciutat presenta unes característiques demogràfiques diferents i, aquestes diferències també fan variar els seus efectes.



RESUMEN

Ya hace unos años que los elevados valores de polución y congestión forzaron a los gobiernos de todo el mundo a redefinir su hoja de ruta. El acento en la emergencia climática puso de relieve la necesidad urgente de establecer medidas, óptimas y eficientes, que permitieran revertir la problemática. Las actuaciones fueron muy diversas y, por lo tanto, no hubo una unanimidad en el momento de determinar cuál era la mejor. Entre los dos instrumentos más mediáticos, las zonas de bajas emisiones (ZBE) y los peajes de congestión (PC), la primera medida es claramente más popular en el ámbito europeo.

Actualmente, es evidente que los niveles de polución dependen de los niveles de congestión, así como que también la congestión tiene efectos negativos respecto de la contaminación acústica.

Este estudio tiene como objetivo comparar las medidas implementadas para luchar contra la congestión y la contaminación en las ciudades, sobre todo en términos de su eficacia, pero también de su eficiencia y equidad.

El análisis se centra en los aspectos relevantes relativos a la aplicación de peajes de congestión en las ciudades y de zonas de bajas emisiones, que es el caso más común, sobre todo respecto a sus efectos medioambientales. Se realizó un análisis y comparativa de las cinco únicas ciudades europeas que han optado, hasta ahora, por instaurar un peaje de congestión (además de una ZBE). El ratio de congestión (comparando el tiempo empleado realmente en un desplazamiento y el que se necesitaría con flujo libre) y los indicadores para la contaminación PM10, PM 2.5 (partículas sólidas suspendidas al aire) y el dióxido de nitrógeno (NO₂) fueron los indicadores empleados.

Una vez finalizado el estudio se puede concluir que tanto un peaje de congestión como la instauración de una zona de bajas emisiones permite reducir los niveles de contaminación. Aun así, el impacto de estas medidas no es idéntico ni en cuanto a su efectividad ni a su equidad. De manera análoga, cada ciudad presenta unas características demográficas diferentes y, estas diferencias también hacen variar sus efectos.



ABSTRACT

A few years ago, high levels of pollution and congestion forced governments across the globe to redefine their road map. The focus on the climate emergency emphasised the urgent need for optimal and efficient measures to reverse the problem. The actions were very diverse and, as a result, there was no unanimity to determine which one was the best. Between the two most high-profile instruments, low emission zones (LEZs) and congestion charge (CC), the first measure is clearly more popular at the European level.

It is now clear that pollution levels depend on congestion levels, and that congestion also has negative effects on noise pollution.

The purpose of this study is to compare the measures implemented to combat congestion and pollution in cities, mainly in terms of their effectiveness, but also in terms of their efficiency and fairness.

The analysis focuses on the relevant aspects of implementing a congestion charge in cities and low emission zones, which is the most common case, especially in terms of its environmental effects. An analysis and comparison was made for the only five European cities that have, until now, chosen to introduce a congestion charge (in addition to an LEZ). The congestion ratio (comparing the actual time spent on a journey and the one that would be required with free flow) and indicators for PM10, PM 2.5 (airborne solid particles) and nitrogen dioxide (NO₂) pollution were the indicators used.

Once the study has been completed, it can be concluded that both, congestion charge and the introduction of a low emission zone, can reduce pollution levels. However, the impact of these measures is not alike in terms of effectiveness and fairness. As well, each city has different demographic characteristics, and these differences also vary their effects.



0. PRESENTACIÓ

La mirada dels governs d'arreu del món radica en els alarmants nivells de congestió i de pol·lució, que en els darrers anys no han parat d'incrementar. En un context d'emergència climàtica, esdevé imprescindible aprofundir en les repercussions originades arran aquesta disjuntiva.

L'accent i el rol atorgat a la congestió, altament correlacionada amb la contaminació, han ressaltat el paper de l'Economia del Transport i el de totes les seves teories. Aquesta branca de l'economia està marcant el full de ruta de les polítiques d'arreu del món i, especialment, les europees.

L'elecció del tema del treball ha estat motivada, en essència, en posar en relleu la necessitat de dur a terme una conscienciació social i, en tots els àmbits, de la greu problemàtica mediambiental que ens enfrontem en l'actualitat.

Des de les diferents assignatures, tan de manera directa com indirecta, un dels apartats a tractar ha estat relacionat amb la congestió i la pol·lució. En el cas particular d'aquest darrer factor, l'assignatura d'Economia del Medi Ambient posava en relleu les aspiracions de la Unió Europea, en relació amb l'assoliment de la neutralitat climàtica.

En l'àmbit de la mobilitat, des de l'assignatura d'Economia del Transport, es tracta els aspectes més relacionats amb les conseqüències que se'n deriven de la mobilitat. Altrament, les normatives que els governs estan portant a terme, per a revertir la greu problemàtica de la congestió, esdevé un aspecte en què s'aprofundeix a l'assignatura.

Darrerament, en l'assignatura d'Economia Regional i Urbana fa esment de les diferents mesures que es poden aplicar, amb l'objectiu de fer front a la congestió i, en conseqüència, a la pol·lució. En aquest cas s'aborden els aspectes tant teòrics com empírics, de les zones de baixes emissions i els peatges de congestió, entre altres.

En conseqüència, des de diferents assignatures i competències, durant el grau s'ha fet esment de l'envergadura d'estudiar la congestió i la greu problemàtica, en relació amb les elevades concentracions dels gasos contaminants.



El tractament d'aquests factors en diferents disciplines, va ser una de les raons per la qual em vaig decantar per aquest àmbit d'estudi. Amb tot això, en els darrers anys s'ha produït una modificació dels currículums, adaptant aquests al nou context social i sobretot a les noves pautes dels governs.

La congestió i la pol·lució no són aliens als individus, atès que, com bé es posarà en relleu en el transcurs del treball, nosaltres som els perjudicats arran les múltiples i diverses externalitats negatives que produeixen ambdós fenòmens.

Així doncs, una de les motivacions que van propiciar a centrar el treball en aquesta disciplina consisteix a dur a terme una aproximació i, per tant, qualsevol que tingui l'oportunitat de poder llegir-lo es pugui conscienciar de la importància de portar a cap un canvi en la societat.

Les decisions que prenem de manera individual impacten de manera significativa, tant a la congestió com a la contaminació. Tot i això, sovint es té la concepció errònia i, com a resultat, es considera que els canvis només poden venir de la mà de les normatives i regulacions dels governs.

Malgrat que aquest és un àmbit d'estudi que ha rebut l'atenció creixent d'un gran nombre d'autors, encara costa que els ciutadans i els governs prenguin consciència des d'un punt de vista col·lectiu. En el context actual, on gran part de la població ja està mentalitzada de la greu problemàtica que suposa les elevades concentracions de contaminació, esdevé l'escenari propici per a elegir com a àmbit de treball l'Economia del Transport, Regional i Urbana.



1. INTRODUCCIÓ

En la conjuntura actual, les elevades concentracions de contaminants a l'atmosfera, han propiciat la reformulació dels objectius de la Unió Europea i dels seus estats membres, com és el cas d'Espanya. L'any 2021, la Llei Europea del Clima va marcar tot un precedent per la resta de països i, per tant, aquests van replicar les mesures i objectius adoptats a escala europea.

L'objectiu principal de la llei europea aprovada el juny del 2021, resideix en l'assoliment de la neutralitat climàtica l'any 2050. Així doncs, la totalitat de mesures decretades per la Unió Europea, van anar dirigides a la persecució de l'equilibri en relació amb les emissions de diòxid de carboni (CO₂) i, per tant, que les seves emissions i retirades esdevinguin anàlogues.

En un intent d'emular les ordenances europees, el govern d'Espanya va aprovar el 20 de maig del 2021 la Llei 7/2021 de Canvi Climàtic i Transició Energètica. En aquesta normativa es va recollir l'obligatorietat d'aplicar la zona de baixes emissions a aquells municipis amb més de 50.000 habitants, territoris insulars i en les localitats amb més de 20.000 habitants que sobrepassessin els llindars màxims.

Consegüentment, la congestió i, en especial, la contaminació són les grans qüestions que s'afronten els governs d'arreu del món. Així doncs, les seves mesures es troben vehiculades per a fer front a l'emergència climàtica i en el seu empitjorament any rere any.

Les mesures establertes pels diferents països europeus han estat diverses i, per tant, malgrat presentar uns objectius alineats amb les directrius europees, la manera de procedir no és anàloga. En atenció a això, en la part teòrica del treball es durà a terme una enumeració de les mesures que els governants poden desenvolupar.



Un dels objectius de la part teòrica resideix en argumentar i il·lustrar, els principals inconvenients i avantatges que atresoren les polítiques. Un factor diferenciador consisteix en la dissonància dels propòsits dels diferents instruments que es contemplen i, per tant, no tots esdevindran eficients en la mitigació de la congestió o de la pol·lució.

Consegüentment, es revisarà les argumentacions i estudis d'un seguit d'autors en diferents moments temporals, des de William Vickrey fins a Jonas Eliasson. Tot i això, hi radica un punt en comú en tots ells, la rellevància de la congestió i les seves repercussions en termes mediambientals.

Cada país ha optat per desenvolupar un full de ruta diferent i, per tal causa, aquests han implementat diferents polítiques i en moments temporals desiguals. La circumstància anterior esdevindrà el fil conductor de la part pràctica del treball, atès que, un dels objectius radicarà en determinar els resultats i conseqüències que se'n deriven de la dissonància anterior.

L'Agència Europea del Medi Ambient (AEMA), proporciona dades relatives a les concentracions dels gasos contaminats, pels diferents països europeus. Consegüentment, per mitjà de tres indicadors (diòxid de nitrogen, PM10 i PM 2.5) es podrà atresorar d'informació relativa a l'evolució de les emissions i fonamentar els impactes de les mesures instaurades.

De manera que, per mitjà de l'evidència empírica i de l'estudi dels casos, es verificarà la teoria explicitada en un moment inicial. El vessant més pràctic del treball esdevindrà rellevant per a donar llum a la gran dissensió, arran la definició de la millor mesura per a mitigar els elevats nivells contaminants. Tot i això, l'objectiu principal resideix en l'especificació dels factors que justifiquen els nivells registrats de pol·lució, entre els quals es destaquen les característiques demogràfiques i les mesures implementades a cada país.



2. CONTEXTUALITZACIÓ DE LA CONGESTIÓ

2.1 QUÈ ÉS LA CONGESTIÓ

"[...]congestión es la situación en que los usuarios del modo interfieren entre sí, produciéndose una disminución de la velocidad de viaje en el trayecto recorrido." (Bel, 1995)

La congestió infereix en les pautes de mobilitat dels viatgers, que empren una determinada via o que circulen pel centre d'una ciutat, per exemple. En conseqüència, aquest concepte fa al·lusió a l'increment, en termes de temps que els actuals i potencials viatgers han de destinar amb la finalitat de dur a terme un determinat desplaçament, en relació al temps que necessitarien amb un flux lliure de la circulació .

Les infraestructures viàries s'hi caracteritzen per atresorar d'un nombre màxim de vehicles que hi poden circular, anomenat "*capacitat de disseny*" (Bel, 1995). Així doncs, en un context de congestió, el nombre d'usuaris de la infraestructura superaria els nivells establerts per la "*capacitat de disseny*" d'aquesta.

La "*capacitat de disseny*" està condicionada, en primera instància, pel projecte inicial arran la construcció de la infraestructura. Tot i això, cal assenyalar que no és l'únic factor que defineix aquest llindar, atès que, segons l'autor Germà Bel i Queralt (1995) les característiques de la circulació de l'àrea, aspectes relacionats amb la climatologia i les condicions tècniques de la infraestructura, són factors a tenir en consideració i determinants.

L'estudi realitzat per Veleria Bernardo, Xavier Fageda i Ricardo Flores-Fillol (2021), "*Políticas para reducir contaminación y congestión en áreas urbanas: ¿peajes urbanos o zonas de bajas emisiones?*", il·lustra com entre l'any 2008 i 2019, s'ha produït un increment significatiu de la congestió, de les 130 ciutats de la Unió Europea i del Regne Unit contemplades en la seva anàlisi.

"[...]en líneas generales, los costes externos vinculados a la saturación constituyen la externalidad principal, seguidos de los accidentes y los problemas medioambientales (contaminación atmosférica y ruido)." (Comission, 1995)



La cita anterior fa al·lusió al Llibre Verd elaborat per la Comissió Europea (1995), aquest va ser el resultat de la cimera de Canes celebrada el juny de 1995. Els diferents estats que van formar part d'aquest esdeveniment, van abocar per la realització d'un canvi i inspecció de la política en relació amb el transport.

“En el presente Libro Verde se exploran las posibilidades de dar mayor equidad y eficiencia a los sistemas de tarificación del transporte, dando a usuarios y fabricantes incentivos para ajustar sus hábitos en materia de transporte. El objetivo principal es el de reducir la saturación, los accidentes y los problemas ambientales.” (Comisión, 1995)

Amb la fita d'aconseguir eliminar i reduir la congestió, el Llibre Verd defensa el fet de portar a terme un seguit d'inversions que permetin millorar la infraestructura i, així doncs, la mobilitat al país en qüestió. Escau pertanyent assenyalar que la inversió anterior ha de promoure la reducció de l'impacte, considerat negatiu, del transport al medi ambient.

En conseqüència, les inversions en R+D esdevindran claus per a materialitzar els fets anteriors, ergo, les noves tecnologies permetran assolir unes condicions d'eficiència i de seguretat, en relació amb els mitjans de transport i les seves infraestructures.

El Llibre Verd (1995) explicita de manera detallada els principals efectes externs que se'n deriven de la utilització del vehicle privat. Una de les externalitats que s'assenyalen consisteix en una major accidentalitat, juntament amb les problemàtiques mediambientals, arran una major contaminació atmosfèrica, però també sonora. Tot i això, l'externalitat principal que s'articula resideix en la congestió i la pol·lució.

Per tal causa, la congestió conjuntament amb la contaminació local, esdevindran el centre d'estudi d'aquest treball. En el cas particular de la congestió, arran la seva importància respecte de la reducció relativa de la resta d'externalitats esmentades, propicia el fet de ser el focus de gran part de les polítiques actuals que estan desenvolupant els governs a escala europea.



2.2 EXTERNALITATS DE LA CONGESTIÓ

“En las situaciones de congestión se produce un coste social marginal superior al coste marginal privado, que es el asumido por el usuario adicional.” (Bel, 1995)

El viatger addicional, en el moment prendre la decisió d'ús d'una infraestructura, incorre en dos tipus de costos: privats i socials. Davant un context de congestió, segons explicita l'autor Germà Bel i Queralt (1995), el cost social representa d'un major valor en contraposició amb el cost privat.

Amb la finalitat de fonamentar aquesta argumentació, escau rellevant assenyalar una dissonància significativa entre tots dos costos. El cost privat és assumit de manera exclusiva i directa pel viatger que pren la decisió, a diferència del cost extern que és atribuït a la resta d'usuaris de la infraestructura.

El viatger addicional en el moment de dur a terme la seva decisió en relació amb el seu desplaçament, no contempla l'impacte de la seva actuació en la resta d'usuaris. Per tal causa, existeix un cost extern que es correspon al cost en termes de temps dels altres.

2.2.1 Congestió i temps de transport

“Cuando la densidad de tráfico se sitúa por encima de la correspondiente a la capacidad de diseño de la carretera, se reduce la velocidad del conjunto de usuarios. Por ello, aumenta el tiempo de viaje y crecen los costes temporales del desplazamiento para todos y cada uno de los usuarios.” (Bel, 1995)

En al·lusió a la definició del terme congestió establerta per l'autor Germà Bel i Queralt (1995), escau rellevant assenyalar com aquesta no posa l'accent als costos en termes de salut. Així doncs, l'autor estableix una relació clara entre la velocitat del viatge i els costos temporals¹, emfatitzant en l'increment d'aquests.

¹ Els costos temporals fan al·lusió als costos que es produeixen arran el transport, com és el cas de l'increment de la proporció de temps destinada al desplaçament.



El raonament anterior és defensat per la importància, atorgada pel mateix autor, a l'increment del temps del viatge, sent considerat aquest com l'externalitat principal de la congestió. Rothenberg (1970) explicita com només l'externalitat dels costos temporals *“afecta de forma única, general i homogènia a tots els usuaris”*.

“Existen otras externalidades como el aumento de las emisiones contaminantes, o el aumento de tasa de siniestralidad. [...] el resto de externalidades se mueven en similar dirección al tiempo de viaje (sobrecoste), por lo que éste puede considerarse como elemento representativo. “(Vickrey, 1969)

Vickrey (1969) assenyala les principals externalitats negatives que se'n deriven en un context de congestió. L'autor adjudica als costos temporals el protagonisme, atès que, considera que, l'increment de la taxa de sinistralitat i de les emissions contaminants, es troben correlacionats amb l'increment del temps del viatge.

En atenció a això, la millora de la circulació, entesa com la reducció de la proporció de temps destinada pels viatgers en la realització dels desplaçaments, permetrà disminuir l'impacte de la resta d'externalitats esmentades amb anterioritat.

La demanda de transport es considera una demanda derivada i, per tant, contribuirà al fet que autors, com Turvey i Mohring (1975), defensin la importància de contemplar els costos temporals en l'elaboració d'estudis arran la congestió.

Per tal causa, en l'Economia del Transport es considera que els individus disposen d'una demanda, en relació amb un mitjà de transport o infraestructura, amb l'objectiu d'obtenir un guany un cop realitzat el desplaçament. Ergo, la utilitat que assoleixen els individus no radica en el desplaçament en si, ja que aquesta es localitza en el moment de la finalització d'aquest, dit d'una altra manera, en la destinació final.

En aquest context, Turvey i Mohring (1975) posen l'accent al temps destinat pels viatgers en la realització de la mobilitat i, per tant, manifesten la importància dels costos temporals. La circumstància anterior va permetre que el terme congestió atresorés de la importància concebuda actualment en l'Economia del Transport.



2.2.2 Congestió i contaminació

L'increment dels gasos contaminants o partícules sòlides en suspensió a l'aire, en altres paraules, de la contaminació, esdevé un dels efectes externs que se'n deriven de la congestió. En el context actual, les pautes de consum relatives a l'adquisició de nous vehicles s'han vist alterades amb l'ascens de la compra de vehicles menys contaminants. En aquest sentit, l'efecte més rellevant resideix en la dissonància entre les tendències de la contaminació i la congestió. En termes mediambientals, la contaminació en els darrers anys s'ha vist minvada, en virtut de l'increment de la demanda de vehicles menys contaminants.

Consegüentment, s'evidencia una tendència que fomentaria la reducció de l'impacte de la congestió en termes de contaminació. Així doncs, es reforça el rol dels costos temporals, tant en la seva contemplació en els estudis, com pel fet de ser considerats l'externalitat principal originada per la congestió.

Així doncs, no es pot argumentar que la contaminació i la congestió estiguin totalment correlacionades de manera positiva. Altrament, la nova pauta de consum es preveu que sigui creixent, arran les majors facilitats econòmiques per a la compra d'un vehicle menys contaminat.

El Govern d'Espanya va aprovar el Reial decret 266/2021, de 13 d'abril, amb l'objectiu de proporcionar un seguit d'ajuts a les comunitats autònomes per tal d'incentivar la mobilitat elèctrica (MOVES III). El Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic va destinar 400 milions d'euros per a aquest objectiu. Els beneficiaris d'aquests ajuts esdevindrien, de manera exclusiva, els compradors d'un vehicle elèctric i aquells individus que instal·lin punts de recàrrega per aquests vehicles.

Un gran nombre de ciutats europees tenen com a objectiu incrementar, de manera progressiva, els punts de recàrrega de vehicles elèctrics. El fenomen anterior, junt amb els ajuts en concepte de subvenció i reducció d'impostos, són alguns exemples que propiciaran que la correlació entre la congestió i contaminació segueixi una senda divergent.



Per tal causa, l'abandonament gradual dels vehicles de combustió interna donarà pas a un nou context en l'Economia del Transport, arran la creixent importància dels costos temporals en matèria de congestió.

En última instància, la contaminació atmosfèrica dels centres de les ciutats està molt relacionada amb els mitjans de transport i l'elevada congestió present en aquestes. Altrament, escau rellevant explicitar quins són els gasos considerats més nocius, segons l'Agència Europea del Medi Ambient (AEMA).

“Los coches, las furgonetas, los camiones y los autobuses producen más del 70 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero procedentes del transporte.”
(AEMA, 2020)

Gran part de la contaminació atmosfèrica prové del transport per carretera, responsable de les grans emissions tant de les partícules com és el cas del PM10 i PM2.5 com del diòxid de nitrogen (NO₂). Altrament, l'Organització Mundial de la Salut (OMS) estima en 6,7 milions les morts causades per l'exposició a la pol·lució. Ergo, la contaminació no només compta amb un impacte nociu en el medi ambient, atès que la salut de les persones també es veu greument afectada de manera negativa.

Respecte de l'emergència climàtica, les dades aportades per l'Organització Mundial de la Salut evidencien la gravetat de la problemàtica i el gran abast i impacte mundial que aquesta atresora. Així doncs, l'aplicació de polítiques per a reduir la congestió i la pol·lució són vitals per a revertir aquesta situació.

2.2.3 Congestió i contaminació acústica

“En este sentido, existen multitud de efectos del transporte sobre el medio ambiente, que se clasifican en dos grupos: contaminación acústica y atmosférica.” (Fernández & Blanco, 2002)

Yolanda Fernández Fernández i Blanca Olmedillas Blanco (2002), articulen dues categories de contaminació mediambiental, així doncs, es necessari analitzar-les de manera detallada i diferenciada. Tot i això, escau pertanyent ressaltar com la contaminació sonora atresora d'un paper secundari i no tan rellevant com la pol·lució.



La tendència creixent en termes de congestió té un impacte directe en la contaminació acústica, fent que aquesta incrementi de manera paral·lela. Per tal causa, l'empitjorament de les condicions viàries i de circulació dels darrers anys a gran part dels centres de les ciutats, dificulten la reducció de la contaminació acústica en aquestes.

“El tráfico por carretera es la fuente de ruido más habitual, con más de 100 millones de personas afectadas por unos niveles acústicos nocivos en los países miembros de la AEMA.” (AEMA, 2020)

L'Agència Europea del Medi Ambient (AEMA) recull la rellevància de la congestió i, per tant, de la mobilitat per carretera, en l'increment i la persistència de la contaminació acústica a les ciutats. Altrament, hi destaca el gran impacte que aquesta atresora contemplant així una afectació de més de 100 milions de persones.

2.2.4 Congestió i accidentalitat

“Un accidente de carretera mortal representa de media 40 años perdidos, mientras que una muerte debida al cáncer representa 10,5 años perdidos y una muerte debida a una enfermedad cardiovascular representa 9,7 años. “ (Comission, 1995)

Malgrat no ser considerada com l'externalitat principal pel Llibre Verd (1995), l'increment de la sinistralitat a les carreteres és recollida per la seva rellevància en els anys de vida perduts, en comparació amb altres causes mortals. La Comissió Europea estima que el nombre d'anys que un individu perd, arran un accident de tràfic, és quatre vegades superior a les morts causades pel càncer.

L'argumentació anterior es fonamenta pel fet que els accidents a les carreteres, atresoren la primera posició en les causes de mort més freqüents, entre els individus menors de 40 anys. Per tal causa, es considera rellevant analitzar l'accidentalitat i, per tant, els seus elevats costos socials i humanitaris, de manera aïllada.



L'article de Fernández i Olmedillas (2002), classifica els costos associats amb l'accidentalitat en tres categories: costos directes, indirectes i intangibles.

Els costos directes, associats a un accident de tràfic, corresponen al desemborsament necessari que s'ha de realitzar en termes mèdics, en un moment inicial. Així mateix, un altre aspecte rellevant a destacar, són els costos associats a l'aparell policial desplaçat fins al lloc on s'ha produït el sinistre. Per tal causa, de manera anàloga, les despeses administratives s'inclouen en aquesta categoria.

Uns segons costos, els indirectes, estan associats al "*valor de la pèrdua de producció i consums futurs*", pels individus involucrats en el sinistre. Fonamentalment, cal assenyalar l'existència d'un seguit de costos en l'àmbit laboral. En aquest context, l'empresa tindria una pèrdua en relació amb la no participació del treballador en la seva feina habitual. Conseqüentment, els accidents repercutirien de manera indirecta a un seguit d'agents que no han estat participants en l'accident de tràfic.

En última instància, existeixen uns costos intangibles. A diferència dels dos anteriors, aquests presenten una major dificultat en la seva comptabilització en termes monetaris. La circumstància anterior s'argumenta pels aspectes que es troben inclosos en aquesta categoria, com és el cas del patiment dels familiars i dels propis involucrats en l'accident o el valor de les víctimes mortals.

Tot i això, com s'ha esmentat amb anterioritat, es considera una última externalitat petita en relació amb l'increment dels gasos contaminants, malgrat que, en l'actualitat, aquesta darrera externalitat ha augmentat la seva importància i rellevància en l'àmbit europeu i mundial.



2.3 INCIDÈNCIA DE LA CONGESTIÓ ARREU DEL MÓN

La congestió s'avalua comparant el nombre d'hores, que els conductors de les respectives ciutats, destinen al desplaçament en un context de congestió respecte a una situació de tràfic fluid. Gran part dels governs d'arreu del món tenen el repte de reduir la congestió i l'efecte d'aquesta sobre la contaminació, en base a l'emergència climàtica. Per tal causa, gran part de les seves polítiques s'estan redirigint a donar resposta a aquesta problemàtica. Així doncs, existeix un seguit d'actuacions, comunes en un gran nombre de ciutats d'arreu del món, amb la fita de donar una solució a aquesta qüestió.

Respecte de la congestió, TomTom (s.f) cada any elabora un rànquing en relació amb el temps mitjà requerit, entre les ciutats analitzades, per a dur a terme un desplaçament de 10 km. L'anàlisi elaborada per la companyia abasta una totalitat de 390 ciutats pertanyents a 56 països de 6 continents.

El "TomTom Traffic Index", ens permet plasmar la informació relativa a l'evolució del tràfic a les ciutats de la mostra, durant l'any 2022 i 2021.

TAULA 1: EVOLUCIÓ DE LA INCIDÈNCIA DE LA CONGESTIÓ

	Temps mitjà de desplaçament per cada 10 km (2022)	Congestió 2021	Congestió 2022	Variació %
Londres (Regne Unit)	0:36:20	33%	43%	30%
Bangalore (Índia)	0:29:10	48%	52%	7%
Dublín (Irlanda)	0:28:30	36%	52%	44%
Sapporo (Japó)	0:27:40	30%	34%	13%
Milà (Itàlia)	0:27:30	28%	49%	75%
Pune (Itàlia)	0:27:20	42%	49%	16%
Bucarest (Romania)	0:27:20	50%	52%	3%
Lima (Perú)	0:27:10	42%	51%	22%
Manila (Filipines)	0:27:00	43%	42%	-2%
Bogotà (Colòmbia)	0:26:20	55%	52%	-5%

FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes del TomTom Traffic Index



A la taula 1 es localitzen les 10 ciutats que destinen un major temps mitjà en la realització d'un desplaçament de 10 km els anys 2021 i 2022. En conseqüència, Londres és la ciutat on els usuaris han de destinar una major proporció de temps per a garantir la seva mobilitat, mentre Bogotà se situa en la dècima posició del rànquing.

Aquest resultat ve determinat per un seguit de fenòmens especificats a l'anàlisi i classificats entre estàtics i dinàmics.

En primer lloc, els factors estàtics fan al·lusió a les característiques de la infraestructura, com per exemple, la capacitat de la via o el límit de velocitat, entre d'altres. Un aspecte rellevant és la definició del temps considerat òptim per a realitzar el desplaçament, aquest té lloc en situacions de tràfic fluid.

Els factors dinàmics fan referència a les condicions del tràfic; així doncs, aquestes dades proporcionen informació relativa als canvis en els patrons del tràfic. Tots dos factors, estàtics i dinàmics, expliquen el valor del temps mitjà del desplaçament.

Un cop establertes les definicions de totes dues variables, es pot dur a terme una anàlisi de la informació presentada a la taula 1.

Londres, situada en primer lloc al rànquing, junt amb Dublín i Milà, són les ciutats que han experimentat una major variació percentual respecte l'any 2021. Conseqüentment, és plausible considerar que les ciutats europees són les que han empitjorat més en relació amb la congestió.

Ciutats com Londres i Milà han estat pioneres en l'aplicació de mesures com és el cas dels peatges de congestió i les zones de baixes emissions. Tot i això, observant les dades de l'any 2021 i 2022, veiem que la problemàtica de la congestió i, per tant, les externalitats negatives associades a aquesta, perdura a totes dues ciutats europees. Conseqüentment, la circumstància anterior hi aboca per una revisió i redisseny de la normativa i polítiques aplicades fins a l'actualitat.

En termes generals, es pot afirmar que la incidència de la congestió mostra una tendència creixent en la majoria de les ciutats d'arreu del món i, de manera més significativa, a Europa. Per tal causa, aquest estudi il·lustra la gran problemàtica actual al conjunt de països i la necessitat d'aplicar mesures òptimes i efectives amb la finalitat de reduir aquesta qüestió.



3. POLÍTIQUES PER A COMBATRE LA CONGESTIÓ I CONTAMINACIÓ

Amb la finalitat de donar una resposta a la problemàtica actual de la congestió i la pol·lució local, els governs poden dur a terme un seguit de mesures, amb l'objectiu de modificar l'oferta o la demanda.

En primera instància, s'estudiaran dues mesures que han cobrat popularitat, a Europa especialment, que són el peatge de congestió (PC) i les zones de baixes emissions (ZBE). Aquestes polítiques intenten reduir la demanda de les infraestructures corresponents. Baldament totes dues mesures afectin la demanda, aquest impacte no és anàleg.

El peatge de congestió és considerat una mesura que redueix la demanda via preus, ja que l'accés a una determinada àrea geogràfica (delimitada), requereix el pagament d'un import determinat. Aquest instrument té com a finalitat que els usuaris de la infraestructura siguin més conscients dels costos externs, que se'n deriven dels seus actes.

Contràriament, les zones de baixes emissions impacten en la demanda via quantitats. L'objectiu principal resideix en l'eliminació dels vehicles més contaminants, dins de l'extensió geogràfica en què aquesta ZBE és implementada. Autors com Xavier Fageda i Ricardo Flores-Filloi (2018) argumenten que les zones de baixes emissions *“poden ser de gran utilitat per a combatre la contaminació però no necessàriament per a reduir la congestió”*.

Finalment, comentarem un seguit de mesures alternatives que coexisteixen amb les dues anteriors i que o bé potencien la reducció en la demanda o bé contempnen l'increment de l'oferta de les infraestructures de transport, amb la finalitat de reduir el temps de desplaçament.



3.1 PEATGES DE CONGESTIÓ

Els peatges de congestió són els pagaments als quals han de fer front els usuaris per a poder accedir als centres de les ciutats.

Una puntualització que escau realitzar, en termes de terminologia, és la utilització dels peatges de congestió com a sinònim de taxes de congestió. Aquesta taxa esdevindria anàloga a l'import assumit pels viatgers, derivat de l'existència de peatges de congestió a l'entrada d'algunes grans ciutats, com és el cas de Londres o Milà.

“La implementación y diseño del peaje de congestión persigue el objetivo de reducir la congestión en los centros de las grandes ciudades.” (Fageda & Flores-Fillol, 2018)

Els peatges de congestió tenen com a finalitat fer front a la problemàtica de la congestió principalment, mitjançant la definició d'una àrea als centres de les ciutats, en què l'entrada de qualsevol vehicle sigui de pagament. Per tal causa, la reducció de l'impacte de la resta de les externalitats, associades a la congestió, seria una conseqüència, però no l'objectiu d'aquesta mesura.

En funció del disseny dels peatges de congestió de cada ciutat, aquests esdevindran operatius durant una franja horària determinada. En termes generals, l'instrument acostuma a estar vigent durant les hores puntes, amb un volum major de tràfic. Altrament, cal assenyalar com la taxa de congestió no és aplicada, en molts casos, durant la totalitat dels dies de la setmana.

Els peatges de congestió permetran, de manera indirecta, reduir la contaminació tant mediambiental com sonora i el nombre d'accidents, arran l'eliminació del nombre de vehicles que circulen pels centres de les grans ciutats. Fins avui, només 6 ciutats en el món han instaurat peatges de congestió: Londres, Estocolm, Göteborg, Milà, Palerm i Singapur.



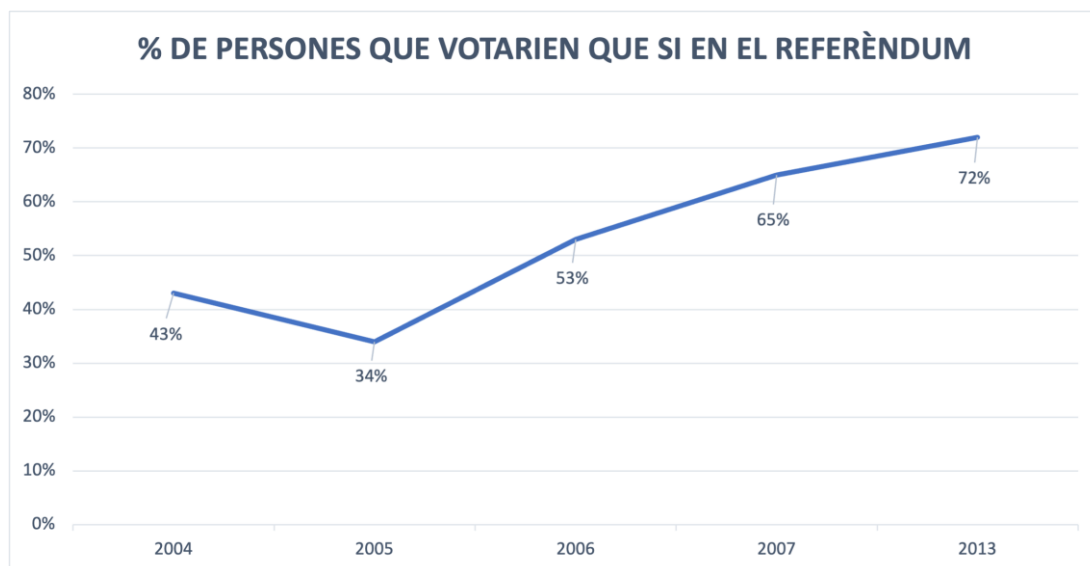
Acceptació social

Un aspecte força rellevant en qualsevol mesura impositiva és l'acceptabilitat social. Per aquest motiu, Jonas Eliasson (2014) en el seu estudi "*The Stockholm congestion charges: an overview*", analitza l'acceptabilitat dels residents de la ciutat d'Estocolm arran la instauració de la taxa de congestió.

A Estocolm, la taxa de congestió va entrar en vigor al gener de l'any 2006 i la duració d'aquesta estava prevista durant un període de prova de sis mesos. Un cop finalitzat el període de prova el juliol del 2006, es va celebrar un referèndum al setembre d'aquest mateix any. Els resultats finals van ser a favor de la continuació de la taxa de congestió, ja que un 53% de la població va votar a favor. Aquest resultat va permetre la instauració de la mesura de manera permanent, a partir de l'agost del 2007.

Jonas Eliasson (2014) al seu estudi va aportar les dades en relació amb el percentatge de residents que estaven a favor de la mesura implementada pel govern i, per tant, que votarien a favor de la seva instauració de manera permanent al referèndum. La informació anterior queda reflectida al gràfic 1.

GRÀFIC 1: REFERÈNDUM A ESTOCOLM SOBRE LA TAXA DE CONGESTIÓ



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes "*The Stockholm congestion charges: an overview*" Eliasson (2014)



El gràfic 1 il·lustra una tendència creixent, en al·lusió a l'acceptabilitat social, amb l'excepció de l'any 2005. Els percentatges corresponen al nombre de persones que votarien amb un sí al referèndum, amb l'objectiu que la mesura fossi permanent.

Els individus que més valoren de manera positiva la mesura són aquells que no tenen vehicle propi. Seguidament, en el rànquing es localitzen els residents que disposen de cotxe i que no paguen la taxa mai o de manera ocasional. Els usuaris que posseeixen un vehicle i que paguen la taxa habitualment se situen en últim lloc. Tot i això, cal assenyalar que en 2011, un 53% dels individus que formen part d'aquest grup estaven a favor de la mesura i, per tant, més de la meitat.

L'evolució de l'acceptabilitat s'aprecia de manera més significativa un cop implementada l'any 2006 la taxa de congestió a Estocolm, fins a situar-se en un 72% l'any 2013. L'efectivitat de la mesura en termes de congestió, va atresorar un gran paper en aquest fet, atès que, els residents de la ciutat van observar una millora en la seva qualitat de vida.

En conseqüència, amb un diferencial del 19% respecte de l'any 2005, els resultats positius durant el període de prova van permetre que l'acceptabilitat social de la mesura incrementés. Altrament, la conclusió més rellevant que es pot treure de l'anàlisi és l'increment continuat, amb posterioritat, un cop implementada de manera permanent la mesura l'any 2007.

Val dir que el percentatge de gent a favor de la taxa de congestió l'any 2013, va ser igual al percentatge d'individus en contra de la iniciativa en 2005. Ergo, és plausible considerar que un nombre important de la població resident a la ciutat, induïts per una menor congestió i, per tant, per les externalitats positives en termes de qualitat de vida que se'n deriven, va canviar d'opinió passant a considerar que la mesura és efectiva i beneficiosa.

En conseqüència, derivat de les dades proporcionades per l'estudi de Jonas Eliasson (2014), és pot argumentar que els peatges de congestió, o la taxa de congestió, gaudeix d'una acceptabilitat social a mitjà termini. Així doncs, amb el pas del temps i un cop els individus observen els efectes positius de la taxa, en termes de congestió, contaminació i accidentalitat, augmenta el seu suport a la mesura.



Eficiència, eficàcia i equitat

“Los peajes de congestión si están bien diseñados, son eficientes, eficaces y no regresivos.” (Fageda & Flores-Fillol, 2018)

Els peatges de congestió, és a dir, les taxes de congestió són considerats per Xavier Fageda i Ricardo Flores-Fillol (2018) com a eficients. Per mitjà de preus diferents segons les hores del dia o de la setmana, els individus que tenen una “*valoració més gran de la infraestructura*” seran els que paguin les taxes més altes.

És plausible considerar que els individus amb una major valoració són els que tenen una necessitat més gran per circular pel centre de la ciutat i una major disposició al pagament per a poder circular. Així doncs, aquesta mesura permetrà garantir la seva mobilitat, fins i tot, en les hores punta, considerades com els moments de major congestió a la ciutat.

Altrament, els individus que menys valorin el fet de poder desplaçar-se per la ciutat, duran a terme una reconfiguració dels seus desplaçaments i, per tant, no el realitzaran en les hores puntes sinó valls, on la congestió és menor. Per tal causa, la circumstància anterior contribuirà a reduir la congestió als centres de les ciutats de manera eficient.

Reprenen el cas d'Estocolm, com a exemple de la magnitud d'aquestes taxes, el govern va establir en un moment inicial una taxa de congestió de 2 € en les hores establertes com a punta i d'1 € durant les restes d'hores del dia. En el context actual, els preus dels carburants a Suècia sense i amb impostos divergeixen de manera significativa. Ergo, els preus de la benzina amb impostos poden representar el doble respecte el preu base², sense incloure cap mena d'impost.

En el mateix estudi s'atribueix a les taxes de congestió d'una segona característica, l'eficàcia. Per mitjà de la taxa, s'obtindrà una reducció significativa del tràfic i, així doncs, de la congestió. Com s'ha esmentat amb anterioritat, aquest fet tindrà un impacte en termes de contaminació, soroll i accidentalitat, fent que aquestes dues externalitats minvin de manera indirecta.

² Aquesta dada fa al·lusió al preu de la benzina *Super 95* durant el període de març de 2023. La informació es pot observar aquí: <https://datosmacro.expansion.com/energia/precios-gasolina-diesel-calefaccion/suecia>



Una reducció de la congestió es trasladaria en una reducció del temps del desplaçament. A més de l'estalvi en termes de temps, els potencials viatgers reduiran també la quantitat de benzina requerida per a garantir la seva mobilitat.

En última instància, els peatges de congestió (taxes de congestió) són considerats per Xavier Fageda i Ricardo Flores-Fillol (2018) com a no regressius, malgrat que el pagament de la taxa és independent del nivell de renda dels afectats per aquesta mesura.

L'argument principal de la no regressivitat de les taxes de congestió, resideix en la possibilitat de dur a termes polítiques socials de transport públic, que tenen un impacte positiu en el conjunt de la societat. Les taxes de congestió no disposen d'un objectiu recaptatori i, per tant, donen la possibilitat de generar un seguit de recursos addicionals. Ciutats com és el cas de Londres, la quantia que s'obté derivat d'aquesta mesura és emprada en la millora del transport públic.

En termes generals, la demanda del transport públic està relacionada amb la no disponibilitat de vehicle privat propi per part dels viatgers. Per tal causa, és plausible considerar que aquests individus tenen uns nivells de renda inferiors. Així doncs, la recaptació assolida per part de la taxa, provinent dels individus amb vehicle propi, es destina a millorar el transport públic, com és el cas de Londres.

Consegüentment, l'impacte directe d'aquestes mesures aconseguiran beneficiar als individus amb menors rendes, en altres paraules, els usuaris habituals del transport públic. Aquest és un exemple real de les possibles inversions que poden dur a terme els governs, amb els recursos que se'n deriven de la seva instauració i aplicació, que expliquen el caràcter no regressiu de les taxes de congestió.

Tot i això, cal assenyalar un seguit de factors complementaris que fonamenten l'argumentació elaborada pels autors. L'import reduït de la taxa de congestió lligat amb l'estalvi en relació amb la benzina, és un dels aspectes que corroboren la seva argumentació.



L'acceptabilitat social torna a desenvolupar un rol força rellevant en la no regressivitat de l'instrument. En un moment inicial la taxa de congestió és recollida de manera negativa pels individus, atresorant d'un rebuig social significatiu. Baldament, a mitjà termini s'ha pogut corroborar, amb exemples com Estocolm, com les taxes de congestió copsen d'una elevada acceptabilitat social, a conseqüència dels elevats impactes positius que se'n deriven d'elles.

Tot i això, els peatges de congestió (taxes de congestió) disposen d'un seguit de dificultats, arran la seva implementació, que escau assenyalar.

Dificultats d'implementació

El disseny del peatge de congestió (taxes de congestió) sovint esdevé problemàtic, arran la definició del seu import i l'àrea geogràfica en què aquesta és aplicada. Els criteris que s'empren *“es basen en criteris polítics més que en criteris d'eficiència”* (Fageda & Flores-Fillol, 2018).

Per tal causa, escasses ciutats, a escala europea i mundial, han arribat a implementar aquesta mesura. Copenhaguen, Edimburg, Manchester, Hèlsinki, Nova York i Hong Kong són exemples de ciutats que van fracassar en la instauració dels peatges de congestió. Així doncs, aquestes ciutats evidencien clarament les dificultats i els inconvenients derivats de les característiques d'aquest instrument.

Un dels inconvenients dels peatges de congestió és el fet de *“centrifugar la congestió a la zona fora del cordó”* (Durakovic & Eiderström Swahn, 2014) en què s'aplica aquesta mesura. Tot i això, Jonas Eliasson (2012) argumenta que considerant el creixement de la població es pot mitigar molt la circumstància anterior.

El disseny de la taxa no pot ser exclusiu del municipi o ciutat on es vol instaurar. Així doncs, escau necessari la participació d'un seguit de municipis i d'un òrgan supramunicipal, amb la finalitat d'aconseguir dissenyar i implementar la taxa de congestió amb èxit.



En última instància, Jonas Eliasson (2014) explicita la necessitat de disposar d'un model de transport òptim, en altres paraules, d'una oferta de transport públic òptima per a garantir la mobilitat arran un increment en la demanda.

Els peatges de congestió no tenen com a objectiu reduir els desplaçaments sinó fomentar l'ús del transport públic en comptes del vehicle privat. En conseqüència, és necessari que el govern de la ciutat faci una oferta de transport públic prou elevada, per a poder garantir la mobilitat de tots aquells usuaris que abandonen el vehicle privat.

3.2 ZONES DE BAIXES EMISSIONS

Les zones de baixes emissions són una mesura que restringeix la demanda relativa a les infraestructures viàries via quantitats. Altrament, cal assenyalar l'existència d'altres mecanismes de la mateixa categoria, com és el cas de les mesures basades en restriccions en funció del número de matrícula dels vehicles, emprats en ciutats com Madrid.

Tot i això, en aquest apartat ens centrarem de manera exclusiva i detallada en analitzar les principals característiques de les zones de baixes emissions.

L'objectiu principal que persegueixen els governs amb la instauració de les zones de baixes emissions consisteix en la reducció de les emissions dels gasos considerats contaminants. Per tal causa, es decreten uns lílindars màxims de contaminació mediambientals, que s'hauran de complir en una determinada àrea de la ciutat.

Així doncs, els vehicles que emetin unes emissions per damunt del lílindar definit en un moment inicial, se'ls prohibirà l'entrada i la seva circulació per la zona on la mesura és efectiva. Conseqüentment, des del punt de vista teòric es pot considerar que de manera indirecta la congestió de la ciutat es podria veure reduïda, com a resultat de les limitacions a la mobilitat.



Com s'ha esmentat al punt 2.1, en l'actual context, les pautes de consum dels compradors de vehicles s'ha vist alterada de manera significativa. La tendència creixent, en relació amb la compra de vehicles menys contaminants, tindrà un impacte en l'efectivitat de les zones de baixes emissions limitant una possible reducció de la congestió.

Els individus, davant aquesta mesura, poden obviar-la amb la compra d'un vehicle de baixes emissions. La circumstància anterior, il·lustra com les zones de baixes emissions poden no resultar efectives i no ser un mecanisme òptim, per a donar solució a la gran problemàtica de la congestió. En atenció a això, es pot afirmar que aquesta mesura contribuirà a fomentar la renovació de la flota de vehicles i, per tant, compta amb un avantatge en termes mediambientals.

Tot i això, aquesta política ha esdevingut molt popular entre els governs europeus durant els darrers anys. La Llei Europea del Clima aprovada al juny de l'any 2021, que té com a objectiu la neutralitat climàtica³, en el conjunt de la Unió Europea l'any 2050, propiciarà l'increment del nombre de ciutats, que implementaran zones de baixes emissions.

“Esta política se ha aplicado especialmente en Europa. Alrededor de 220 ciudades de 14 países de Europa tienen zonas de bajas emisiones [...]” (Fageda & Flores-Fillol, 2018)

Ciutats europees com és el cas d'Amsterdam, Berlín, París i Nàpols han optat per implementar la zona de baixes emissions, com a mecanisme per a perseguir reduir la congestió i les emissions mediambientals.

Altrament, cal assenyalar com les 5 ciutats europees que han instaurat els peatges de congestió, també han aplicat aquesta mesura de manera complementària. Amb la nova normativa europea molts països, com és el cas d'Espanya, han formulat una nova legislació amb la finalitat de perseguir els objectius establerts a la Llei Europea del Clima.

³ La neutralitat climàtica es correspon a la petjada zero de carboni. Per tal causa, el Parlament Europeu considera que en aquest context, la quantia d'emissions de diòxid de carboni (CO₂) que es realitzen a l'atmosfera, és anàloga a la retirada d'aquesta. Ergo, es tracta d'assolir un punt d'equilibri en relació amb les emissions de CO₂.



Per exemple, Espanya va aprovar un Reial Decret amb la finalitat de regular el disseny i aplicació de les zones de baixes emissions a les ciutats del país. Aquesta normativa està recollida en la Llei 7/2021, de 20 maig, de Canvi Climàtic i Transició Energètica (2021), els objectius de la qual es troben alineats amb la normativa europea de neutralitat climàtica.

La Llei del govern espanyol recull l'obligatorietat de l'aplicació de zones de baixes emissions als municipis de més de 50.000 habitants, els territoris insulars i en aquells municipis de més de 20.000 habitants que superin els límits màxims de contaminació.

Conseqüentment, malgrat la possibilitat de la no efectivitat de les zones de baixes emissions, en la fita de reduir la congestió, aquesta mesura està sent aplicada per un gran ventall de ciutats europees, amb la finalitat d'aconseguir la neutralitat climàtica per l'any 2050.

Eficiència, eficàcia i equitat

“Estas medidas son generalmente ineficientes, ineficaces a medio plazo y regresivas.”
(Fageda & Flores-Fillol, 2018)

Xavier Fageda i Ricardo Flores-Fillol (2018) en el seu estudi *“Atascos y contaminación en grandes ciudades: Análisis y soluciones”*, defineixen un seguit de característiques de les zones de baixes emissions. Altrament, cal destacar com aquests atributs són considerats inconvenients i contribueixen a la seva no efectivitat.

Un aspecte que difereix respecte de les taxes de congestió, consisteix en la ineficiència de les zones de baixes emissions. En aquest cas, la mesura no considera la valoració dels usuaris en relació amb l'ús de la infraestructura i, per tant, els viatgers que circulen pels centres de les ciutats no són els que atresoren d'una valoració més gran.

En conseqüència, les zones de baixes emissions no garanteixen els desplaçaments dels individus amb una major valoració, argumentació que justifica el caràcter ineficient d'aquesta mesura. Així doncs, els individus, malgrat la seva elevada disposició a pagar, poden veure la seva mobilitat afectada de manera negativa, implicant així la seva entrada als centres de les ciutats.



Altrament, com s'ha mencionat amb anterioritat, en la mesura en què el parc de vehicles menys contaminants augmenti, les zones de baixes emissions perdran la seva eficàcia respecte de la congestió. Així doncs, aquest instrument és considerat pels autors Xavier Fageda i Ricardo Flores-Fillol (2018) com a ineficaç a mitjà termini. Les noves pautes de consum contribuiran a una substitució gradual dels vehicles de combustió interna i, per tant, més contaminants, per altres les emissions dels quals són força reduïdes i, fins i tot, en alguns casos nul·les. Consegüentment, aquesta mesura no seria efectiva, atès que la congestió en comptes de veure's minvada als centres de les ciutats, seria incrementada, ja que el nombre d'usuaris afectats per la ZBE serà cada cop menor.

Per altra banda, si la zona de baixes emissions és petita, el problema de la congestió es limita a traslladar-se als barris limítrofs i a més no té gaire efecte sobre la contaminació. Una evidència empírica de l'argumentació anterior consisteix en el cas de Madrid. La ciutat espanyola va optar per instaurar una zona de baixes emissions en una àrea força reduïda i, per tant, es van obtenir uns efectes adversos consistents en un augment de la congestió en un 2%⁴ al conjunt de la ciutat.

Per tal causa, les zones de baixes emissions haurien d'incrementar els seus estàndards i, així doncs, esdevenir més restrictives en al·lusió amb el lílindar d'emissions permeses. En aquest context, cada cop el nombre d'individus afectats esdevindrà major, tot i això, arribarà a un cert punt on el lílindar no es pugui incrementar i, per tant, a llarg termini la seva efectivitat es veurà greument compromesa.

En última instància, s'ha de ressaltar el caràcter regressiu de les zones de baixes emissions. Els vehicles més contaminants, afectats per aquesta mesura, acostumen a ser els més antics. En aquest context, és adient dur a terme una relació entre l'antiguitat dels vehicles privats i el nivell de renda dels seus propietaris.

⁴ Bernardo, V., Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2021a). Políticas para reducir contaminación y congestión en áreas urbanas: ¿peajes urbanos o zonas de bajas emisiones? *EsadeEcPol-Center for Economic Policy*. <https://www.esade.edu/ecpol/es/publicaciones/politicas-reducir-contaminacion-congestion/>



Si l'únic mecanisme per a garantir la mobilitat de qualsevol individu, evitant veure's afectat per les ZBE, és adquirir un vehicle les emissions del qual siguin inferiors al llindar màxim decretat. És plausible argumentar que tothom qui tingui uns nivells de renda menors, disposarà d'un vehicle amb una major antiguitat i, per tant, més pol·luent. Per tal causa, l'adquisició d'un nou vehicle menys contaminant, per part d'aquests individus, esdevindrà més difícil derivat dels seus elevats preus.

En conseqüència, els individus més afectats per les zones de baixes emissions són aquells que tenen una menor renda i, per tal causa, la seva mobilitat es pot veure greument afectada. Així doncs, hi ha una gran dissonància, en termes de regressivitat, entre les taxes de congestió i les zones de baixes emissions. Malgrat això, les zones de baixes emissions cada cop estan més presents en l'àmbit europeu.

De manera anàloga a la comparativa realitzada respecte als peatges de congestió, escau considerar quina és l'acceptabilitat social de les zones de baixes emissions.

Acceptació social

En termes d'acceptabilitat social, les zones de baixes emissions, es caracteritzen per una bona popularitat inicial. *L'estudi Políticas para reducir contaminación y congestión en áreas urbanas: ¿peajes urbanos o zonas de bajas emisiones? de Bernardo et al. (2021a)*, argumenta quins són els factors que justifiquen la circumstància anterior.

Les zones de baixes emissions tenen una afectació limitada i, per tant, els vehicles que superen els llindars d'emissions establerts per la mesura, són els afectats de manera exclusiva per ella. Aquest és un aspecte diferenciador respecte els peatges de congestió, l'impacte dels quals abasteix a la totalitat dels usuaris que volen accedir als centres de les ciutats.

La influència del sector automobilístic, segons l'estudi, és significatiu i d'un gran impacte en l'opinió dels ciutadans. Una de les conseqüències directes i més immediates de l'aplicació de les zones de baixes emissions, és el canvi en els patrons de consum.



Ergo, la compra de vehicles de baixes emissions cada cop presenta una tendència més creixent, la qual cosa representa un benefici directe per a les empreses a l'àrea automobilístiques.

En termes de costos directes per als ciutadans, els peatges de congestió recapten recursos que, en principi, finançaran millores en el transport públic. Per altra banda, els peatges de congestió no tenen un objectiu recaptatori i, per tant, aquest fet té un impacte directe en la seva major acceptabilitat social.

Respecte de la despesa pública, les zones de baixes emissions, en comparació amb les taxes de congestió, impliquen un menor cost. Aquest instrument no persegueix l'elaboració d'un seguit d'inversions per a millorar el transport públic, per tant no implica recursos públics.

Un altre aspecte que justifica el caràcter regressiu de les zones de baixes emissions i la millor opinió social resideix en les característiques de les ciutats, que opten per aplicar aquesta mesura. En termes generals, les zones de baixes emissions s'instauren en les ciutats amb uns majors nivells de renda i, així doncs, que gaudeixen d'un major percentatge de vehicles no contaminadors⁵. Ergo, aquests individus amb més renda són els que obtenen un benefici directe de la possible reducció del tràfic i de la qualitat major de l'aire.

En última instància, un factor que és compartit per totes dues mesures és la necessitat de disposar d'una oferta prou elevada en relació amb el transport públic, amb la finalitat de garantir la mobilitat d'aquells que es veuen afectats per les polítiques analitzades anteriorment.

⁵ Un medi ambient net, sense contaminació, és considerat com un bé de luxe o superior. En atenció a això, la seva demanda augmenta més que proporcionalment amb la renda.



3.3 TRADE-OFF ENTRE PC I ZBE RESPECTE DE L'EFICÀCIA

En el context actual s'hi radica un *trade-off*, arran la definició de l'instrument més eficaç, per a fer front a la congestió i pol·lució. En els darrers anys, les zones de baixes emissions han cobrat d'una major rellevància, derivat de la nova normativa europea. Tot i això, la circumstància anterior no és un argument suficient per a decantar-se per aquesta política.

Altrament, un factor clau que s'ha d'assenyalar consisteix en la dissonància en al·lusió amb la persecució dels principals objectius. Així doncs, el seu disseny i implementació anirà orientat a l'obtenció de resultats discrepants i, per tant, no es pot afirmar que siguin igualment d'eficaços en tots els escenaris.

L'estudi Políticas para reducir contaminación y congestión en áreas urbanas: ¿peajes urbanos o zonas de bajas emisiones? (2021), elabora una anàlisi de la zona de baixes emissions instaurada a Madrid. L'objectiu d'aquesta radica en contemplar quina ha estat l'evolució en termes de congestió i contaminació, entre els anys 2017 i 2019.

Les zones de baixes emissions, segons les conclusions de l'estudi, esdevenen efectives en l'atenuació de la contaminació. Tot i això, la seva aplicació no genera un impacte significatiu en termes de congestió. Així doncs, aquesta política és considerada no efectiva per a fer front a la gran problemàtica actual, l'excés en el temps de desplaçament, en altres paraules, la congestió.

Un dels factors explicatius, de l'argumentació anterior, es correspon a l'objectiu principal que persegueix les zones de baixes emissions. Aquestes es dissenyen i s'instauren amb la finalitat de reduir les emissions dels gasos contaminants. Malgrat que es pugui considerar que es produirà una eliminació, del nombre de vehicles que circulen pels centres de les ciutats, aquesta mesura impulsa un canvi en relació amb les pautes de consum i en el foment de la renovació de la flota de vehicles.

Ergo, les zones de baixes emissions aconseguiran una reducció de la contaminació, per mitjà d'una major presència de vehicles, que emeten un menor nombre de gasos contaminants. Així doncs, en regions on la mesura s'implementi en zones limitades amb grandària menuda de la ciutat, comés el cas de Madrid, es pot assolir un efecte no desitjat, atès que, la congestió es pot veure incrementada.



Per tant, es pot fonamentar que les zones de baixes emissions, malgrat la popularitat que estan atresorant en l'actualitat, no esdevenen un mecanisme òptim ni eficaç, en la resolució de la gran problemàtica de la congestió.

Al mateix estudi sobre *Políticas para reducir contaminación y congestión en áreas urbanas: ¿peajes urbanos o zonas de bajas emisiones? (2021)*, es contempla de manera anàloga l'efectivitat dels peatges de congestió. En aquest context, l'anàlisi emprà dades de les ciutats de Palerm i de Göteborg, on van implementar aquesta mesura.

Les dades recollides per l'estudi evidencien una reducció de la congestió del 29% en Göteborg i del 19% a la ciutat de Palerm. Així doncs, la primera evidència empírica il·lustra una dissonància entre tots dos instruments, consistent en l'efectivitat dels peatges de congestió en la reducció de la congestió a l'àrea on són instaurades.

En conseqüència, una menor presència de vehicles als centres de les ciutats es traduirà en una reducció de la contaminació i del nombre d'accidents. Ergo, els peatges de congestió impactaran de manera directa en la reducció de la congestió i de manera indirecta en la millora de la qualitat de l'aire i de la circulació.

De manera equivalent, al cas de les zones de baixes emissions, aquesta argumentació es fonamenta arran l'objectiu que persegueixen els peatges de congestió. Aquesta mesura pretén l'assoliment d'una reducció significativa de l'excés de temps, arran el desplaçament. Ergo, l'impacte en termes mediambientals, característic de les zones de baixes emissions, es copsa de manera indirecta.

Consegüentment, totes dues evidències de l'estudi il·lustren una efectivitat major dels peatges de congestió, en termes de congestió. Així doncs, seria plausible considerar que els governs es decantessin per implementar aquesta mesura, com a solució davant la problemàtica de la congestió.

Tot i això, les recents normatives, han contribuït a una popularitat major de les zones de baixes emissions. Per tal causa, aquesta circumstància porta a qüestionar el paper com a líder de la Unió Europea i el seu full de ruta, atès que, les zones de baixes emissions no permetran erradicar la gran problemàtica mundial i, fins i tot, en alguns casos l'agreujarà de manera significativa.



Altrament, no necessàriament els governs han d'implementar una de les dues mesures de manera exclusiva. Londres és un cas on actualment coexisteixen totes dues mesures i, per tant, totes dues estan orientades a una millora en termes de congestió i pol·lució. Tot i això, cal assenyalar que l'entrada en vigor de les zones de baixes emissions fou a posteriori. Així doncs, aquesta pràctica permetrà incrementar l'acceptabilitat social dels peatges de congestió.

3.4 MESURES ALTERNATIVES I COMPLEMENTÀRIES

Durant la totalitat del treball s'han esmentat dues polítiques principalment, els peatges de congestió i les zones de baixes emissions. Baldament, coexisteixen un seguit de mesures menys mediàtiques que escauen rellevants assenyalar, arran el seu rol en la mitigació de la congestió i pol·lució.

Prosseguint amb les polítiques que afecten directament a la demanda i en termes de quantitat, cal assenyalar una mesura implementada en ciutats com és el cas de Madrid. El govern de la ciutat es va decantar per la prohibició, a uns determinats vehicles, de la seva circulació per una àrea limitada de la ciutat. El cribratge es duia a terme en funció del dia de la setmana i el número de la matrícula dels vehicles i, en concret, del seu darrer dígit.

En un període temporal de curt termini la mesura anterior, segons l'estudi *Políticas para reducir contaminación y congestión en áreas urbanas: ¿peajes urbanos o zonas de bajas emisiones?* (2021), esdevé eficaç a curt termini. Conseqüentment, els usuaris no poden evadir-se del compliment de la normativa amb la mateixa facilitat que les zones de baixes emissions, atès que, en aquest cas el canvi de vehicle no impediria veure's afectat per la mesura en qüestió.

En relació amb la demanda de mobilitat, ciutats com és el cas d'Amsterdam aboquen per impulsar l'ús de la bicicleta com a mitjà de transport principal. Aquesta mesura té un component cultural a la ciutat holandesa, però que és tendència creixent en altres indrets, l'ús de la bicicleta en lloc del vehicle privat.



Altrament, escau pertanyent assenyalar la importància del bon disseny i planificació dels carrils bici. L'aspecte anterior serà clau per tal de garantir la seguretat, no només dels usuaris de la infraestructura sinó dels vianants, per exemple. Si bé, la qüestió cultural té un rol força rellevant, els governs, per mitjà del disseny dels carrils bici, esdevenen agents claus en el foment de la bicicleta i del seu èxit.

Derivat de les característiques dels centres de les ciutats i de la seva elevada densitat, l'aparcament té un elevat protagonisme. Així doncs, els ajuntaments i els governs cada cop més opten per incrementar els preus dels estacionaments que es localitzen als centres de les ciutats (increment del preu d'un servei complementari a l'ús del vehicle privat). És plausible considerar que davant la mesura anterior els usuaris aboquin per fer-ne ús del transport públic, amb l'objectiu de reduir els costos que comporta el seu desplaçament. Tot i això, els estacionaments dissuasius són un altre mesura que en moltes ocasions s'aplica de manera paral·lela a l'anterior.

Els aparcaments dissuasius es localitzen a l'entrada de les ciutats i, per tant, contribueixen a reduir la congestió especialment en les hores puntes. Fomenten que els usuaris realitzin la seva mobilitat pel centre de la ciutat per mitjà del transport públic o a peu. La mesura anterior no obliga a reduir el nombre de desplaçaments per mitjà del vehicle privat i, per tal causa, l'efectivitat de la política esdevé qüestionable. Així doncs, els problemes dels embussos en les hores punta continuaria sent persistent.

En al·lusió al transport públic, una de les mesures que els governs opten per portar a cap, amb l'objectiu de fomentar-ne el seu ús, consisteix en la reducció del seu preu. El factor monetari, especialment en el cas dels individus amb menors rendes, esdevé diferenciador i pot ser clau en el foment del transport públic.

La reducció de la tarifa permetrà que molts individus aboquin per emprar el transport públic, atès que els costos associats a l'ús del vehicle propi com pot ser el combustible i l'estacionament esdevindran relativament majors. Fomentant aquest mitjà de transport es persegueix minvar el nombre de vehicles que hi circulen pels centres de les ciutats i, per tant, la congestió.



Tot i això, sovint aquesta mesura pot no resultar efectiva, derivat de l'escassa oferta de transport públic. La millora de la freqüència o de la velocitat comercial⁶, són claus en el foment del transport públic. Un altre aspecte a assenyalar és la fiabilitat del servei, altament relacionat amb la recerca, per part dels viatgers, d'un transport de qualitat.

En última instància, per la banda de l'oferta preexisteixen un seguit de polítiques que tenen com a objectiu incrementar l'oferta de les infraestructures. La millora dels accessos a les entrades de les ciutats, és un exemple de les mesures que es localitzen en aquesta categoria.

La millora de les infraestructures, com per exemple afegir un carril addicional, pot originar un efecte contrari al perseguit en un moment inicial. Say afirmava que "*tota oferta genera la seva pròpia demanda*", consegüentment, l'increment de l'oferta de les infraestructures redirigiria la congestió cap al futur, fomentat així un increment d'aquesta.

De manera paral·lela a l'argumentació anterior, la *Fundamental Law*⁷, fa al·lusió al context on pel fet de disposar d'infraestructures amb un caràcter madur, l'increment d'aquestes comportaria un augment proporcional de la seva demanda. Ergo, no es pot afirmar que la congestió incrementés, encara que, si es pot afirmar el sorgiment d'un empitjorament de la pol·lució. Així doncs, la clau no resideix en la millor construcció d'infraestructures sinó en la restricció en termes de demanda.

En el context actual, els governs tenen a la seva disposició un gran ventall de mesures. La gran qüestió esdevé en la determinació de la mesura òptima i adient per a la reducció de la congestió. Altrament, s'ha de contemplar la possibilitat d'emprar diverses mesures que es complementin l'una amb l'altra i, per tant, no residiria cap mena de *trade-off* entre les polítiques.

⁶ La velocitat comercial és un terme que s'empra en referència a la ràtio, entre la distància des de l'inici de la ruta fins al punt de destí, i el temps emprat en la realització del desplaçament.

⁷ Duranton, G., & Turner, M. C. (2011). The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities. The American Economic Review, 101(6), 2616-2652. <https://doi.org/10.1257/aer.101.6.2616>



La problemàtica actual arran els elevats nivells de congestió i de pol·lució, porta a qüestionar-se les característiques que ha d'atresorar el model futur d'una ciutat. Per tal causa, per a revertir l'emergència climàtica i evitar el retorn d'aquesta s'ha d'abocar pel disseny de ciutats pensades pels vianants i no pels vehicles. Per tal causa, la peatonalització del conjunt de ciutats i el foment d'un transport públic de qualitat esdevindran claus.

4. ANÀLISI DE CASOS

En el context actual, s'hi identifiquen sis ciutats al món que han implementat un peatge de congestió. Un aspecte que cal destacar és el fet que cinc, de les sis ciutats esmentades amb anterioritat, són europees i corresponen a: Londres (2003), Estocolm (2007), Milà (2008), Göteborg (2013) i Palerm (2016). L'altre ciutat restant és Singapur, on es va instaurar un sistema de llicències en un moment inicial l'any 1975 i, posteriorment, l'any 1998 es va establir un sistema electrònic de preus.⁸

En el cas de les ciutats europees, van optar per aplicar, de manera conjunta amb el PC, una ZBE. Tot i això, la manera d'aplicar ambdues mesures no va ser anàloga a la totalitat de les ciutats i, per tant, es poden observar un seguit de diferències.

Consegüentment, segons evidència empírica es pot il·lustrar com les zones de baixes emissions esdevenen una mesura més popular al continent europeu. Especialment, aquesta mesura és emprada sobre manera a Itàlia i Alemanya. Tot i això, “alrededor de 220 ciudades de 14 países de Europa tienen zonas de bajas emisiones [...]” (Fageda & Flores-Fillol, 2018).

La Llei Europea del Clima va ser aprovada al juny de l'any 2021, pels països membres de la Unió Europea. Aquesta es fonamentava en la persecució de la neutralitat climàtica l'any 2050 i, per tant, el nombre de ciutats que implementaran en els darrers anys una zona de baixes emissions, es veurà fomentat arran la nova normativa europea.

⁸ Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2018). Atascos y contaminación en grandes ciudades: Análisis y soluciones. *Policy Papers*. <https://documentos.fedea.net/pubs/fpp/2018/05/FPP2018-04.pdf>



En conseqüència, el desajust en relació amb el nombre de països que apliquen una zona de baixes emissions i un peatge de congestió, s'incrementarà de manera significativa en un futur pròxim.

El nou full de ruta de la Unió Europea i l'accent atribuït a l'emergència climàtica, propicien el fet d'elaborar una anàlisi dels tres gasos contaminants principals, a les cinc ciutats europees que atresoren d'un peatge de congestió i d'una zona de baixes emissions.

El focus de l'estudi residirà en l'anàlisi de les concentracions de PM 2.5, PM 10 i NO₂ (diòxid de nitrogen), a les cinc ciutats europees seleccionades: Londres, Estocolm, Göteborg, Milà i Palerm.

En primera instància, escau necessari dur a terme una contextualització prèvia dels gasos contaminants a analitzar. Així doncs, l'especificació del seu origen i impacte en termes de salut, esdevindrà clau per tal de determinar possibles efectes.

El diòxid de nitrogen (NO₂) es troba present al medi ambient com a resultat de la combustió dels vehicles, essencialment d'aquells impulsats per dièsel. Altrament, la circulació de vehicles, malgrat ser considerat com un dels responsables de les emissions de NO₂, no és l'única causa.

Les *“instal·lacions industrials d'alta temperatura i de generació elèctrica”*, segons afirma el Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic del Govern d'Espanya, és un altre focus a considerar en el moment de parlar de l'origen del diòxid de nitrogen.

“[...]inflamación de las vías aéreas, afecciones de órganos, como hígado o bazo, o de sistemas, como el sistema circulatorio o el inmunitario, que propician a su vez infecciones pulmonares e insuficiencias respiratorias [...]” (Óxidos de Nitrógeno, s. f.)

El Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic del Govern d'Espanya, assenyala les principals conseqüències en termes de salut, de la presència del diòxid de nitrogen al medi ambient. En termes generals, les afeccions del sistema respiratori esdevenen les més comunes i, per tant, els pulmons són considerats els òrgans més vulnerables.



En el cas de les partícules en suspensió, PM 10 i PM 2.5, el Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic del Govern d'Espanya, diferencia dos tipus d'origen: primari i secundari. En primera instància, les partícules poden generar-se directament a l'atmosfera. Així doncs, la pols i el pol·len poden considerar-se com a factors naturals que contribueixen a la presència d'aquests gasos en el medi ambient.

Altrament, s'hi distingeix un segon factor consistent en l'activitat humana. En aquest apartat s'hi destaca la circulació de vehicles i les emissions provinents de la indústria i de la construcció.

Respecte a l'origen secundari de les partícules en suspensió, es produeix arran les reaccions químiques motivades per la presència de gasos com l'òxid de nitrogen (NO_x). El gas anterior és compost per l'agrupació del diòxid de nitrogen (NO_2) i l'òxid nítric (NO).

Així doncs, és plausible considerar una possible dependència de les partícules en suspensió amb el diòxid de nitrogen. Per tal causa, unes elevades concentracions de NO_2 , poden abocar en el fet de registrar uns valors abundants de PM 10 i PM 2.5.

La dissonància principal entre el PM 10 i el PM 2.5 al·ludeix al diàmetre de les partícules. En conseqüència, el PM 10 atesora d'un diàmetre igual o inferior a les 10 micres i el PM 2.5 d'un valor de 2,5 micres o inferior⁹. Altrament, les partícules anteriors són les considerades més nocives, en termes de salut, pels ciutadans.

Consegüentment, la gravetat i l'impacte negatiu esdevindrà major en el cas del PM 2.5. En el cas particular del PM 10, aquest pot ser inspirat i arribar al sistema respiratori. Tot i això, el PM 2.5 derivat de les seves característiques i menors dimensions, pot arribar a afectar als al·vèols pulmonars, i així causar greus problemes respiratoris i cardiovasculars.

La Comissió Europea estableix uns estàndards de qualitat d'aire que els països membres han de complir. Els líndars mencionats amb anterioritat queden recollits en la Directriu 2008/5/EC i, per tant, les tasques que es dugin a terme en relació amb la pol·lució estaran fonamentats per aquesta directriu europea.

⁹ L'especificació anterior es recollida pel portar del Ministeri per la Transició Ecològica i el Repte Demogràfic, del Govern d'Espanya, la informació es pot observar aquí: <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/particulas.aspx>



La taula 2 recull les concentracions mitjanes anuals permeses per la Directriu 2008/5/EC dels corresponents contaminadors. Les dades que s'empraran han estat extretes de l'Agència Europea del Medi Ambient i, amb la finalitat de poder emprar els estàndards definits per la Comissió Europea, les dades fan al·lusió a la mitjana anual de cada ciutat.

TAULA 2: ESTÀNDARDS CONTAMINANTS DECRETATS PER LA COMISSIÓ EUROPEA

GASOS CONTAMINANTS I PARTÍCULES	CONCENTRACIÓ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TEMPS MITJÀ
PM 2.5	25	1 any (Valor objectius que ha de complir-se a partir de l'1/1/2010) 1 any (Valor límit que ha de complir-se a partir de l'1/1/2015)
	20	1 any (Valor límit de la fase 2 que ha de complir-se a partir de l'1/1/2020) ¹⁰
PM 10	40	1 any (Valor límit que ha de complir-se a partir de l'1/1/2005) ¹¹
NO ₂ (Diòxid de nitrogen)	40	1 any (Valor límit que ha de complir-se a partir de l'1/1/2010) ¹²

FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality/eu-air-quality-standards_en

Les dades emprades en l'anàlisi han estat filtrades per a facilitar una possible comparació, en termes de pol·lució, entre les cinc ciutats europees.

¹⁰ La Directriu 2008/50/EC de la Comissió Europea, contempla una segona fase orientativa en què es determina el valor límit de la mitjana anual d'emissions, que s'ha de complir a partir de l'1/1/2020.

¹¹ La Directriu 2008/50/EC estableix la possibilitat per part dels estats membres d'obtenir una pròrroga de tres anys, fins al maig de 2011. Així doncs, davant l'aprovació de la Comissió Europea, les concentracions anuals permeses de PM 10, en una zona específica, consistirà en 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹² La Directriu 2008/50/EC defineix l'existència d'una pròrroga de cinc anys i, per tant, fins l'1/1/2015 les concentracions anuals permeses als estats membres, atresoraran d'un marge màxim de tolerància, que permetria incrementar les concentracions de NO₂ fins als 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Cada ciutat disposa de diverses estacions, situades en diferents punts de la ciutat, que registren dades referents als diversos gasos contaminants. En al·lusió a les densitats dels habitatges localitzats al voltant de les estacions, l'Agència Europea del Medi Ambient contempla tres categories diferenciades. Tot i això, només s'han contemplat dades provinents d'estacions situades en zones contínuament edificades, en altres paraules, considerades urbanes.

Les altres dues estacions són categoritzades entre suburbanes i rurals. La diferència principal, entre les estacions urbanes i suburbanes, resideix en el grau d'urbanització de l'àrea en què es localitzen.

Altrament, en referència a l'origen de les dades obtingudes per les diverses estacions, es pot dur a terme una segona classificació d'aquestes. En aquest cas, només s'han considerat les dades de les estacions situades a prop de les carreteres principals, anomenades estacions de tràfic (*traffic stations*).

Altres estacions poden assolir dades referides a zones industrials, anomenades estacions industrials (*industrial stations*). En darrera instància, s'hi destaquen les estacions de fons (*background stations*), en què els registres de la contaminació són representatius de l'exposició mitjana de la població.

Un cop realitzat una primera selecció de les estacions, cal assenyalar com no totes se situaran a l'àrea afectada per la taxa de congestió i per la zona de baixes emissions. Les estacions localitzades fora de la zona, en què les dues mesures anteriors estan en vigor, no seran contemplades.

En el cas de Londres l'estació emprada ha estat la localitzada a Marylebone Road. En el cas d'Estocolm l'estació seleccionada consisteix en la situada a Sveavägen 59 Gata, continuant amb Suècia, l'estació d'Haga ha estat la triada a Göteborg. En el cas de les dues ciutats italianes, Senato serà l'estació utilitzada a Milà i Castelnuovo a Palerm.



4.1 REGNE UNIT: LONDRES

Londres és emprada, en un gran nombre d'ocasions, com a exemple de ciutat que ha instaurat els peatges de congestió. Així doncs, la ciutat britànica ha estat el centre d'un gran nombre d'estudis des del moment de la seva implementació, el 17 de febrer del 2003.

En un moment inicial, el peatge de congestió estava vigent durant els dies feiners, de dilluns a divendres, entre les 7:00 a.m. i les 18:30 p.m. Altrament, cal assenyalar com aquest període de temps, junt amb el seu importat inicial de cinc lliures diàries, es van veure modificats en diverses ocasions.

“Its main official objectives were to (i) reduce congestion, (ii) improve journey time reliability, (iii) increase the quality of the bus system and (iv) provide income for the maintenance and development of the underground.” (Leape, 2006)

Com s'ha esmentat amb anterioritat, l'objectiu dels peatges de congestió no esdevé recaptatori. En el cas particular de Londres, aquesta mesura perseguia la finalitat de millorar el transport públic de la ciutat. Tot i això, la Congestion Charge de Londres es va dissenyar per anar acompanyada amb altres polítiques complementàries.

L'import de Congestion Charge té un rol força rellevant en l'efectivitat de la mesura i, per tal causa, el govern de la ciutat va dur a terme un estudi per a determinar el seu import òptim. És va contemplar tres possibles escenaris, en relació amb el valor de la taxa: 2,5 lliures, 5 lliures i 10 lliures.

“The measurable benefits of the scheme can be grouped in six categories.” (Leape, 2006).

En relació amb els beneficis contemplats per Leape (2006), es va concloure que l'import més adient de la taxa consistia en cinc lliures. Escau assenyalar els sis beneficis que argumentava Leape (2006), entre els quals es destaca la reducció del nombre d'accidents junt amb la reducció de les emissions de diòxid de carboni, entre altres.



Tot i això, el benefici principal residia en l'estalvi en termes de temps. Aquest darrer estalvi no només fa al·lusió a l'experimentat pels usuaris que utilitzen la infraestructura i, per tant, s'ha de considerar a més del temps destinat al desplaçament cap al lloc de treball, la millora en termes de la qualitat de la mobilitat.

Els ingressos nets que se'n deriven de l'aplicació de la taxa de congestió no s'inclouen com a part dels beneficis, atès que, són considerats "*transferències*" (Leape, 2006). L'argumentació anterior es fonamenta per la destinació de la recaptació de la Congestion Charge a la millora del transport públic.

L'any 2008 es va produir un increment de la taxa de congestió, de cinc lliures a vuit lliures. La variació anterior va ser justificada per la persecució d'un major benefici net i, per tant, per l'assoliment d'una major reducció en termes de congestió.

L'import de la taxa va romandre inalterable fins a inicis de l'any 2022, on l'increment va ser d'un 87,5%. Així doncs, el nou import de la Congestion Charge va consistir en 15 lliures. Tot i això, aquesta no va ser l'única modificació que el govern de la ciutat britànica va dur a terme, atès que, el període de temps en què aquesta era aplicada va patir de manera paral·lela un seguit de modificacions.

Els dies feiners la taxa de congestió estava en funcionament des de les 7:00 a.m fins a les 18:00 p.m. La dissonància més gran resideix en l'aplicació de la taxa durant els caps de setmana. Aquesta s'aplicava des de les 12:00 p.m. fins a les 18:00 p.m.

Altrament, en al·lusió amb l'àrea geogràfica en què la taxa era aplicada, cal assenyalar la Zona d'Expansió Oest (WEZ) de Londres on s'inclou els districtes de Westminster, Kensington i Chelsea. Durant els períodes en què la mesura ha estat activa a la ciutat britànica, s'ha produït un seguit d'incorporacions i supressions de la Congestion Charge a la WEZ.



La WEZ es caracteritza per atresorar d'una extensió de 17 km². A partir de l'any 2005 s'implementava una taxa amb un valor de vuit lliures a aquesta àrea. La circumstància anterior va finalitzar l'any 2010, atès que, la WEZ es va deslligar de l'aplicació de la mesura en la seva àrea geogràfica.

Londres, a partir del febrer de l'any 2008, va complementar el peatge de congestió amb una zona de baixes emissions (Low Emission Zone). En un moment inicial, els vehicles considerats pesants amb més de 12 tones, eren els únics afectats per aquesta mesura.

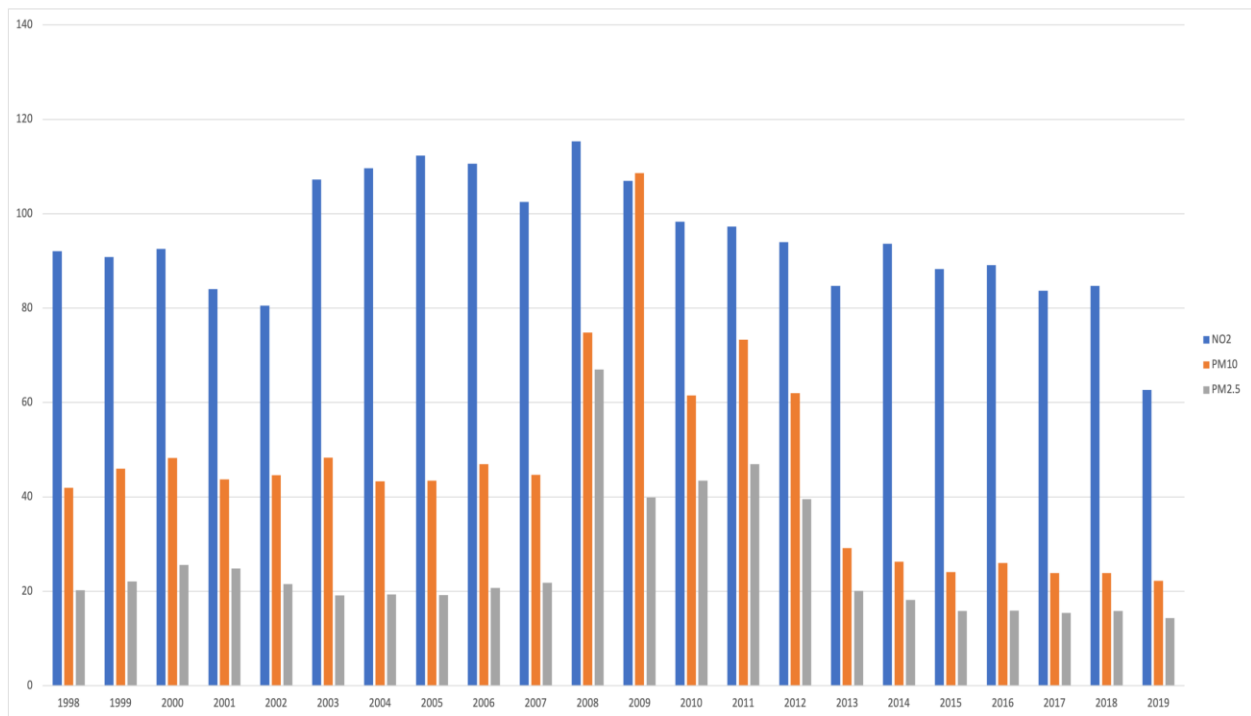
L'any 2012 es va dur a terme una modificació i, per tant, el nombre de mitjans de transports afectats per la zona de baixes emissions es va veure incrementat. En aquesta ocasió, els vehicles pesants de més de 3,5 tones i els autobusos, van passar a formar part del col·lectiu condicionat per la política.

En última instància, el març del 2021 la ciutat britànica va incrementar els estàndards de les zones de baixes emissions, arran la quantia d'emissions permeses. Per tal causa, la Low Emission Zone va aplicar les exigències de l'Euro VI, adreçades en un primer moment als turismes. El més destacable d'aquest canvi en la normativa és l'exigència major en termes mediambientals i, per tant, un major nombre d'individus es van veure afectats per la mesura.

El 8 d'abril del 2019 es va aplicar l'Ultra Low Emission Zone (ULEZ), que operava de manera conjunta amb la Low Emission Zone. La diferència més gran que es pot observar amb les mesures contemplades fins a aquest moment, és el fet de ser operativa durant les 24 hores del dia.

L'any 2021, es va dur a terme una ampliació de la zona en què la ULEZ estava en vigor, sent aquesta àrea 18 vegades superior a la plantejada en un moment inicial. Recentment, Londres ha previst pel 29 d'agost del 2023 una segona ampliació d'aquest instrument, amb la finalitat de proporcionar a 5 milions de residents una millora en termes mediambientals.

GRÀFIC 2:EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A LONDRES



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de l'Agència Europea del Medi Ambient

El gràfic 2 recull les dades dels principals indicadors, que s'han contemplat en l'estudi, per Londres (estació localitzada a Marylebone Road).

Podem categoritzar a la ciutat en funció del seu nivell de població. L'any 2022 l'àrea metropolitana de Londres tenia 9.541 milions d'habitants¹³, sent considerada així com una ciutat gran, atès que, la població supera el milió. Altrament, cal destacar que, des de l'any 2001, el nombre d'habitants ha mostrat una tendència creixent.

La mobilitat dels potencials viatgers al centre de la ciutat ve determinada de manera significativa pels residents de Londres i de la seva àrea metropolitana, que és considerada com una de les més importants en Europa.

¹³ La dada fa al·lusió a la població de la ciutat de Londres l'any 2022, la informació es pot observar aquí: <https://www.macrotrends.net/cities/22860/london/population>



En el cas del PM 10 i PM 2.5 podem assenyalar un punt d'inflexió coincident en ambdós casos. L'any 2008 es va produir un increment força significatiu, en les concentracions dels dos gasos mencionats amb anterioritat. En aquest mateix any, la ciutat va optar per implementar una zona de baixes emissions (però cal puntualitzar com en un moment inicial només els vehicles de més de 12 tones eren afectats per la mesura).

No va ser fins a l'any 2012 quan els estàndards es van veure incrementats, afectant així a un major nombre d'usuaris. A partir d'aquest mateix anys es pot observar un canvi de tendència, permetent situar-se en el cas del PM 2.5 en un nivell de concentracions menors a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En el cas particular del PM 2.5 a partir de l'any 2013 es va assolir l'objectiu de La Directriu 2008/50/EC de la Comissió Europea, abans de la data decretada consistent (en l'any 2020). Un altre aspecte a destacar és com en els darrers anys, les concentracions de PM 2.5 han estat les menors registrades en la totalitat del període contemplat.

De manera anàloga al cas anterior, el PM 10 es va situar, per primer cop en la totalitat del període analitzat (1998-2019), a l'any 2013 en uns nivells inferiors a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per tal causa, Londres a partir de l'any 2013 va complir amb els estàndards de contaminació establerts per la Comissió Europea.

En contraposició, la instauració de la Congestion Charge a Londres no va impactar de manera significativa als nivells de concentració de PM10 ni PM 2.5. Per tal causa, un primer resultat que es pot observar és la major efectivitat de les zones de baixes emissions, en la reducció de la pol·lució.

En el cas del NO_2 l'impacte de les zones de baixes emissions no esdevé tan remarcable, atès que, no hi ha una tendència clara com en els casos anteriors. L'any 2008 es pot observar com la mitjana anual de NO_2 se situa pròxima als $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Amb la instauració de la Congestion Charge l'any 2003 els nivells de NO₂ es van veure incrementats en comparació amb l'any 2002. Baldament, cal assenyalar com un cop assolides les concentracions màximes en l'any 2008 la tendència va ser decreixent.

Un altre període que està marcat per un canvi en la normativa és l'any 2019. L'abril del 2019 el govern de la ciutat britànica va optar per instaurar l'Ultra Low Emission Zone, amb uns estàndards més restrictius que els de les polítiques implementades fins a aquell moment. A més, cal puntualitzar un fet diferenciador, atès que, l'Ultra Low Emission Zone és operativa les 24 hores del dia.

En el cas de les partícules en suspensió, aquestes no van patir variacions destacables, en comparativa com el NO₂. Aquest darrer gas contaminador es va situar, per primer cop en la totalitat dels anys analitzats, a l'any 2019 pròxim als 60 µg/m³.

Els períodes compresos entre l'any 2013 i 2019 s'observa una tendència força constant amb uns valors reduïts de les concentracions de PM10 i PM 2.5. Aquest fet es correspondria a la ineficiència a mitjà termini que copsen les zones de baixes emissions. Arran la renovació gradual de la flota de vehicles, el nombre d'individus afectats per les zones de baixes emissions és menor. Per tal causa, una solució a mitjà termini consistiria en incrementar les restriccions i els llindars contaminants, tal com a dut a terme Londres.

Consegüentment, es pot observar com la taxa de congestió no ha permès reduir de manera significativa les concentracions dels indicadors. En contraposició, les zones de baixes emissions, orientades a moderar els elevats nivells de contaminació, han facilitat la disminució de la presència de les partícules en suspensió a l'atmosfera.



4.2 SUÈCIA: ESTOCOLM I GÖTEBORG

En el cas particular de Suècia, s'hi destaquen dues ciutats que han implementat els peatges de congestió, conjuntament amb la zona de baixes emissions. Estocolm i Göteborg, les dues ciutats del país amb un major nombre de població urbana, han estat els casos extraordinaris on s'han implementat els peatges de congestió.

La capital del país suec, Estocolm, va introduir els peatges de congestió al gener de l'any 2006, amb un període de prova de sis mesos. Un cop finalitzat aquest, es va celebrar un referèndum, on els habitants de la ciutat, amb un 53% de vots a favor¹⁴, van determinar la instauració de manera permanent de la taxa de congestió.

Com s'ha esmentat amb anterioritat, l'acceptabilitat social dels peatges de congestió, és menor en comparació amb les zones de baixes emissions. Així doncs, el període de prova establert per les autoritats de la ciutat va esdevenir clau, atès que va permetre als seus residents contemplar els impactes positius en relació amb la congestió i, per tant, en termes de qualitat de vida.

“The cost for passing a control point in any direction is 1-2€ (using 10 SEK = 1€) depending on the time of day [...]” (Eliasson, 2014)

L'import de la taxa de congestió oscil·la entre 1 € i 2 €, en funció del moment en què es realitzi el desplaçament. En els moments considerats hores puntes i, per tant, amb major tràfic i congestió a la ciutat, l'import consisteix en 2 €. Altrament, cal assenyalar que l'import màxim que es pagarà per vehicle i dia consisteix en 6 €.

Un altre factor rellevant consisteix en els dies de la setmana en què la taxa de congestió està vigent. En el cas d'Estocolm, la mesura no estarà activa durant la nit, els caps de setmana o dies festius i durant el mes de juliol. Amb excepció dels casos anteriors, des de les 6:30 a.m. fins a les 18:30 p.m., l'accés al centre de la ciutat esdevindrà de pagament.

¹⁴ Eliasson, J. (2014). The Stockholm congestion charges: an overview. *RePEc: Research Papers in Economics*. <https://www.transportportal.se/swopec/CTS2014-7.pdf>



“The system consists of 18 charging points located at the main bottlenecks on the arterials leading into and out from the inner city.” (Eliasson, 2014)

El peatge de congestió té 18 peatges, que es localitzen al cordó de l'àrea, en què la mesura és implementada. Un seguit de càmeres, als punts indicats, són les encarregades de dur a terme una lectura de les matrícules. La circumstància anterior facilitarà el bon funcionament de la mesura, atès que els vehicles seran registrats de manera automàtica.

Consegüentment, cada mes els individus que circulen pel centre d'Estocolm reben la factura amb la quantia total a pagar, corresponent a la taxa de congestió.

Durant el període de prova, les càmeres no eren el mecanisme principal emprat per a dur a terme la identificació dels vehicles. La ciutat va optar per un sistema de DSRC (dedicated short-range communication) ¹⁵, però un cop finalitzat els sis mesos de prova es va contrastar l'elevada efectivitat de les càmeres i, per tant, van esdevenir el mecanisme principal d'identificació.

Göteborg va instaurar un peatge de congestió el gener de 2013. L'objectiu de la seva aplicació no només residia en la persecució de la reducció de la congestió, atès que, la finalitat principal consistia a finançar el paquet Suec Occidental. El projecte anterior és una resposta del govern arran la tendència creixent de la població a la regió del país.

En contraposició amb Estocolm, Göteborg atresora d'un major nombre de peatges, 36 en concret, localitzats al cordó del centre de la ciutat. Tot i això, resideixen un seguit de dissonàncies entre les dues ciutats, derivat del volum de població i del tràfic.

En el cas de Göteborg, la taxa de congestió està dissenyada en funció de la congestió a les autopistes, ja que la ciutat està envoltada d'aquest tipus de vies. Així doncs, el govern de la ciutat estableix la possibilitat de traspasar per diversos peatges, durant una hora, i que l'usuari només pagui un cop.

¹⁵ Dedicated short- range communication (DSRC) és una tecnologia que permet l'òptima comunicació entre els vehicles o les infraestructures.



“The price of the charge is differentiated according to the peak hours when the congestion is at its highest point. In the mornings between 07.00 -07.59 and in the afternoon 15.30 - 16.59 the charge is 18 SEK and declines to 13 SEK and 8 SEK during non-rush hours” (Eliasson, 2014)

Göteborg, de manera anàloga a Estocolm, estableix l'import de la taxa en funció de les hores puntes i valls, en altres paraules, en referència al volum de tràfic. L'import màxim de la taxa oscil·la entre 1,5 € en les hores puntes i en les hores valls la taxa es redueix fins als 0,70 € aproximadament.

Conjuntament amb la capital sueca, la taxa de congestió no està en vigor els caps de setmana, dies festius ni durant el mes de juliol. Així doncs, descartant les excepcions anteriors, la mesura està activa durant els dies laborals entre les 6:00 a.m. i les 18:20 p.m.

“Sweden was the first country to implement Low Emission Zones (LEZs), as a measure to reduce pollution from vehicles.” (H. Amundsen, & Sundvor, 2018)

Suècia va esdevenir el primer país a instaurar zones de baixes emissions, amb l'objectiu de reduir la pol·lució al conjunt del territori. L'any 1992 les zones amb majors problemàtiques, en relació amb la contaminació mediambiental i sonora, conjuntament amb els territoris amb un elevat nombre d'habitatges i de vianants, estaven emparats per la llei per tal d'instaurar una zona de baixes emissions.

En atenció a això, Estocolm, Göteborg i Malmö van cooperar de manera conjunta, amb la finalitat de determinar un mecanisme per a la implementació adient de la mesura. En l'actualitat les zones de baixes emissions estan regulades pel *Trafikförordning (1998:1276)*¹⁶, tot i això, els municipis són els que tenen la potestat de determinar la instauració de les zones de baixes emissions i en l'àrea en què aquesta s'apliqui.

¹⁶ Trafikförordning (1998:1276) consisteix en l'ordenança del trànsit de Suècia, en què engloba els diversos reglaments en matèria de circulació i tràfic, entre altres.



Les zones de baixes emissions persegueixen un seguit d'objectius, com és el cas de la millora en termes de qualitat de l'aire i la reducció de la contaminació sonora. Altrament, també se cerca l'expansió de les millores anteriors, als territoris no afectats directament per les zones de baixes emissions.

L'any 1996 Estocolm, Göteborg i Malmö van implementar la zona de baixes emissions en els seus respectius territoris. En el cas particular d'Estocolm, les limitacions geogràfiques de la zona de baixes emissions, esdevenien quasi anàlogues, a la delimitada pel peatge de congestió.

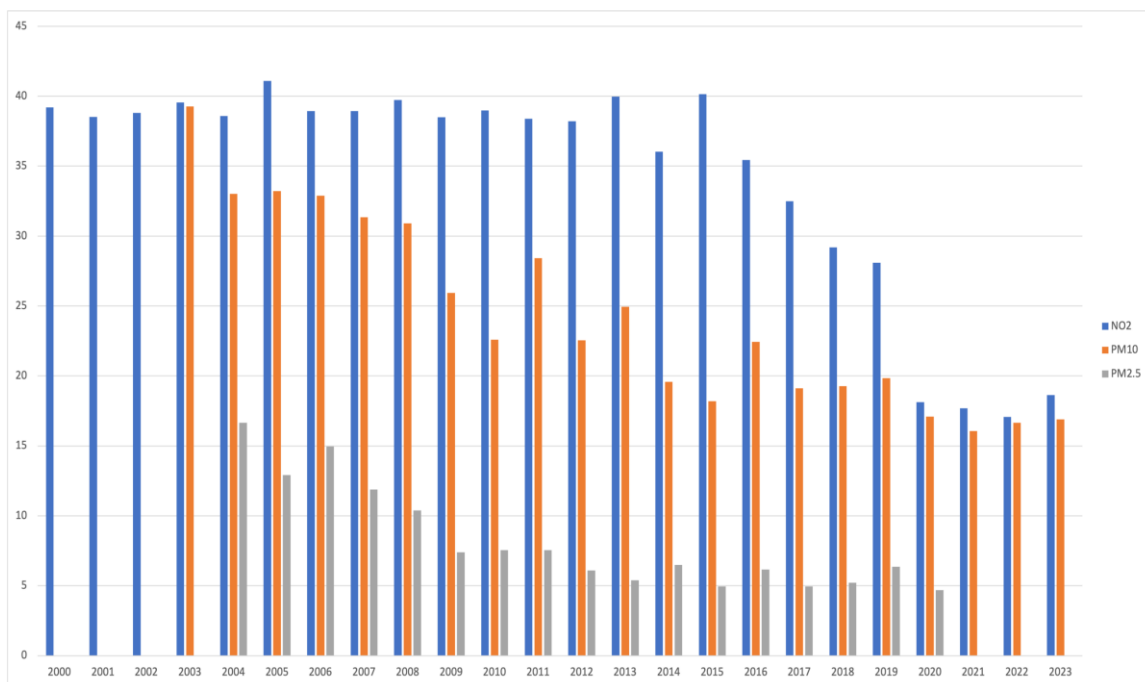
Els vehicles afectats per la normativa actual i, per tant, que tenen l'entrada i circulació prohibida pel centre de les ciutats, consisteixen en els camions i autobusos de dièsel amb una antiguitat major a sis anys. En atenció a això, escau rellevant assenyalar un canvi en la normativa l'any 2020. Aquesta diferenciava entre tres tipologies de zones de baixes emissions que havien d'escollir les ciutats, que persegueixen l'establiment de la mesura al seu territori.

La denominada LEZ¹⁷ consistia en l'afectació de manera exclusiva dels vehicles pesants. A mesura que es passa d'una categoria a un altre els estàndards són majors i, per tal causa, el nombre d'usuaris afectats incrementa de manera paral·lela. Altrament, la LEZ 2 regula la circulació dels turismes, furgonetes i minibusos, tant de gasolina com de dièsel.

En última instància, s'hi destaca la LEZ 3 considerada la més restrictiva, atès que, només es permet la circulació dels vehicles considerats de baixes emissions, entre els quals s'inclou els vehicles elèctrics o de gas.

¹⁷ Terminologia anglesa, Low Emission Zone, emprada per a denominar a les Zones de Baixes Emissions (ZBE).

GRÀFIC 3: EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A ESTOCOLM



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de l'Agència Europea del Medi Ambient

En el gràfic 3 es plasmen les dades relatives a les concentracions de les emissions pertanyents a la ciutat d'Estocolm (estació la localitzada a Sveavägen 59 Gata).

La capital del país Suec registra actualment una totalitat d'1,6 milions d'habitants¹⁸. Conseqüentment, de manera paral·lela al cas de Londres, Estocolm és considerada una ciutat gran pel fet de superar el milió de residents.

En una primera aproximació es pot observar com en l'any 2005 no es van aconseguir els límits establerts per la Comissió Europea. Malgrat això, en termes de qualitat de l'aire, la ciutat sueca se situa en una millor posició que Londres.

Els anys posteriors a la implantació del peatge de congestió (2007) es pot observar un punt d'inflexió en les concentracions de PM 2.5, atès que la seva tendència esdevé decreixent. Tot i això, des de l'any 2009, la persistència a reduir la contaminació no ha estat tan significativa com en els anys anteriors.

¹⁸ Aquesta dada és la més recent proporcionada per la Presidència sueca del Consell de la Unió Europea, la informació es pot observar aquí: <https://swedish-presidency.consilium.europa.eu/en/presidency/stockholm/>



Els anys posteriors a l'establiment permanent de la mesura (2007), es va produir una reducció remarcable tant del PM 10 com del PM 2.5. En el cas particular del NO₂ els canvis més rellevants es van produir a partir de l'any 2015 i, per tant, no va ser tan immediat. Aquest fet evidencia les discrepàncies que resideixen entre les partícules en suspensió i el NO₂, arran el seu origen.

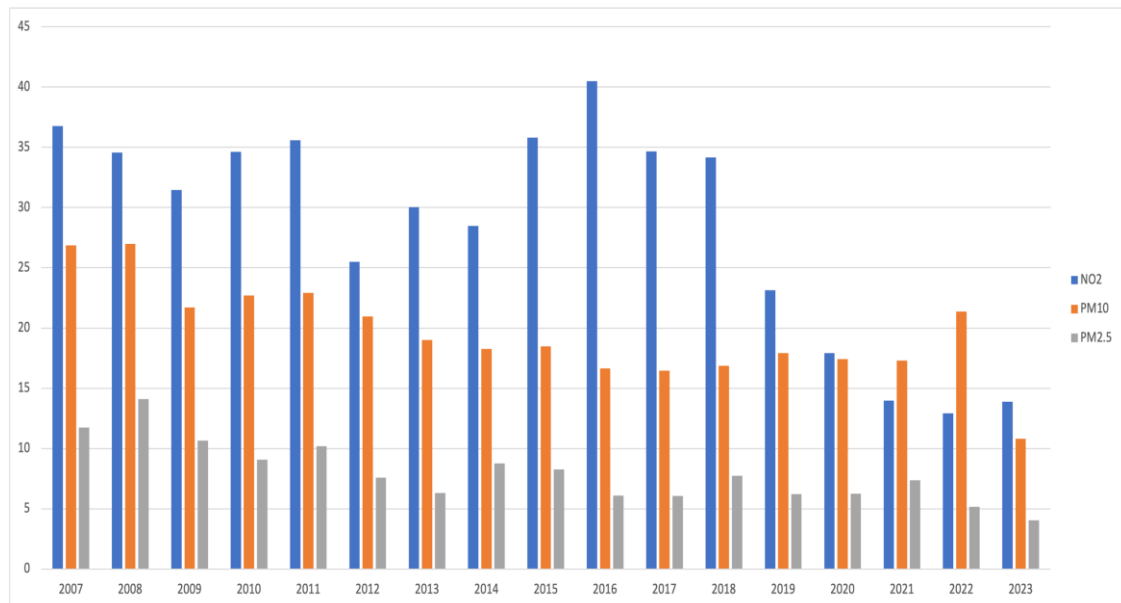
En el cas d'Estocolm es pot afirmar que el peatge de congestió va impactar de manera positiva en la pol·lució, fent que aquesta minvés. En termes generals, la gràfica 3 il·lustra l'eficàcia de la mesura en la lluita contra l'emergència climàtica. Tot i això, la totalitat dels indicadors no es van veure afectats de manera anàloga.

En el cas de la zona de baixes emissions implementada a Estocolm l'any 1996, no es pot argumentar la seva efectivitat arran la manca de dades. Per tal causa, només es poden fer especulacions i comparatives amb la resta de ciutats contemplades a l'estudi. Així doncs, per tal de determinar els possibles impactes en termes mediambientals esdevindria indispensable trobar informació anterior a l'any 1996.

La ZBE persegueix la reducció de la contaminació mediambiental. En conseqüència, un factor explicatiu de les baixes concentracions dels contaminants, resideix en l'efectivitat de les zones de baixes emissions. Com s'ha esmentat amb anterioritat, escauria necessari tenir dades anteriors a l'any 1996 per a poder corroborar la hipòtesi anterior.

L'any 2020 va estar marcat per la Covid-19 i el gran ventall de restriccions que es van produir en gran part del món. Les grans limitacions en termes de mobilitat van afectar sobre manera a la mobilitat, la qual cosa va impactar de manera positiva en la pol·lució, fent que aquesta minvés durant els anys posteriors. La circumstància anterior es pot observar en el cas del diòxid de nitrogen (NO₂), aquest es va situar per primer cop per sota de 20 µg/m³. Altrament, cal destacar com aquests nivells van resultar persistents als anys posteriors, igualant-se de manera remarcable amb les concentracions registrades de PM 10

GRÀFIC 4: EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A GÖTEBORG



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de l'Agència Europea del Medi Ambient

Al gràfic 4 es poden veure les dades relatives a les concentracions dels tres indicadors, corresponents a la ciutat de Göteborg (estació situada a d'Haga).

Göteborg és la segona ciutat més important de Suècia, darrere d'Estocolm. Tot i això, Göteborg no es considera una ciutat gran atès que, el nombre d'habitants se situa entre els 500.000 i el milió. Així doncs, Göteborg amb 625.000 residents¹⁹ és categoritzada com una ciutat mitjana.

Conforme a la Directriu 2008/50/EC de la Comissió Europea, es pot determinar que la ciutat no va superar els llindars establerts per la normativa anterior. Així doncs, una primera aproximació, en referència a la condició mediambiental de Göteborg, consisteix a explicitar la seva bona qualitat de l'aire.

L'any 2013 Göteborg va instaurar un peatge de congestió i, per tant, escau rellevant determinar les implicacions que aquest fet va tenir sobre la pol·lució. De manera anàloga a Estocolm, no s'aprecia una reducció significativa de les concentracions dels indicadors contemplats.

¹⁹ La dada fa al·lusió a la població de la ciutat de Göteborg l'any 2022, la informació es pot observar aquí: <https://www.macrotrends.net/cities/22590/goteborg/population>



En el cas particular del diòxid de nitrogen, s'il·lustra al gràfic 4 un increment de les concertacions arribant al seu valor màxim l'any 2016. A partir d'aquesta data els valors s'han vist reduïts de manera significativa. La Covid-19 ha contribuït a reforçar aquesta tendència decreixent.

Consegüentment, la implementació del peatge de congestió no va alterar de manera significativa la situació de partida. Així doncs, es reforça l'argumentació establida en un moment inicial arran l'objectiu principal d'aquesta mesura. En casos aïllats sí que es pot observar casuístiques on la contaminació s'ha vist minvada, tot i això, aquesta no és una màxima ni comuna en la totalitat de ciutats.

Göteborg va implementar l'any 1996, de manera conjunta amb Estocolm, una zona de baixes emissions. Per tal causa, les dades que s'observen a la gràfica estan afectades pels efectes de l'aplicació d'aquesta mesura.

Un dels efectes directes de la zona de baixes emissions resideix en la renovació de la flota de vehicles de manera gradual, per altres considerats de baixes emissions. Aquest fet justificaria la tendència constant apreciada en el cas de les partícules de suspensió, fent que aquestes presentin durant el període analitzat uns valors força similars.

El diòxid de nitrogen (NO_2) té com a origen en la circulació dels vehicles i, per tant, un increment en les concentracions d'aquest pot ser un indicador d'un augment en la congestió al centre de la ciutat. La reducció que es va produir l'any 2020 dels registres de NO_2 poden ser explicats per la menor mobilitat arran les restriccions de la Covid-19.



4.3 ITÀLIA: MILÀ I PALERM

Les dues darreres ciutats que van instaurar un peatge de congestió a Europa es localitzen a Itàlia: Milà i Palerm.

“Since January 2008, vehicles entering the 8 km² area (see figure 1) between 7:30 and 19:30 are subject to the payment of a charge.” (Rotaris et al., 2010)

Milà es considerada una de les majors àrees metropolitanes del país, amb un total de 3,7 milions d'habitants²⁰. La ciutat va implementar el gener del 2008 un peatge de congestió, anomenat *Ecopass Zone*, amb una àrea afectada de 8 km². Aquesta àrea és aproximadament quatre vegades inferior a les de Londres i Estocolm. En el cas de Milà, el disseny d'aquesta àrea es va determinar en funció del traçat urbà històric i no es van contemplar factors com la planificació del transport. Conseqüentment, és plausible considerar que aquesta discrepància tingui un impacte diferenciador, en els resultats de l'aplicació del peatge de congestió.

La taxa de congestió és aplicada entre les 7:30 a.m. i les 19:30 p.m, sense diferenciar entre les hores puntes i valls en el moment d'establir l'import de la taxa. La circumstància anterior es produeix, atès que, l'objectiu principal de la seva aplicació resideix en reduir la pol·lució i no funcionar com una taxa de congestió convencional.

“This choice is motivated by the high air pollution levels in Milan, much higher than, for instance, in London or in Stockholm [...]” (Rotaris et al., 2010)

Derivat dels elevats nivells de pol·lució a Milà, en comparació amb Londres i Estocolm, la taxa de congestió ha estat dissenyada i implementada amb l'objectiu de reduir la contaminació local de la ciutat.

En atenció a això, la reducció de la congestió i, per tant, de l'excés de temps en la realització del desplaçament, és un efecte indirecte arran la reducció de la pol·lució a la ciutat. Altrament, escau rellevant destacar que la millora de la qualitat de l'aire no és l'únic l'objectiu que persegueix l'*Ecopass Zone*.

²⁰ Rotaris, L., Danielis, R., Marcucci, E., & Massiani, J. (2010). The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost–benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A-policy and Practice*, 44(5), 359-375. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.008>



“It consisted in a package of policies including investments in public transportation, higher parking fees, and restrictions to enter into the city center.” (Bernardo et al., 2021b)

Inicialment, l'*Ecopass Zone* va ser dissenyat per a tenir una duració d'un any, encara que, finalment la mesura va concloure l'any 2011. Aquesta mesura era el resultat de la persecució d'un seguit d'objectius, en què es ressalten els següents: inversió en transport públic, major tarifació dels estacionaments i restriccions a l'accés del centre de la ciutat de Milà.

Altrament, cal destacar que l'import màxim que s'aplica als usuaris que circulin pel centre de la ciutat italiana consisteix en 10€. En aquest cas, no s'observa una elevada dissonància amb les 8 lliures aplicades a la ciutat britànica i, per tant, es pot observar una consistència en termes de l'import òptim de la taxa.

“In a public consultation on June 13 2011, the vast majority of voters (79%) approved the introduction of the Ecopass, which was reestablished on January 16, 2012 under the name of Area C.” (Percoco, 2017)

El 13 de juny de 2011 es va dur a terme a Milà una consulta popular, similar a la realitzada a la ciutat d'Estocolm. En el cas de la ciutat de Milà el 79% de la població va votar a favor de la implementació de l'*Ecopass Zone*. Per tal causa, el 16 de gener del 2012 es va reinstaurar la normativa sota el nom d'*Area C*.

A finals de l'any 2011 la taxa de congestió, tal com es coneixia fins a aquell moment, va patir una successió de canvis. L'*Area C* va ser instaurada amb un període de prova de 18 mesos, tot i això, l'any 2013 va ser implementada de manera permanent. Aquesta mesura va esdevenir el resultat de les modificacions de la normativa, caracteritzada per una combinació de l'aplicació d'un peatge de congestió i de la zona de baixes emissions, a la mateixa àrea.

L'*Area C* es caracteritzava pel pagament d'una taxa fixa, per part dels vehicles que superessin els límits de contaminació establerts en el seu disseny. El canvi en la normativa respon al petit impacte en termes de congestió que havia tingut l'*Ecopass Zone*.

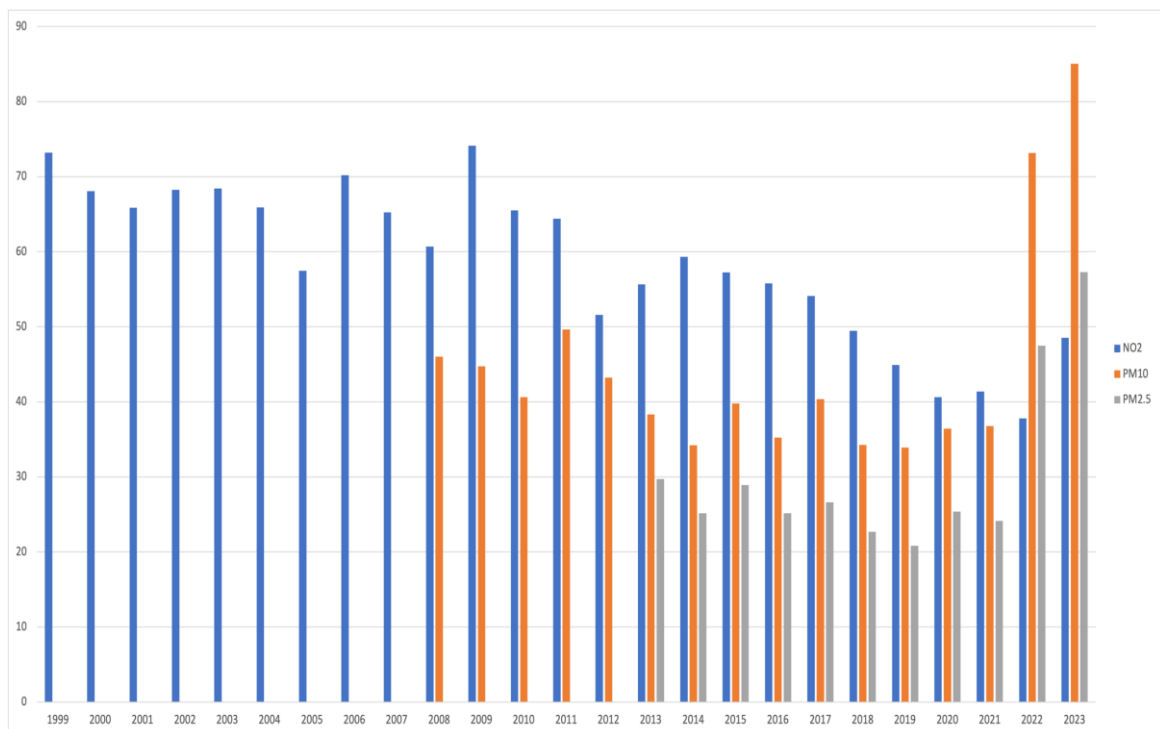
La mesura inicial promovia el canvi de la flota de vehicle per uns menys contaminadors. Així doncs, els individus afectats per l'Ecopass Zone esdevindran menors amb el pas del temps, fet que propiciarà un increment futur del nombre de vehicles que hi circulen pel centre de la ciutat.

“There is also a LEZ covering the whole of the Lombardi region and another covering the Greater Milan area.” (Holman et al., 2015)

Llombardia, regió en què Milà és la capital, té una zona de baixes emissions que afecta el conjunt del territori. Altrament, s'ha de destacar el cas de la ciutat de Milà que ostenta la seva pròpia zona de baixes emissions, independent del conjunt de la regió.

La zona de baixes emissions instaurada a la regió de Llombardia, es caracteritza per ser permanent, a discrepància de la seva capital. La normativa afecta principalment, derivat dels seus estàndards mediambientals, a les motocicletes, ciclomotors i als autobusos públics impulsat per dièsel.

GRÀFIC 5: EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A MILÀ



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de l'Agència Europea del Medi Ambient



El gràfic 5 il·lustra les dades relatives a les concentracions dels gasos contaminants mesurats a la ciutat de Milà, des de l'any 1999 fins a l'any 2023 (estació de Senato).

Milà és considerada una ciutat gran, atès que té 3.149 milions d'habitants l'any 2022²¹ incloent-li la seva àrea metropolitana. Un altre aspecte, relacionat amb la seva situació demogràfica, consisteix en el fet de posseir l'àrea metropolitana més gran del país²². Així doncs, aquest tret esdevindrà rellevant en el moment de dur a terme una comparativa amb la resta de ciutats contemplades a l'estudi.

En el cas particular de Milà, a causa de la no disponibilitat de dades amb una major antiguitat, es tractarà cada indicador de manera individual. Tot i no disposar de dades relatives a les concentracions no implica que aquestes no estiguin presents.

Els nivells establerts per la Comissió Europea a la Directriu 2008/50/EC estableix l'obligació, per part de les ciutats, de tenir unes concentracions de NO₂ inferiors a 40 µg/m³. El període anterior a la introducció del peatge de congestió (*Ecopass*) l'any 2008, no s'aprecia una tendència clara. Tot i això, l'any posterior a la instauració de l'*Ecopass* es van registrar les concentracions més elevades superant els 70 µg/m³.

La minoració de les concentracions no va començar a ser apreciable fins a l'any 2011, moment en què va entrar en vigor l'*Area C*, on el peatge de congestió es va complementar amb una zona de baixes emissions.

En termes generals es pot discernir una certa ciclicitat en l'evolució de les concentracions de NO₂ i, per tal causa, no s'observa una tendència força marcada que indiqui una reducció a mitjà o llarg termini de les seves emissions. En atenció a això, malgrat no assolir els límits decretats per la Comissió Europea, es pot asservir una reducció rellevant respecte als períodes inicials.

²¹ La dada fa al·lusió a la població de la ciutat de Milà l'any 2022, la informació es pot observar aquí: <https://www.macrotrends.net/cities/21571/milan/population>

²² Rotaris, L., Danielis, R., Marcucci, E., & Massiani, J. (2010). The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost–benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A-policy and Practice*, 44(5), 359-375. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.008>



Sí que es pot assenyalar una dissonància arran l'evolució del diòxid de nitrogen (NO_2) i de les partícules en suspensió. En el cas particular del PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$, es contempla un elevat increment l'any 2022, a diferència del NO_2 on no s'aprecia cap mena d'alteració destacable. Altrament, de manera anàloga al NO_2 , no es pot afirmar l'existència d'una tendència clara, ni en relació amb una possible reducció ni increment de les concentracions.

En al·lusió al PM_{10} es pot veure com, derivat de l'entrada en vigor de l'Àrea C l'any 2011, van minvar les concentracions de manera significativa. Baldament, aquest es considera un efecte aïllat, atès que en els períodes posteriors no s'il·lustra una tendència clara.

Les concentracions de $\text{PM}_{2.5}$ es van elevar de manera destacable un cop instaurada l'Àrea C. Analitzant el $\text{PM}_{2.5}$ de manera aïllada, es pot observar una dissonància respecte als dos indicadors restants. En aquest cas cap dels anys, pels quals es disposa de dades, s'ha assolit un nivell de concentracions òptim, segons els estàndards establerts per la Comissió Europea.

La Covid-19 va establir tot un precedent mundial, derivat de les grans restriccions a la mobilitat, esdevindria plausible considerar que davant una reducció de la mobilitat les concentracions es reduirien.

Tot i això, al gràfic 5 no s'evidencia un impacte significatiu de la Covid-19 en les concentracions registrades. L'argumentació anterior es considera vàlida tant pel diòxid de nitrogen (NO_2) com per les partícules en suspensió.

En termes generals, es pot determinar com les reduccions més destacables es localitzen l'any 2011 i 2013, coincidint amb la instauració de la nova normativa i l'actuació conjunta del peatge de congestió i la zona de baixes emissions, per primer cop i de manera permanent, respectivament.

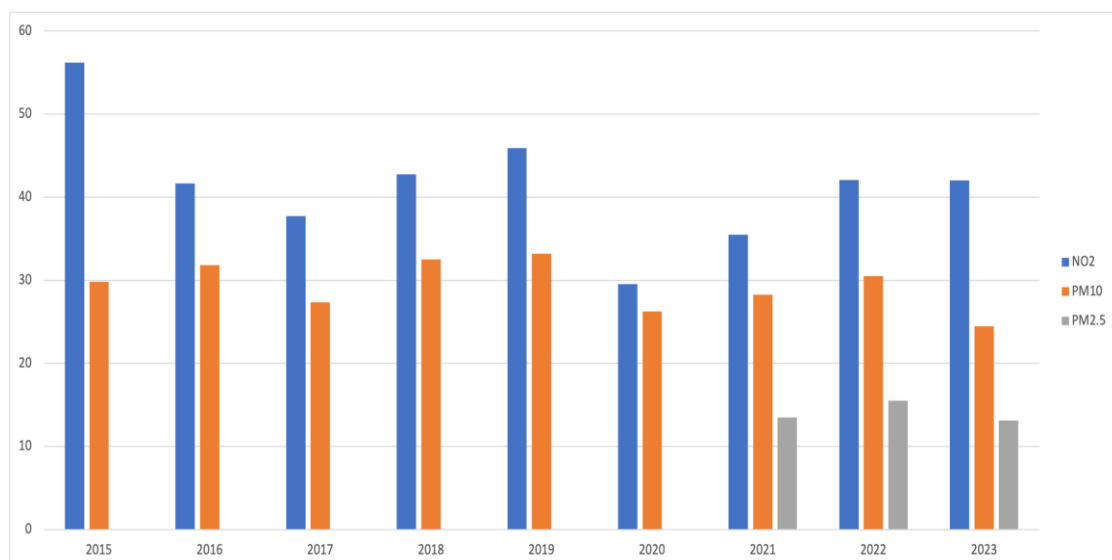
En última instància, cal destacar el cas de la ciutat italiana de Palerm. L'any 2016 la ciutat va implementar una taxa de congestió, el funcionament de la qual es considera similar a la de Milà. En atenció a això, la mesura era una combinació de zona de baixes emissions i de peatge de congestió.

Els vehicles que compleixen amb els estàndards contaminants, establerts en el disseny de la mesura, podien circular pel centre de Palerm. Tot i això, l'accés a la ciutat no és lliure, atès que, esdevé de pagament. Així doncs, s'estableix un pagament diari durant els dies laborables, és a dir, de dilluns a divendres.

Palerm atresorava d'uns nivells força elevats en relació amb la congestió i, en concret, aquesta se situava en un 41% l'any 2015 ²³. Altrament, cal destacar com la introducció de la taxa de congestió a la ciutat, es va dur a terme conjuntament amb la incorporació d'un nou sistema de tramvia.

Així doncs, per mitjà de la inversió realitzada pel govern, el transport públic va experimentar una millora significativa. La circumstància anterior va permetre millorar la qualitat d'aquest mitjà de transport i ser més competitiu, en comparació amb el vehicle privat.

GRÀFIC 6: EVOLUCIÓ DE LES EMISIONS A PALERM



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de l'Agència Europea del Medi Ambient

²³ Bernardo, V., Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2021b). Pollution and congestion in urban areas: The effects of low emission zones. *Economics of Transportation*, 26-27, 100221. <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2021.100221>



El gràfic 6 proporciona les dades relatives a les concentracions per la ciutat de Palerm (estació de Castelnuovo). En el cas de Palerm no es disposa d'un gran ventall de dades, en comparació amb la resta de ciutats estudiades fins a aquest moment.

Així mateix, escau rellevant assenyalar quina és la dimensió de la ciutat, amb l'objectiu de categoritzar-la en funció dels seus trets urbans. Aquesta informació esdevindrà indispensable en el moment de dur a terme la comparativa entre els diferents casos analitzats. Així doncs, Palerm va registrar un volum de 850.000 residents l'any 2022²⁴, per tant Palerm és una ciutat mitjana.

L'any 2015 es va implementar a Palerm un peatge de congestió, i aquesta mesura va anar acompanyada amb una millora remarcable del transport públic de la ciutat. Aquesta darrera mesura és considerada com una alternativa per a fer front, tant a la problemàtica de la congestió com de la pol·lució.

Per a aquest període de temps només es disposen de dades pel NO₂ i PM10, atès que, és a partir de l'any 2021 en què es tenen registres relatius del PM 2.5.

Les concentracions de NO₂ mostren una tendència decreixent, com a resultat de l'entrada en vigor del peatge de congestió a l'any 2015. Amb tot i això, aquest patró no va esdevenir persistent a la resta de períodes, atès que l'any 2018 va experimentar un nou creixement.

Altrament, aquesta pauta no s'aprecia en el cas del PM 10, atès que l'any 2016 les concentracions es van veure incrementades lleugerament. Tot i això, les seves concentracions no van superar durant la totalitat dels períodes analitzats els 40 µg/m³, límit establert per la Directriu 2008/50/EC de la Comissió Europea.

En el cas del PM 2.5, només es registren dades pels anys 2021 i 2022 i, per tant, no es pot determinar amb exactitud una tendència de la seva evolució. Tot i això, es pot assenyalar com les concentracions de PM 2.5 se situen en uns valors inferiors a aquells establerts per la Comissió Europea en ambdós anys.

²⁴ La dada fa al·lusió a la població de la ciutat de Palerm l'any 2022, la informació es pot observar aquí: <https://www.macrotrends.net/cities/21577/palermo/population>



En el cas particular de Palerm, tant el PM 10 com el NO₂ van veure minvades les seves concentracions a l'any 2020, derivat de la Covid-19, encara que cal assenyalar que l'impacte més notori resideix en el diòxid de nitrogen. La circumstància anterior es fonamenta per la reducció de l'origen de les concentracions d'aquest darrer gas contaminant. Un cop les restriccions van ser revocades, les concentracions es van veure incrementades gradualment.

En termes generals es pot argumentar com la implementació a Palerm, d'una mesura anàloga a l'establerta a Milà, caracteritzada per combinar un peatge de congestió i una zona de baixes emissions va impactar de manera més rellevant al diòxid de nitrogen.



4.5 COMPARATIVA ENTRE LES CIUTATS

En l'àmbit europeu, només cinc ciutats es van decantar per implementar un peatge de congestió (taxa de congestió). Per tal causa, aquesta mesura no es troba tan arrelada als governs europeus com sí que és el cas de la zona de baixes emissions. La circumstància anterior va motivar al fet que el focus d'aquest treball radiques en analitzar les cinc ciutats.

Respecte de la congestió, els resultats de la implementació dels PC i ZBE conjuntament en aquestes ciutats semblen no haver tingut massa efecte.

TAULA 3: NIVELLS DE CONGESTIÓ A LES CIUTATS ANALITZADES

Ciutat	Congestió 2020	Congestió 2021	Variació % (2021 respecte 2020)	Cogestió 2022	Variació % (2022 respecte 2021)
Londres	31%	33%	6%	43%	23%
Estocolm	23%	26%	13%	38%	32%
Göteborg	14%	15%	7%	28%	45%
Milà	23%	28%	22%	49%	42%
Palerm	29%	36%	24%	45%	19%

FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes del TomTom Traffic Index

La taula 3 mostra les dades relatives a la congestió de les cinc ciutats analitzades, proporcionades pel "TomTom Traffic Index" pels anys 2020, 2021 i 2022. Es pot observar com la congestió ha anat incrementant, un cop les mesures van ser instaurades. Malgrat no poder afirmar que l'efecte de les mesures hagi estat significatiu, el peatge de congestió va esdevenir un element clau. És plausible considerar que en un escenari on no s'hagués dut a terme cap mena d'actuació i, en especial implementat un PC, la problemàtica de la congestió seria més alarmant.



Respecte de la contaminació, l'objectiu es focalitza en l'elaboració d'una comparativa, en termes mediambientals, per tal de poder concloure els possibles factors que justifiquen els valors i variacions de les concentracions dels gasos i partícules en suspensió contemplats.

Tot i això, abans de poder extreure cap conclusió, escau pertinent dur a terme una primera aproximació en relació amb les característiques de les ciutats i, especialment, derivat de la seva demografia. Així doncs, el volum de població i la rellevància de la seva àrea metropolitana poden desenvolupar un rol determinant en els límits de contaminació de la ciutat.

De les cinc ciutats contemplades només dues es consideren ciutats mitjanes, Göteborg i Palerm i, per tant, la resta són categoritzades com a ciutats grans. Conseqüentment, les possibles dissonàncies que es puguin evidenciar entre tots dos grups poden radicar en aquest fet.

Amb la fita d'establir uns paràmetres homogeneïtzadors, en el moment de dur a terme les comparatives, esdevindrà escaient comparar les ciutats amb unes característiques similars. Això permetrà evitar que els possibles resultats es vegin afectats per altres factors secundaris.

Altrament, les dades que han estat proporcionades per l'Agència Europea del Medi Ambient pels diversos períodes analitzats no han estat equivalents per la totalitat de les ciutats. Es pot apreciar que manquen algunes dades, però l'absència d'aquestes no implica que el nivell de concentracions sigui zero.

En termes generals, exceptuant alguns períodes de temps, les concentracions més elevades dels tres indicadors contemplats han estat les de Londres i Milà. Ambdues ciutats són considerades, conjuntament amb Estocolm, com a ciutats grans. Altrament, la discrepància radica en la seva àrea metropolitana i, per tant, en la seva rellevància en comparació amb la resta de ciutats.



En el cas de Milà, la seva àrea metropolitana es considera una de les més importants d'Itàlia²⁵. Conjuntament amb la ciutat italiana, Londres atresora d'una àrea metropolitana superior als 9 milions d'habitants i, per tal causa, aquest tret demogràfic condicionarà en gran manera els registres de pol·lució d'ambdues ciutats.

El rol de la població i, en especial de l'àrea metropolitana, contribuiran a registrar un major nombre de desplaçaments diaris. Per altra banda, els canvis de tendència registrats en les preferències dels consumidors en el moment d'adquirir un nou vehicle, permeten una renovació gradual de la flota de vehicles per altres menys contaminants.

Així doncs, no es pot argumentar que un major nombre de desplaçaments i, per tant, congestió incrementin els nivells de pol·lució. El cas que evidencia de manera empírica el fet anterior, és la reducció en les concentracions dels tres indicadors arran la introducció de la zona de baixes emissions a Londres l'any 2008.

Les zones de baixes emissions propicien la renovació de la flota de vehicles per altres menys contaminants. Així doncs, els potencials usuaris no veurien afectada la seva mobilitat i podrien circular lliurement per la ciutat.

Amb tot i això, el diferencial en termes demogràfics esdevé força rellevant i, per tant, les diferències entre Londres i Milà respecte a la resta de les ciutats són significatives en la majoria dels períodes. Altrament, cal assenyalar un seguit de dissonàncies entre el diòxid de nitrogen i les partícules en suspensió.

En el cas de les partícules en suspensió es pot apreciar com el diferencial es redueix, especialment en el cas de Londres, on els nivells registrats amb anterioritat a la introducció de les zones de baixes emissions eren elevats.

L'establiment de la taxa de congestió no va permetre reduir les discrepàncies entre les ciutats i, per tant, no va ser fins a la implementació de les zones de baixes emissions que es va poder observar una equiparació de les concentracions registrades.

²⁵ Rotaris, L., Danielis, R., Marcucci, E., & Massiani, J. (2010). The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost-benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A-policy and Practice*, 44(5), 359-375. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.008>



Un primer patró que es pot discernir en el cas de Londres i, de manera anàloga a Milà, és la reducció de la pol·lució arran la introducció de la zona de baixes emissions. En aquests casos els gràfics il·lustren un decrement força regular de les concentracions. Tot i això, cal assenyalar un repunt de les partícules en suspensió en el cas de Milà, atès que, aquestes han experimentat un increment força significat a partir de l'any 2021.

Prosseguint amb l'anàlisi de les ciutats considerades grans, podria esdevenir plausible considerar que Estocolm atresoraria d'unes concentracions similars a les registrades a Londres i Milà. Altrament, la capital sueca cospa d'uns valors força similars a Göteborg, considerada una ciutat mitjana.

L'actuació emprada pel govern d'Estocolm difereix a l'efectuada a Londres i Milà. En el cas d'Estocolm es va optar per instaurar, en primer lloc, la zona de baixes emissions i, després, una taxa de congestió. Altrament, cal destacar com Suècia va esdevenir el primer país que va optar per implementar una zona de baixes emissions l'any 1992 i, en el cas particular d'Estocolm, l'any 1996.

L'acció primerenca del govern d'Estocolm esdevé la raó per la qual les concentracions registrades se situen en uns valors força reduïts en comparació amb Londres i Milà. En aquest cas, es corrobora l'efectivitat de les zones de baixes emissions en relació amb la millora de la qualitat de l'aire. Tot i això, cal destacar com el govern ha anat modificant la normativa i establint uns estàndards més restrictius, atès que la seva efectivitat està compromesa a mitjà termini.

El cas de Palerm, malgrat no disposar de dades per a períodes més anteriors, es podria considerar el contrari a Estocolm. La ciutat italiana és considerada una ciutat mitjana, tot i això, les concentracions registrades de diòxid de nitrogen (NO_2) esdevenen dues vegades majors que les d'Estocolm l'any 2021 i 2022.

En al·lusió als registres de NO_2 cal assenyalar com en l'any 2022 les concentracions assolides per Palerm van ser superiors a les de Milà. El gran diferencial en relació amb la població no va suposar cap impediment i, per tal causa, és plausible considerar l'existència d'un seguit de factors que contribueixen a incrementar els valors de contaminació de la ciutat.



Com s'ha esmentat amb anterioritat, no es pot afirmar que la contaminació i la congestió estiguin correlacionades de manera positiva. Tot i això, en el cas de les concentracions de NO₂, aquestes són originades arran la circulació dels vehicles i, per tant, les similituds en els seus valors amb ciutats com Milà propicien que s'hagi d'estudiar aquest cas.

L'any 2015, Palerm tenia uns nivells força elevats en relació amb la congestió i, en concret, aquesta se situava en un 41%²⁶. La congestió en 2022 es va veure amplificada fins a arribar a un valor del 45%²⁷, pròxim al registrat per Milà amb un 49%²⁸. La gran semblança en relació amb la congestió per l'any 2022 pot esdevenir el factor explicatiu de les elevades concentracions de diòxid de nitrogen a Palerm.

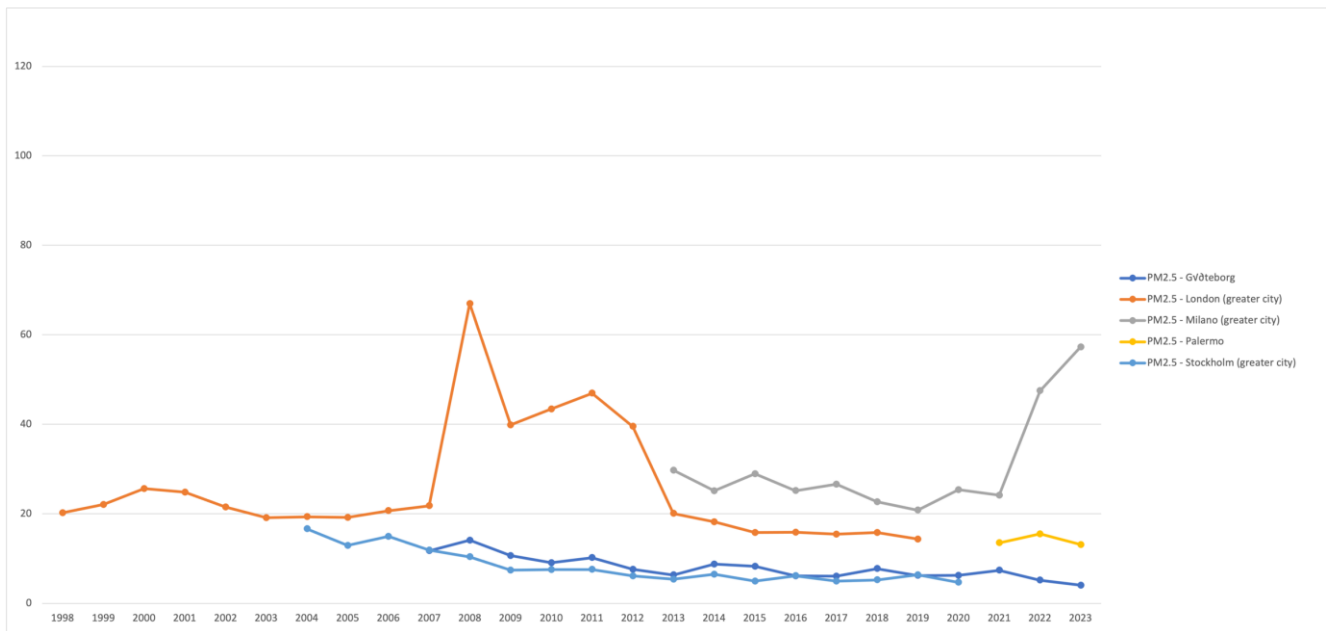
En conseqüència, els condicionants demogràfics en casos com Londres fonamenten els elevats diferencials en termes de pol·lució. Altrament, aquest fet no és una màxima i, per tant, no es compleix en tots els casos. Les aplicacions de mesures, com és el cas de les zones de baixes emissions a Estocolm, o els nivells de congestió a Palerm, han evidenciat com aquests impacten sobre manera als patrons de la pol·lució.

²⁶ Bernardo, V., Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2021b). Pollution and congestion in urban areas: The effects of low emission zones. *Economics of Transportation*, 26-27, 100221. <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2021.100221>

²⁷ La dada fa al·lusió a la congestió registrada a la ciutat de Palerm l'any 2022, la informació en pot observar aquí: <https://www.tomtom.com/traffic-index/palermo-traffic/>

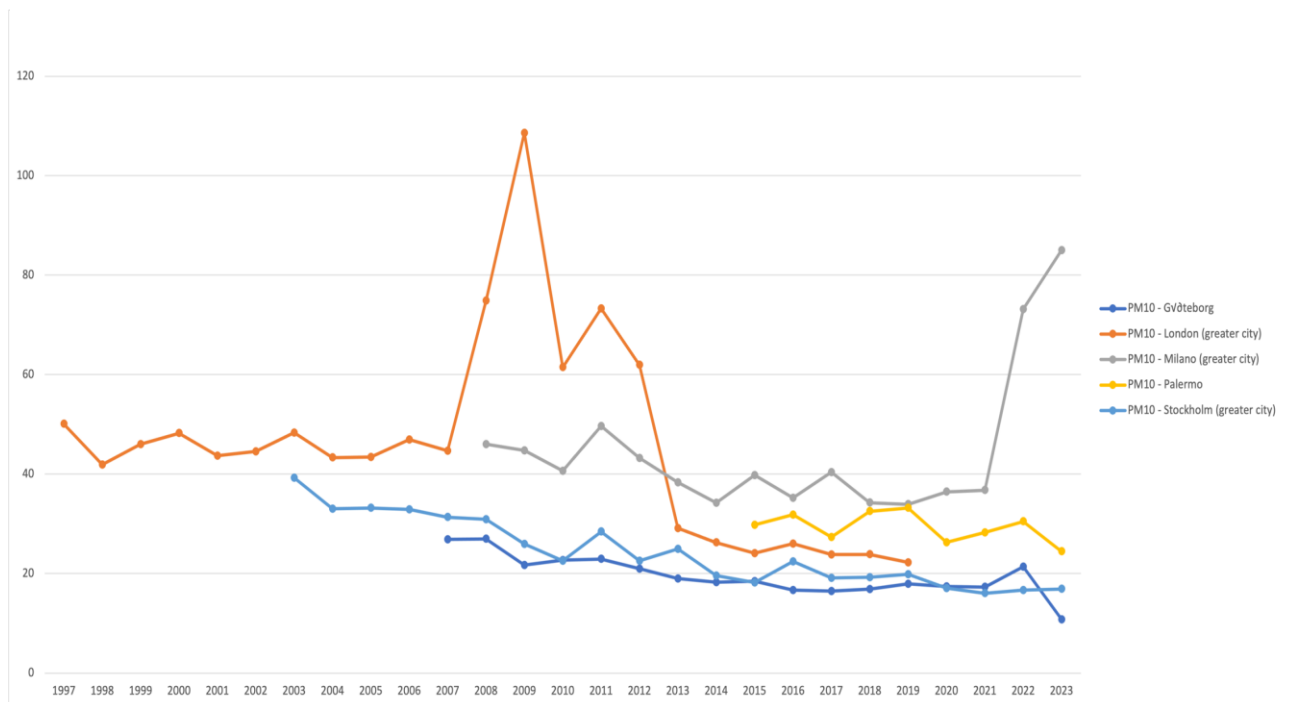
²⁸ La dada fa al·lusió a la congestió registrada a la ciutat de Milà l'any 2022, la informació en pot observar aquí: <https://www.tomtom.com/traffic-index/milan-traffic/>

GRÀFIC 7: EVOLUCIÓ PM 2.5



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de l'Agència Europea del Medi Ambient

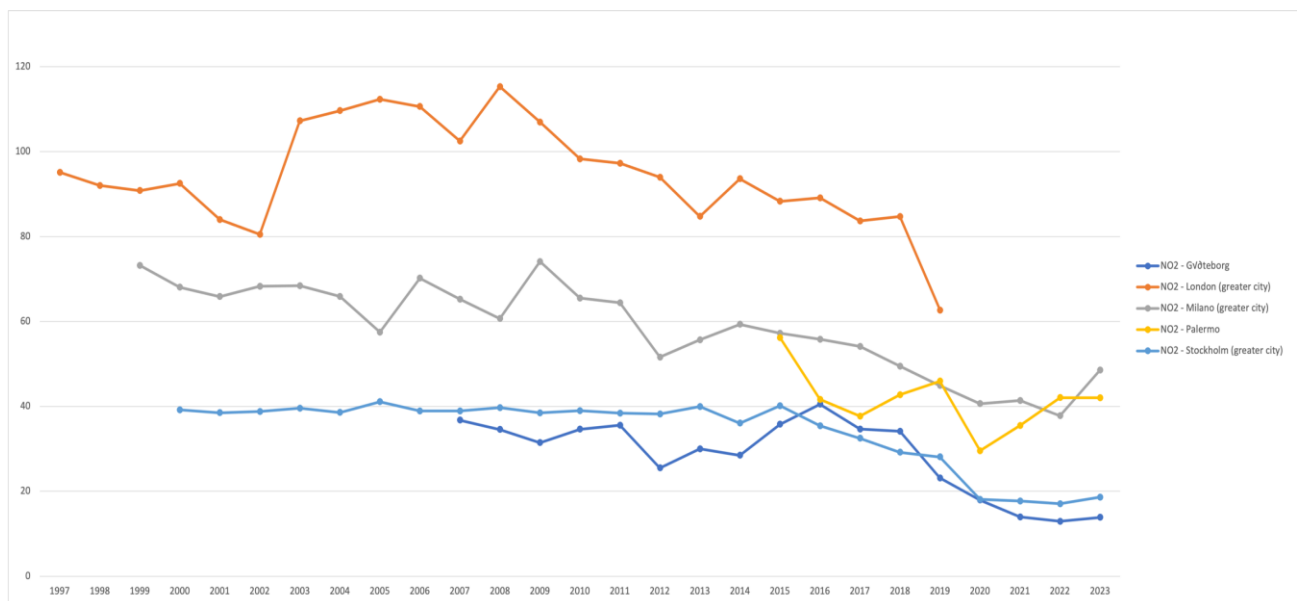
GRÀFIC 8: EVOLUCIÓ PM 10



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de l'Agència Europea del Medi Ambient



GRÀFIC 10: EVOLUCIÓ NO₂



FONT: Elaboració pròpia amb dades estretes de l'Agència Europea del Medi Ambient



5. CONCLUSIONS

Aquest treball ha evidenciat com les diverses línies d'actuació dels governs tenen un impacte directe en els registres de la pol·lució. Tal com s'ha demostrat, no es pot afirmar que hi hagi una correlació entre la congestió i la contaminació. Tot i això, l'impacte de la congestió en la contaminació, propicia que les característiques demogràfiques no esdevinguin de màxima rellevància en l'explicació dels nivells contaminants.

Les característiques demogràfiques, malgrat la circumstància anterior, poden esdevenir un factor clau en els registres de la pol·lució. Una àrea metropolitana extensa, amb un gran volum de població, fomenta el nombre de desplaçaments i les activitats que es duen a terme. S'emeten un gran nombre de gasos contaminants amb orígens molt diversos i, per tant, no tots ells s'originen arran la circulació de vehicles. Un nombre elevat de residents fomenta les activitats humanes, com és el cas de la construcció i indústria, font de l'origen d'alguns gasos.

L'anàlisi pràctic ha corroborat com les zones de baixes emissions permeten reduir les concentracions dels indicadors que es van contemplar. Els anys posteriors a la introducció de les zones de baixes emissions, les ciutats analitzades van experimentar una reducció de la contaminació.

En el cas particular dels peatges de congestió, l'impacte mediambiental degut exclusivament a ells no va esdevenir tan significatiu. La circumstància anterior és argumentada per la teoria, atès que l'objectiu principal que persegueixen les zones de baixes emissions consisteix en la reducció de la contaminació.

Contràriament a les ZBE, els peatges de congestió tenen com a finalitat reduir la congestió i, per tant, l'excés en termes de temps en la realització dels desplaçaments. El possible impacte positiu en la contaminació esdevindria una conseqüència i no pas un objectiu. Conseqüentment, la instauració d'aquesta mesura no permetrà que els valors de la contaminació minvin amb la mateixa intensitat que introduint una ZBE, sobretot si aquestes variables perden grau de correlació.



La Llei Europea del Clima aprovada al juny de l'any 2021 ha estat la gran aposta de la Unió Europea amb l'objectiu d'assolir la neutralitat climàtica. Aquesta normativa va fomentar la instauració de zones de baixes emissions a la gran majoria de països europeus. Els resultats obtinguts en aquest estudi esdevindran rellevants amb l'objectiu de determinar si les directrius europees estan ben orientades.

Les zones de baixes emissions han permès reduir la pol·lució en els casos contemplats, en diferents intensitats. Tot i això, s'ha demostrat com aquest impacte només és visible a mitjà termini. L'assoliment de la neutralitat climàtica pot veure's compromesa derivada de la ineficiència a mitjà termini de les ZBE. Altrament, també s'han observat casos en què les concentracions contaminants, un cop transcorregut un període de temps, se situen en valors similars als inicials.

Consegüentment, els resultats assolits en l'estudi presenten unes conclusions que poden ser rellevants en l'àmbit de l'Economia del Transport. L'anàlisi pràctic ha corroborat el vessant més teòric del treball i, dels estudis realitzats per un gran nombre d'autors. Així doncs, les actuacions i mesures adoptades en l'àmbit europeu són qüestionades i, per tant, posa en relleu la necessitat de dur a terme una revisió del seu full de ruta.

Una de les limitacions que s'ha presentat en el moment d'elaborar el treball ha estat la manca de dades per algunes ciutats i períodes de temps. En el cas de Palerm, de manera exclusiva es disposen de registres recents i, no anteriors a l'entrada en vigor de les mesures. Aquest fet dificulta poder determinar l'impacte i efectes dels instruments.

En el cas particular d'Estocolm, no s'atresoren de dades anteriors a la implementació de la zona de baixes emissions. Per tal causa, no s'ha pogut fonamentar amb rigor, quin ha estat la causa per la qual els nivells de contaminació de la ciutat presenten unes grans diferències, en comparació amb Londres o Milà. Així doncs, per futures investigacions, un major volum de dades permetrà donar resposta a aquestes qüestions.

Com a conclusió, les zones de baixes emissions no semblen ser la mesura més eficient per a poder fer front l'emergència climàtica i, per tant, escau necessari revisar les normatives vigents per a evitar un empitjorament de la situació. Cada ciutat té les seves característiques i, doncs, no totes les mesures tenen el mateix impacte.



6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Air pollution data portal. (s. f.).* <https://www.who.int/data/gho/data/themes/air-pollution?lang=en>
- Bel i Queralt, G. (1995). La congestión y sus costes: una modelización aplicable al tráfico viario interurbano. Cuadernos de economía: Spanish Journal of Economics and Finance, 23(66), 173-195.*
https://repositorio.uam.es/bitstream/10486/5124/1/32698_2.pdf
- Bernardo, V., Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2021a). Políticas para reducir contaminación y congestión en áreas urbanas: ¿peajes urbanos o zonas de bajas emisiones? EsadeEcPol-Center for Economic Policy.*
<https://www.esade.edu/ecpol/es/publicaciones/politicas-reducir-contaminacion-congestion/>
- Bernardo, V., Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2021b). Pollution and congestion in urban areas: The effects of low emission zones. Economics of Transportation, 26-27, 100221.* <https://doi.org/10.1016/j.ecotra.2021.100221>
- Classification of monitoring stations and criteria to include them in EEA's assessments products. (s. f.). European Environment Agency.*
<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-concentrations/classification-of-monitoring-stations-and>
- Durakovic, E., & Eiderström Swahn, L. (2014). Cost-benefit analysis of the congestion charge in Gothenburg [Bachelor thesis]. University of Gothenburg.*
- Duranton, G., & Turner, M. C. (2011). The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities. The American Economic Review, 101(6), 2616-2652.*
<https://doi.org/10.1257/aer.101.6.2616>



- Eliasson, J. (2012, 27 novembre). *Jonas Eliasson: Cómo resolver los atascos de tráfico*. TED Talks.
https://www.ted.com/talks/jonas_eliasson_how_to_solve_traffic_jams/transcript?language=es
- Eliasson, J. (2014). *The Stockholm congestion charges: an overview*. RePEc: Research Papers in Economics.
<https://www.transportportal.se/swopec/CTS2014-7.pdf>
- EU air quality standards. (s. f.). *Environment*.
https://environment.ec.europa.eu/topics/air/air-quality/eu-air-quality-standards_en
- Fageda, X., & Flores-Fillol, R. (2018). *Atascos y contaminación en grandes ciudades: Análisis y soluciones*. Policy Papers. <https://ideas.repec.org/p/fda/fdapop/2018-04.html>
- Fernández, Y. L., & Blanco, B. O. (2002). *Transporte, externalidades y coste social*. Cuadernos de economía: Spanish Journal of Economics and Finance, 25(69), 45-67. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1992959>
- Goteborg, Sweden Metro Area Population 1950-2023. (s. f.). *MacroTrends*.
<https://www.macrotrends.net/cities/22590/goteborg/population>
- H. Amundsen, A., & Sundvor, I. (2018). *Low Emission Zones in Europe. Requirement, enforcement and air quality*. Institute of Transport Economics Norwegian Center for Transport Research. <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=49204>
- Holman, C., Harrison, R. M., & Querol, X. (2015). *Review of the efficacy of low emission zones to improve urban air quality in European cities*. Atmospheric Environment, 111, 161-169. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.04.009>



La Unión Europea en la lucha contra el cambio climático. (s. f.).

<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/la-union-europea/>

Leape, J. (2006). *The London Congestion Charge. Journal of Economic Perspectives*, 20(4), 157-176. <https://doi.org/10.1257/jep.20.4.157>

London, UK Metro Area Population 1950-2023. (s. f.). MacroTrends.

<https://www.macrotrends.net/cities/22860/london/population>

Mayor of London. (2021, septiembre). *LONDON LOW EMISSION ZONE – SIX MONTH REPORT [Comunicat de premsa].*

https://www.london.gov.uk/sites/default/files/lez_six_month_on_report-final.pdf

Mayor of London. (2022, julio). *EXPANDED ULTRA LOW EMISSION ZONE – SIX MONTH REPORT INCLUDING LOW EMISSION ZONE – ONE YEAR REPORT [Comunicat de premsa].*

https://www.london.gov.uk/sites/default/files/expanded_ultra_low_emission_zone_six_month_report.pdf

Milan, Italy Metro Area Population 1950-2023. (s. f.). MacroTrends.

<https://www.macrotrends.net/cities/21571/milan/population>

Ministerio para la Transición Ecológica i el Reto Demográfico. (2022, 27 diciembre). *El*

Gobierno aprueba el real decreto que regula las Zonas de Bajas Emisiones

[Comunicat de premsa]. [https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-](https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-aprueba-el-real-decreto-que-regula-las-zonas-de-bajas-emisiones/tcm:30-549927)

[noticias/el-gobierno-aprueba-el-real-decreto-que-regula-las-zonas-de-bajas-emisiones/tcm:30-549927](https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-aprueba-el-real-decreto-que-regula-las-zonas-de-bajas-emisiones/tcm:30-549927)

Ouali, L. A. B., Musuuga, D., & Graham, D. J. (2021). *Quantifying responses to changes in the jurisdiction of a congestion charge: A study of the London western extension. PLOS ONE*, 16(7), e0253881.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253881>



- Óxidos de Nitrógeno. (s. f.). <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.aspx>
- Palermo, Italy Metro Area Population 1950-2023. (s. f.). MacroTrends. <https://www.macrotrends.net/cities/21577/palermo/population>
- Parlament Europeu. (2021, 30 junio). REGLAMENTO (UE) 2021/1119 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de junio de 2021 [Comunicat de premsa]. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119>
- Partículas. (s. f.). <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/particulas.aspx>
- Percoco, M. (2017). Cost distribution and the acceptability of road pricing: evidence from Milan's referendum. *Journal of Transport Economics Policy*. <https://www.siecon.org/sites/siecon.org/files/oldfiles/uploads/2014/10/Percoco-122.pdf>
- Programa MOVES III. (s. f.). <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-movilidad-y-vehiculos/programa-moves-iii>
- Rotaris, L., Danielis, R., Marcucci, E., & Massiani, J. (2010). The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost-benefit analysis assessment. *Transportation Research Part A-policy and Practice*, 44(5), 359-375. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.03.008>
- Stockholm – the capital of Sweden. (s. f.). Stockholm – the capital of Sweden. <https://swedish-presidency.consilium.europa.eu/en/presidency/stockholm/>



The Ultra Low Emission Zone (ULEZ) for London. (s. f.). London City Hall.

<https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/environment-and-climate-change/pollution-and-air-quality/ultra-low-emission-zone-ulez-london>

TomTom. (s. f.-a). Traffic Index 2020. TomTom. <https://nonews.co/wp-content/uploads/2021/01/TomTom2020.pdf>

TomTom. (s. f.-b). Traffic Index 2021. TomTom. <https://nonews.co/wp-content/uploads/2022/02/TomTom2021.pdf>

TomTom Traffic Index. (s. f.). <https://www.tomtom.com/traffic-index/>

Transporte. (s. f.). European Environment Agency.

<https://www.eea.europa.eu/es/themes/transport/intro>