

Anàlisi de les principals zones industrials a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i les seves repercussions mediambientals

Gerard Casulleras Rius

Resum — Les zones industrials de la Zona Franca i de la CIM Vallès, són dues de les més importants de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. En aquest document, es fa un estudi sobre la concentració de partícules contaminants PM10 en aquests polígons industrials per poder determinar quin és el grau de pol·lució que hi ha en aquests. També es fa una comparació entre els dos casos d'estudi per a determinar quin dels dos aporta un grau de contaminació més elevat en el seu entorn més directe i quins en són els possibles motius.

Paraules clau — Contaminació atmosfèrica, Polígons Industrials, Àrea Metropolitana de Barcelona, Interpolació, PM10, Pol·lució, Zona Franca, CIM Vallès.

Abstract— The industrial zones of the Zona Franca and the CIM Vallès are two of the most important in the Barcelona Metropolitan Area, in this document, a study is made on the concentration of PM10 pollutant particles in these industrial estates in order to determine which is the degree of pollution in these. A comparison is also made between the two case studies to determine which of the two provides the highest degree of pollution in their most direct environment and what the possible reasons are.

Index Terms— Air pollution, Industrial estates, Barcelona Metropolitan Area, Interpolation, PM10, Pollution, Zona Franca, CIM Vallès.



1 INTRODUCCIÓ

Aquest article, analitza les principals zones industrials que hi ha a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i el seu grau de contaminació atmosfèrica. Aquestes són la Zona Franca, situada al municipi de Barcelona i la CIM Vallès, situada al municipi de Santa Perpètua de Mogoda. En aquest document, s'utilitzen mètodes com la interpolació per obtenir els resultats, les dades dels quals, s'han obtingut a partir de fonts secundàries. El principal objectiu d'aquest treball, és poder veure quina influència real en termes de contaminació atmosfèrica tenen els polígons industrials estudiats en les zones que l'envolten. Aquest treball està motivat per la falta d'articles sobre aquest tema tant en la zona de l'Àrea Metropolitana de Barcelona com de en la resta de Catalunya. En l'actualitat la pol·lució a les ciutats és un tema molt important, sobretot a les grans metròpolis, ja que té un efecte directe en la salut dels habitants d'aquestes. Per tant, controlar els nivells de contaminació per a poder reduir-los, és una tasca que serà de gran utilitat en el present i el futur de les nostres ciutats.

- E-mail de contacte: gerardcasurius@gmail.com
- Treball tutoritzat per: Rafael Vicente Salar (departament de geografia)
- Curs 2020/21

2 OBJECTIU, PREGUNTES DE RECERCA I HIPÒTESIS

L'objectiu d'aquest article és analitzar el grau de contaminació atmosfèrica en les principals zones industrials de l'Àrea Metropolitana de Barcelona i, més concretament, de la Zona Franca, (Barcelona) i del CIM Vallès (Santa Perpètua de Mogoda).

Per assolir l'objectiu principal, s'ha formulat una sèrie de preguntes de recerca:

- Pregunta recerca 1: Hi ha una relació entre la localització de polígons industrials i pol·lució atmosfèrica? En quin grau?
- Pregunta recerca 2: Hi ha diferències en relació a la pol·lució atmosfèrica entre la Zona Franca i el CIM Vallès?

Per respondre a aquestes preguntes de recerca s'han elaborat una sèrie de hipòtesis:

- Hipòtesi 1 (pregunta de recerca 1): En dues de les zones industrials més importants de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, tant la Zona Franca com la CIM del Vallès, es pot observar que el grau de

contaminació atmosfèrica és més elevat que en altres zones de l'Àrea Metropolitana de Barcelona on no hi ha grans centres industrials.

- Hipòtesi 2 (Pregunta de recerca 2): Si es comparen les dades de contaminació atmosfèrica de les dues zones industrials més importants de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, es pot observar que el polígon industrial de la Zona Franca, té un grau de contaminació atmosfèrica més elevat que la zona industrial de la CIM Vallès.

3 ESTAT DE LA QÜESTIÓ

3.1 Situació històrica de la indústria a les ciutats

La indústria, des dels seus inicis en el segle XIX, ha estat molt dependent de les grans ciutats o de zones fortament urbanitzades, ja que aquestes, eren i són a on es localitza la principal mà d'obra.. En la primera revolució industrial, les indústries, les zones urbanes i les residències es barrejaven en l'espai urbà de les ciutats, ja que era l'espai òptim on es localitzaven, a prop de les fàbriques, els treballadors i les infraestructures de transport. El transport públic era escàs per no dir inexistent i això provocava que els treballadors no es poguessin desplaçar gaire per anar als seus llocs de treball fent que les zones residencials i les indústries estiguessin molt a prop geogràficament. De fet, avui en dia encara ens podem trobar petites indústries escampades per la ciutat a mode de tallers, o d'altres espais culturals o d'oficines, enmig de zones residencials que han pogut sobreviure a la deslocalització cap a la perifèria que va patir la indústria a partir del segle XX (Tatjer, 2006). Un exemple el podem trobar a Terrassa, on molt a prop del centre de la ciutat, hi podem trobar el MNACTEC (Museu Nacional de la Ciència i de la Tècnica de Catalunya), que està situat en una antiga fàbrica tèxtil reconvertida en un museu.

A partir del segle XX, la indústria va començar a patir una deslocalització cap a la perifèria de les ciutats, a causa de la millora en el transport i la necessitat de separar l'espai industrial i residencial. Allunyar les fàbriques dels centres de les ciutats, va fer que la principal font de contaminació es separés de les zones residencials millorant substancialment la vida dels residents. Aquesta migració de les indústries cap a la perifèria de les ciutats, va fer que els centres de les ciutats poc a poc s'anés especialitzant en el sector terciari i de serveis. Les ciutats van estendre els seus límits convertint-se en alguns casos en regions metropolitanes, com per exemple va passar amb la Regió Metropolitana de Barcelona. A Barcelona es van crear dos grans nuclis industrials, un a prop del port, al iniciar-se la industrialització del projecte del Port Franc, i un altre a prop del riu Besòs, pròxim al nucli fabril de la Sagrera i Sant Andreu (Marmolejo. i Roca, 2008).

En els últims anys, però, comencen a aparèixer projectes urbans per a tornar la indústria a la ciutat. Aquesta nova indústria està caracteritzada per un ús intensiu de la tecnologia i la innovació sent un exemple clar el districte 22@ a Barcelona, un espai que concentra un gran nombre d'empreses en el barri del Poblenou de Barcelona. Aquest espai té per objectiu transformar i incentivar la reestructuració urbana i econòmica amb una clara orientació d'atreure una nova economia intensiva en coneixement (Dot Jugla et al.,2010). És cert però, que les grans indústries més contaminants, encara es concentren en polígons allunyats del centre de les ciutats. Això pot portar a pensar que aquests espais siguin grans focus de soroll i pol·lució, els dos grans motius per els quals es va traslladar la indústria dels centres de les ciutats a les afores.

3.2 Externalitats negatives dels polígons industrials

Per altra banda, la indústria, té associades una sèrie d'externalitats negatives que tenen efecte en la societat i al medi ambient. Les externalitats són aquells efectes secundaris que causa l'activitat d'una persona o empresa, la qual no es fa càrrec de totes les conseqüències que té aquesta activitat en la societat o l'entorn (Vázquez, 2014). Aquestes externalitats poden ser positives o negatives. Les externalitats positives són tots aquells efectes positius que les activitats dels membres de la societat generin, sense estar implícits en els costos o beneficis d'aquestes activitats. La definició d'externalitat positiva no es limita a cap camp o ciència en concret, sinó que recull tots aquells petits i grans efectes positius que les accions de qualsevol persona o empresa pugui tenir en la nostra societat. Parlem de conseqüències positives que no estan incloses en el cost de producció ni en els preus de compra, però que poden tenir un resultat molt beneficiós per a la societat en el seu conjunt. es externalitats negatives són aquelles conseqüències de realitzar qualsevol activitat que causen dany a la societat, sense estar implícites en els costos de la mateixa. Malgrat que estem tractant els conceptes en el camp econòmic, aquests es poden extrapolar a qualsevol àmbit de la vida quotidiana. El principal exemple d'externalitat negativa el trobem en la contaminació que generen les grans empreses a l'entorn, sobretot les indústries (Vázquez, 2014). El soroll o la contaminació acústica és un problema important en segons quin tipus d'indústria, sobretot en aquelles que estan situades relativament a prop de zones residencials. Una altra externalitat negativa que pot tenir la indústria, és la pol·lució o contaminació atmosfèrica.

L'àmbit de la indústria a les ciutats o a les àrees metropolitanes i la seva relació amb la contaminació d'aquestes, és un tema àmpliament estudiat. Un dels casos més notoris és la Xina. Diversos autors han analitzat la pol·lució en ciutats industrials tradicionals en el nord-est del país, alguns d'ells, enfocant-se en els hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP) que són els contaminants ambientals

omnipresents generats principalment durant la combustió incompleta de materials orgànics (per exemple, carbó, petroli, benzina i fusta) (Song et al., 2015). Altres autors han analitzat la pol·lució de les ciutats industrialitzades de la Xina centrant-se en les indústries productores d'electricitat, especialment en aquelles que utilitzen el carbó com a font productora. Aquestes centrals tèrmiques, han estat i segueixen sent una de les grans productores d'electricitat del país asiàtic, el que comporta un greu impacte en la contaminació atmosfèrica global (Jiang et al., 2020). A més de la Xina, també hi ha autors que relacionen ciutats i la contaminació atmosfèrica de les indústries en altres llocs del món, com és el cas del Regne Unit (Cole et al. 2005), on es va fer un estudi sobre la indústria manufacturera i els seus impactes mediambientals.

Aquests articles utilitzen dades sobre contaminació i amb aquestes realitzen mapes i gràfics per tal de que es puguin interpretar d'una forma molt més clara i visual. Les dades sobre contaminació solen ser representades amb indicadors. Els més freqüents i utilitzats per mesurar-la són les partícules en suspensió PM10 y PM2.5, l'Ozó (O3), el Diòxid de sofre (SO2), el Diòxid de nitrogen (NO2) i el Diòxid de carboni (CO2), entre d'altres. La Organització Mundial de la Salut (OMS), però, des de fa uns anys, recomana la utilització d'indicadors de PM2.5 (enlloc dels basats en PM10) (OMS, 2018). El motiu principal és que les PM2.5 es consideren un millor indicador de la contaminació urbana perquè: 1) el seu origen és, fonamentalment, antropogènic; 2) els seus efectes sobre la nostra salut són molt greus per la seva composició rica en elements molt tòxics (com metalls pesants i compostos orgànics); i 3) per la seva gran capacitat de penetració en les vies respiratòries (són 100% respirables i viatgen profundament en els pulmons, dipositant-se en els alvèols pulmonars i fins i tot pot arribar a el torrent sanguini).

Tot i això, no hi ha gaires estudis que facin aquest tipus de investigació sobre la contaminació atmosfèrica en les zones industrials de Barcelona o de la seva àrea metropolitana. Hi ha algunes excepcions, com per exemple articles que fan estudi sobre els boscos urbans de la ciutat de Barcelona i de la seva contribució en la millora de la qualitat de l'aire (Baró et al., 2014). Tot i això, no dona informació de quin impacte hi té la indústria en aquesta contaminació. Les dades sobre contaminació en alguns dels articles sobre contaminació de l'aire a Barcelona, són estimacions que es realitzen mitjançant un model de regressió d'ús del sòl (LUR). Aquest model es va desenvolupar dins de l'Estudi Europeu de Cohorts per al projecte Efectes de la contaminació atmosfèrica (ESCAPE) que va mesurar diversos contaminants d'interès en 36 àrees d'estudi europees. La campanya de seguiment a Barcelona es va desenvolupar entre gener del 2009 i gener del 2010 durant 3 períodes estacionals de dues setmanes, en temporades fredes, càlides i intermèdies per a cadascun dels 40 llocs de control de NOx i 20 de PM. Tot i que aquest tipus de models estadístics solen ser d'una gran exactitud, no deixen de ser dades de fa més de deu anys. És per això que en aquest article, es vol utilitzar dades d'accés obert pro-

porcionades per les administracions públiques o per organismes reconeguts amb l'objectiu de fer un anàlisi de la situació actual sobre la contaminació atmosfèrica en les principals zones industrials de l'àmbit metropolità de la ciutat de Barcelona.

3.3 Directives i polítiques sobre la pol·lució i les indústries

Per a poder controlar aquestes externalitats negatives, els estats europeus han d'aplicar una sèrie de polítiques europees com la Directiva sobre les Emissions Industrials (DEI), que defineix les obligacions d'un 50.000 instal·lacions industrials amb l'objectiu d'evitar o minimitzar les emissions contaminants a l'atmosfera, l'aigua i el sòl (AEMA, 2019). La DEI també exigeix que aquestes instal·lacions redueixin la generació de residus. En el cas de determinades activitats, per exemple les associades a les grans instal·lacions de combustió, les instal·lacions d'incineració de residus i les activitats que comportin l'ús de dissolvents o la producció de diòxid de titani, la DEI estableix uns valors límits d'emissió de emissió aplicables a tota la UE en relació amb determinats contaminants.

A més d'aquesta directiva més general sobre els contaminants en les indústries, n'hi ha altres de més específiques, com per exemple, la directiva relativa a les instal·lacions de combustió mitjanes que regula les emissions de diòxid de sofre (SO2), òxids de nitrogen (NOx) i partícules derivades de la combustió de carburants en instal·lacions amb una potència tèrmica nominal igual o superior a 1 MW i inferior a 50 MW (Reial Decret 1042/2017). També existeixen certs règims de comerç que regulen les emissions contaminants com per exemple, el Règim de Comerç de Drets d'Emissió de la Unió Europea (RCDE UE) que exigeix la reducció de les emissions de gasos d'efecte hivernacle de més de 12 000 instal·lacions de generació energètica i de fabricació de 31 països i d'aquells procedents de l'aviació. El RCDE UE comprèn al voltant d'un 45% de les emissions de gasos d'efecte hivernacle a la Unió Europea. A més de les directives associades a la contaminació atmosfèrica també n'hi ha que regulen la contaminació de les aigües, com per exemple, la Directiva Marc De l'Aigua, que exigeix als estats membres que redueixin progressivament la contaminació de les aigües derivada de la presència d'una família de contaminants definits com «substàncies prioritàries». També exigeix als estats membres que interrompin o suprimeixin gradualment les emissions, els abocaments i les pèrdues referits a una família de contaminants més perillosos definits com «substàncies perilloses prioritàries». A més, hi ha la Directiva sobre el tractament de les aigües residuals que protegeix el medi ambient dels efectes nocius dels abocaments d'aigües residuals urbanes i de certs sectors industrials.

Les directives de la Unió Europea sobre els contaminants derivats de les indústries són molt diverses i afecten a tot tipus d'indústries. Aquestes directives es van crear pen-

sant en arribar a assolir els objectius de l'Agenda 2030, tot i que en depèn l'aplicació en cada un dels estats membres per tal de que aquestes directives compleixin el seu propòsit. Tant a nivell de l'Estat Espanyol com a nivell autonòmic, aquestes directives s'han aplicat parcialment, i no hi ha un seguiment estricte en tots els àmbits que nombren aquestes directives. On sí que hi ha uns compromisos i unes polítiques més estructurades i més ben aplicades és en l'àmbit de l'agenda 2030 tant a nivell estatal com a nivell autonòmic. Si bé és cert que els compromisos de l'agenda 2030 abasten molts àmbits, un d'ells no deixa de ser el compromís en fer una indústria més sostenible que tingui un menor impacte en la petjada ecològica que deixa al planeta. Per tant, encara que no s'hagin aplicat les directives de la Unió Europea estrictament, sí que és cert que aquests compromisos amb l'agenda 2030, encara que siguin només compromisos i encara no s'hagin aplicat en lleis i decrets, impliquen que hi ha una certa voluntat política tant a nivell de l'Estat Espanyol com a nivell de Catalunya, per tal de que la gran contaminació de la indústria es redueixi.

4 METODOLOGIA

4.1 Fonts de dades

En relació a les fonts de dades, s'han utilitzat fonts de caràcter secundari. Les dades utilitzades són les referents a la contaminació atmosfèrica, extretes del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya on es recullen les dades extretes de de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica des de l'any 1991 l'actualitat. Aquesta xarxa és un sistema de detecció dels nivells d'immissió dels principals contaminants que afecten la qualitat de l'aire, implantada a Catalunya. Està constituïda per un conjunt de punts de mesurament (manuals o automàtics) distribuïts pel territori, en els quals s'ubiquen els equips de mostreig i d'anàlisi de contaminants atmosfèrics. En el cas dels punts de mesurament automàtics, les estacions amb equips que capten les mesures repartides pel territori, envien les dades als Centres d'Anàlisi, i d'aquí van al Centre Receptor i Coordinador de Dades, on es validen, s'emmagatzemen i es gestionen. Els captadors manuals són dispositius que requereixen la instal·lació d'un suport de mostreig cada cop que es vol obtenir una dada diària. Durant aquestes 24 hores, és força el pas de l'aire per aquest suport de mostreig i s'obté una mostra que posteriorment s'ha de dur al laboratori, on s'analitza. El tipus de mostra i el tipus d'anàlisi depenen del contaminant que es vulgui mesurar. Així doncs, els nivells de concentració a l'aire dels contaminants determinats a partir dels captadors manuals no es disposen en temps real, es coneixen en un termini de temps posterior respecte al dia que s'ha pres la mostra.

Aquest procés fa que hi hagi un cert decalatge en la disponibilitat de les dades diàries obtingudes a partir d'aquests captadors en relació al dia del mostreig. Per a realitzar l'estudi s'han escollit dades diàries de les estaci-

ons de mesura i se n'ha fet la mitjana mensual dels dies en que hi ha dades. En canvi, els dies en els quals no hi havia dades s'han exclòs de la mitjana mensual, ja que haguessin tingut un efecte no desitjat en els resultats finals. El període escollit està comprès entre els anys 2010 i 2020, aprofitant així tot el rang de dades disponibles d'aquestes estacions de mesura de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica. S'han escollit però, cada dos anys, ja que s'ha determinat que seria millor escollir un període de temps més ampli, enlloc de representar dades dels últims 5 o 6 anys en els quals s'hi hagués pogut observar uns resultats més similars entre ells i menys significatius a l'hora d'analitzar-ne tot el conjunt.

Les dades extretes es basen en el Índex Català de Qualitat de l'Aire (ICQA) (Taula 1), que va ser implantat el gener de 1995, aquest índex, tradueix a una mateixa escala (escala dels efectes sobre la salut de les persones o escala de l'ICQA) les concentracions de cada un dels contaminants mesurats. Així, la qualitat de l'aire serà bona, regular, pobre o molt pobre depenent del valor d'ICQA assolit. Les dades utilitzades són únicament del contaminant PM10. Per això s'ha de tenir en compte els valors d'aquest índex per a determinar quina és la qualitat de les dades representades.

Taula 1. Valors dels contaminants basats en l'ICQA

ICQA	Bona	Regular	Pobre	Molt Pobre
O ₃ (µg/m ³)	0 - 110	11 - 180	181-240	> 241
PM10 (µg/ m ³)	0 - 35	36 - 50	51 - 75	> 76
CO (mg/m ³)	0 - 5	6 - 10	11 - 15	> 16
SO ₂ (µg/ m ³)	0 - 200	201-350	351 - 500	> 501
NO ₂ (µg/ m ³)	0 - 90	91 - 200	201 - 400	> 401

Font: mediambient.gencat.cat

Les dades de contaminació escollides finalment han estat les del tipus PM10, les quals són petites partícules sòlides o líquides disperses a l'atmosfera, amb un diàmetre d'entre 2,5 i 10 µm. Aquestes, estan formades principalment per compostos inorgànics com els silicats, aluminats i metalls pesants, així com material orgànic associat a partícules de carboni. El nom prové de material particulat (PM, en anglès: particulate matter) i de 10, la mida màxima de les partícules en micròmetres. Les partícules poden provenir de diferents fonts (ref. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico):

- La contaminació generada per la combustió en motors de combustible fòssil (automòbils)
- La indústria, construcció i comerç

- Pols en suspensió
- Cremes agrícoles

4.2 Mètodes

Degut a la impossibilitat de mesurar les concentracions dels diferents contaminants a tots els punts d'un territori, el territori català està dividit en diferents zones de qualitat de l'aire (ZQA). En cada una d'aquestes zones s'identifiquen diferents àrees i s'agrupen territoris que tenen característiques similars (àrees urbanes, suburbanes o rurals). D'acord amb la normativa actual (BOE, 2011), és suficient disposar de dades per a cada tipus d'àrea dins d'una zona, i els resultats es podran estendre a tota una zona de qualitat de l'aire equivalent. La delimitació de zones de qualitat de l'aire (ZQA) a Catalunya s'ha realitzat seguint els següent factors:

- En primer lloc, les condicions de dispersió dels contaminants, que depenen bàsicament de la climatologia i l'orografia. Aquestes perduren invariables en períodes llargs de temps i afecten a una extensió gran del territori.
- En segon lloc, les emissions, que poden canviar ràpidament en el temps i l'espai. És el cas d'instal·lació o tancament de focus emissors o bé amb el desenvolupament urbà d'infraestructures.

Així, es conclou que a cada ZQA, els nivells mesurats a una zona són representatius dels nivells de fons de tota l'àrea que la comprèn, i que la superfície de cada zona és homogènia respecte a l'orografia, la climatologia, la densitat de població i el volum d'emissions industrials i de trànsit. Per tant, per avaluar la qualitat de l'aire a Catalunya no cal mesurar en tots els seus punts, sinó que n'hi ha prou amb disposar de dades per a cada tipus d'àrea dins d'una ZQA, ja que dues àrees del mateix tipus i dins una mateixa zona tindran nivells d'immissió equivalents (ref. Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural).

La manera de distingir les diferents àrees consisteix a caracteritzar el territori en dos nivells segons siguin l'ocupació del sòl (nivell 1: àrees urbanes, suburbanes o rurals) i el tipus de fonts emissores que afecten les àrees (nivell 2: àrees de trànsit, industrials o de fons, que significa que no rep l'impacte directe de cap de les dues altres àrees).

Tot i que amb les ZQA de Catalunya es poden obtenir resultats significatius en grans àrees de terreny, en el nostre cas, s'ha optat per a realitzar una interpolació amb les estacions de mesura més properes a les zones d'estudi escollides per així poder obtenir els resultats adequats i poder visualitzar més clarament, si hi ha una relació entre

la localització de polígons industrials i la pol·lució atmosfèrica. En el subcamp matemàtic de l'anàlisi numèrica, es denomina interpolació a l'obtenció de nous punts partint del coneixement d'un conjunt discret de punts. La idea de la interpolació és poder estimar un valor x arbitrari, a partir de la construcció d'una corba o superfície que uneix els punts on s'han realitzat els mesuraments i el valor si que es coneix. S'assumeix que el punt arbitrari x es troba dins dels límits dels punts de mesurament, en cas contrari es diria extrapolació. Per a realitzar la interpolació s'ha escollit el mètode IDW, que són les sigles de les paraules angleses "Inverse Distance Weight", que es pot traduir com a distància inversa ponderada.

Mapa 1: ZQA de Catalunya



Font: Elaboració pròpia.

El mètode de la distància inversa ponderada (IDW) es recolza en el concepte de continuïtat espacial, amb valors més semblants per a posicions properes que es van diferenciant conforme s'incrementa la distància. És un algorisme força senzill i és molt utilitzat en tot tipus d'aplicacions geogràfiques quan es volen fer interpolacions, a més, els resultats obtinguts són fàcils de visualitzar i entendre. Des del punt de vista metodològic cada valor, que té una correspondència amb un punt determinat, influeix sobre els altres de forma local i disminueix proporcionalment el seu efecte amb la distància. A l'ésser un mètode exacte i ajustar-se en la seva localització a les dades, en ocasions genera al mapa cercles concèntrics, denominats "bulleyes" (ulls de bou), que graduen els canvis bruscos en els valors (García i Cebrián, 2006).

El IDW, és un mètode matemàtic d'interpolació que fa servir una funció inversa de la distància, suposant que els elements que estan més a prop són més semblants, per tant tenen més pes i influència sobre el punt a estimar. La expressió és:

$$Z(S_o) = \sum_{i=1}^N \lambda_i * Z(S_i)$$

En el qual $Z(S_o)$ és el valor a predir, N és el nombre de mostres al voltant del punt a predir, λ_i són els pesos assignats a cada punt veí i $Z(S_i)$ són els valors mesurats. Els pesos dels punts veïns estan donats per:

$$\lambda_i = \frac{d_{io}^{-p}}{\sum_{i=1}^N d_{io}^{-p}}$$

En el qual, d és la distància entre el lloc de predicció (S_o) i el lloc mostrat (S_i); P és un factor de reducció de pes, el qual es troba minimitzant l'error quadràtic mitjà o error de predicció (Murillo et al., 2012). Aquest mètode de interpolació, s'ha realitzat mitjançant el programari ArcGis Pro, en el qual s'hi ha introduït les dades de contaminació atmosfèrica en PM10 mensual dels anys seleccionats. Quan s'hi introdueixen les dades i els paràmetres escollits, es crea una imatge ràster amb colors graduals que indiquen en quina de les estacions hi ha hagut un major grau de contaminació en comparació amb les estacions que l'envolten. Així, es pot obtenir un mapa amb un ràster gradual en el qual s'hi poden veure en quines estacions de mesura hi ha hagut més contaminació al llarg de l'any.

Les estacions de mesurament escollides de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica, estan situades molt a prop de totes dues zones estudiades, l'estació escollida per a mesurar l'impacte sobre la contaminació del CIM Vallès, està situada al municipi de Mollet del Vallès, municipi veí de Santa Perpètua de Mogoda on es troba la CIM Vallès, a menys de 2 quilòmetres de la zona industrial. Aquesta estació és del tipus de fonts emissores de trànsit, cosa que és molt convenient, ja que la CIM Vallès, es caracteritza per ser una zona industrial que consta en la seva gran majoria d'empreses de transport de mercaderies i de logística. La principal font de contaminació atmosfèrica d'aquest tipus d'empreses prové de la gran quantitat de tràfic que generen les seves instal·lacions. Per tant, que l'estació de mesura escollida estigui afectada en la seva gran majoria per contaminants que provenen del tràfic, pot fer que l'impacte sobre les dades que poden tenir les instal·lacions de la CIM Vallès sigui més significatiu i es reflecteixi de millor manera en aquestes. La segona estació de mesura de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica, està situada al municipi del Prat del Llobregat, a menys d'1,5 quilòmetres de la zona industrial de la Zona Franca. Aquesta estació, en canvi, no està afectada per cap tipus de contaminant en concret, cosa que juntament amb la seva gran proximitat a la Zona Franca, fa que les dades

extretes, siguin força representatives de la zona d'estudi. Així com la CIM Vallès està composta en la seva gran majoria per empreses de logística i mercaderies, amb la Zona Franca no succeeix el mateix, ja que en aquesta zona hi ha empreses de tot tipus. Tot fent que les dades extretes de l'estació de mesura escollida del municipi del Prat de Llobregat siguin força fiables i representatives de la zona industrial sobre la qual es vol fer l'estudi.

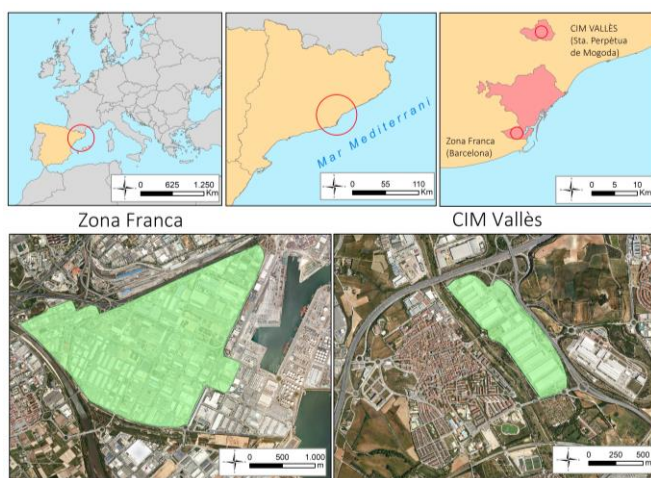
Per a realitzar el mapa de densitat de població, s'han utilitzat diferents mètodes per a poder arribar al resultat final. Primer, s'han filtrat i corregit les dades de població per municipis obtingudes de l'Institut d'estadística de Catalunya (IDESCAT). Això s'ha fet per a poder realitzar un "Join" amb el shapefile dels límits administratius de forma correcta i sense errors. Un Join permet unir dues taules per mitjà d'un identificatiu comú (ID), les dades de les dues taules s'annexen per l'ID, donant la possibilitat de representar espacialment dades externes, les dades a vincular provenen d'una taula de Microsoft Excel amb un shapefile en ArcMap d'aquesta manera s'edita la informació en el primer i s'obté en la taula d'atributs de el segon. En aquest cas l'ID utilitzat és el codi de municipi que tenen associats els municipis de Catalunya en els organismes oficials de la Generalitat de Catalunya. Un cop realitzat aquesta unió, ja s'ha pogut representar de forma correcta les dades en un mapa de colors graduals.

5. LOCALITZACIÓ GEOGRÀFICA DE LA ZONA FRANCA I DE LA CIM VALLÈS

El polígon industrial de la Zona Franca i la Central Integrada de Mercaderies del Vallès o (CIM Vallès) es localitzen a Catalunya i, més concretament, a Barcelona i a Santa Perpètua de Mogoda, respectivament (Figura 2). El polígon industrial de la Zona Franca és una zona clau degut al seu gran potencial econòmic, tant de Barcelona com del seu entorn metropolità. Aquesta zona industrial està situada al municipi de Barcelona i és la més gran i la més activa d'Espanya i una de les més importants i dinàmiques d'Europa. Amb més de 300 empreses instal·lades, la Zona Franca, és la porta d'entrada pels països del nord d'Àfrica i per tot el trànsit portuari del Mar Mediterrani a la Unió Europea. Aquest polígon té una gran situació geogràfica i molt bones comunicacions ja que, es troba al costat de infraestructures de transport i de comunicacions d'abast internacional: es troba a 7 km de l'aeroport del Prat, a 500 m del port de Barcelona, i a 200m Can Tunis, la principal estació ferroviària de mercaderies de Catalunya. Està orientat al negoci internacional amb una elevada quantitat de grans empreses, els sectors que hi predominen són: l'automoció, la química bàsica i la logística. Algunes de les empreses més importants que es poden trobar a la Zona Franca són grans multinacionals com Nissan, SEAT, Bayer, DB Schenker, Spain-Tir, Molenbergnaatie i Consum; amb més de 40 multinacionals en total (ref. Consorci Zona Franca de Barcelona, 2021).

Per la seva banda, la Central Integrada de Mercaderies del Vallès (CIM Vallès), és una zona industrial situada al terme municipal de Santa Perpètua de Mogoda on hi ha un gran nombre d'empreses dedicades principalment a la logística o transport de mercaderies. Des que es va posar en funcionament l'any 1997, la CIM Vallès ha esdevingut un punt clau de distribució de mercaderies, principalment d'àmbit espanyol, però amb un clar component exportador. Actualment hi ha més de 70 empreses instal·lades. La Central Integrada de Mercaderies del Vallès (CIM Vallès), amb una superfície de 44.2 ha, està entre dues de les grans vies de comunicació de Catalunya: l'AP-7 i la C-33. Aquesta localització l'hi permet ser la plataforma logística d'alta rotació de la regió metropolitana de Barcelona. La CIM Vallès fou promoguda amb l'objectiu d'oferir un espai amb unes condicions òptimes d'ubicació i un servei per a les empreses de transport de mercaderies per carretera (ref. Central Integrada de Mercaderies del Vallès, 2021).

Mapa 2. Localització de la Zona Franca i de la CIM Vallès.



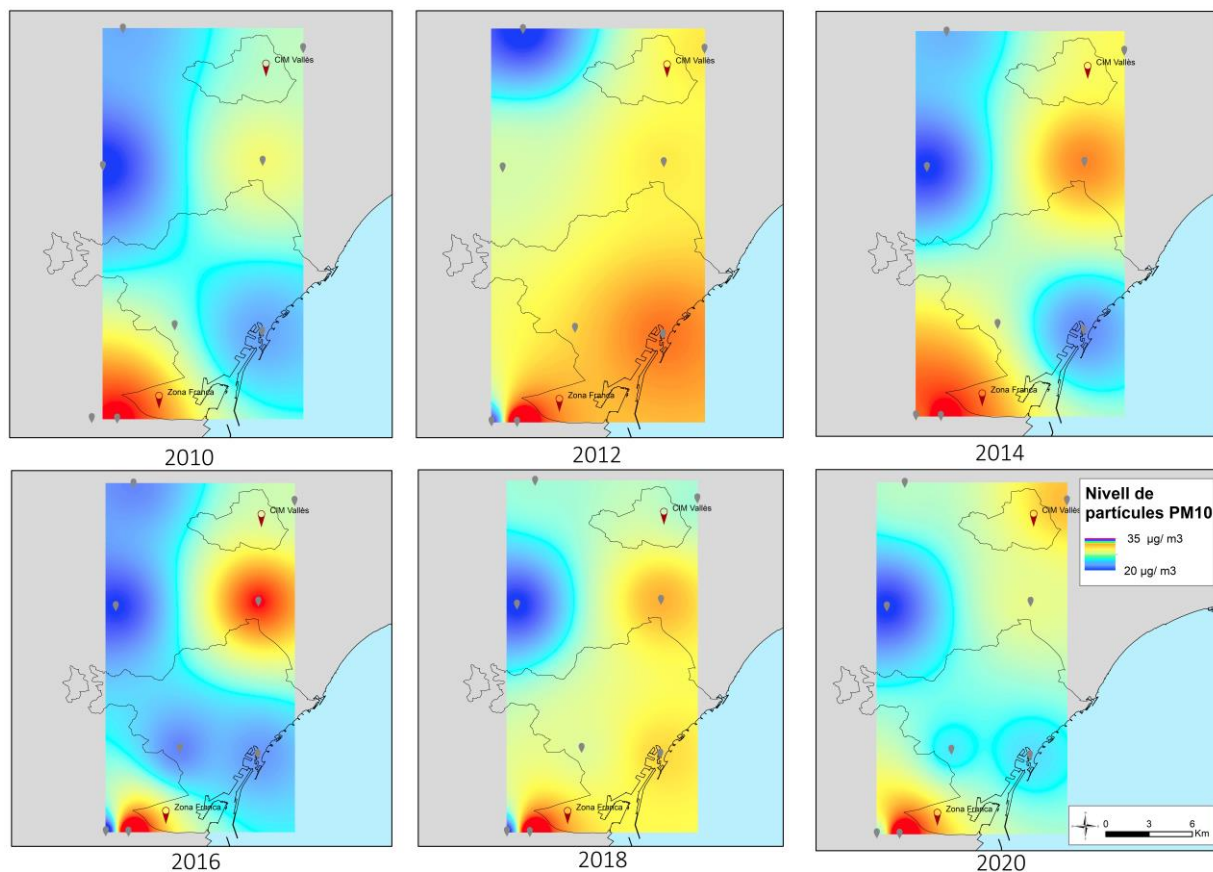
Font: elaboració pròpia.

6.RESULTATS

Per a poder fer una correcta interpretació dels resultats obtinguts, s'ha de tenir en compte diversos factors que afecten a aquests i que hi tenen una gran importància o impacte. L'estació de mesurament utilitzada per mesurar l'impacte de la CIM Vallès sobre la contaminació atmosfèrica forma part de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica i està situada en un punt on rep emissions directes del trànsit, encara que això pugui suposar un avantatge a l'hora de crear una certa fiabilitat sobre l'estudi, no es descarta que aquestes dades es vegin afectades per altres factors aliens al impacte que pugui tenir la CIM Vallès sobre la contaminació atmosfèrica mesurada. Pel que fa a l'estació escollida per a representar l'impacte de la Zona Franca sobre la contaminació atmosfèrica, també pot ser que succeeixin anomalies similars, ja que encara que estigui força a prop de la zona d'estudi, també està relativament a prop de la ciutat de Barcelona, i de l'Aeroport del Prat, fent que sigui més difícil d'identificar si les dades obtingudes es veuen realment afectades per la Zona Franca o no.

Com es pot observar en els ràsters resultants de la interpolació, l'estació de mesura que hi ha més a prop de la Zona Franca sempre té uns valors de contaminació per sobre de la mitja si la comparem amb les estacions de mesura que hi ha al seu voltant. Aquesta taca vermella de l'estació de mesura de la Zona Franca en tots els anys en que s'ha realitzat l'estudi, ens fa veure que aquesta zona industrial, té una forta influència en l'entorn pel que fa a l'emissió dels contaminants atmosfèrics del tipus PM10. També es pot observar com l'estació que està situada al límit nord del municipi de Barcelona, en molts anys també té valors per sobre de la mitjana, aquestes anomalies són degudes a la proximitat d'aquesta estació a diverses vies de trànsit més importants de l'Àrea Metropolitana de Barcelona com són la C-58 i les rondes, cosa que fa que la contaminació produïda pels automòbils afecti en gran mesura a aquesta estació. En el cas de la CIM Vallès però, no succeeix el mateix, amb la interpolació realitzada, no es pot observar que l'estació de mesura més propera a la zona industrial, sigui una font de contaminació recurrent al llarg dels anys i per tant no podem afirmar que la CIM Vallès tingui un grau de contaminació especialment elevat respecte a l'àrea que l'envolta. L'estació que té les taques més blaves, i que per tant té un grau de contaminació reduït, és la que està situada al municipi de Sant Cugat del Vallès, que destaca per la seva baixa densitat residencial i que resulta en uns nivells de contaminació força reduïts.

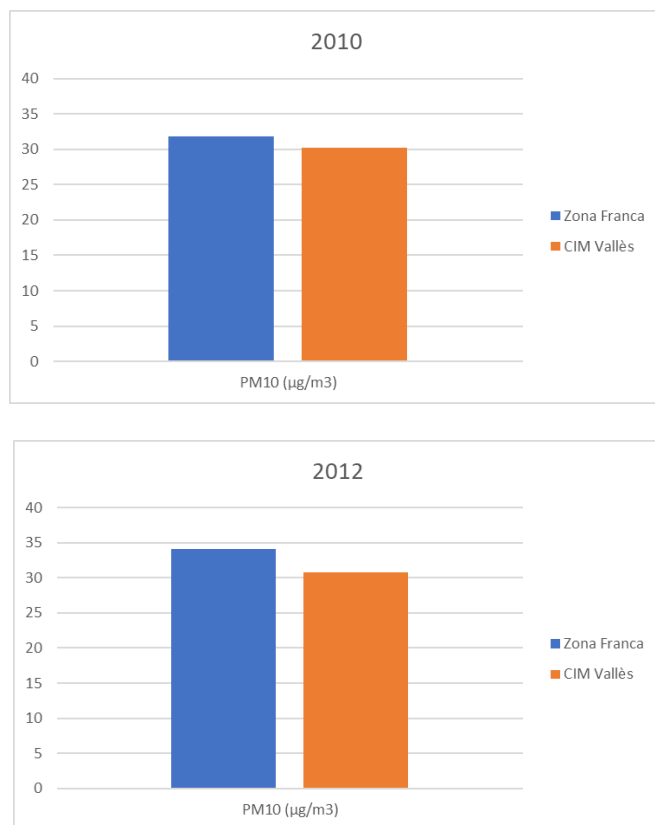
Mapa 3: Nivell de Partícules PM10 mitjançant interpol·lació.

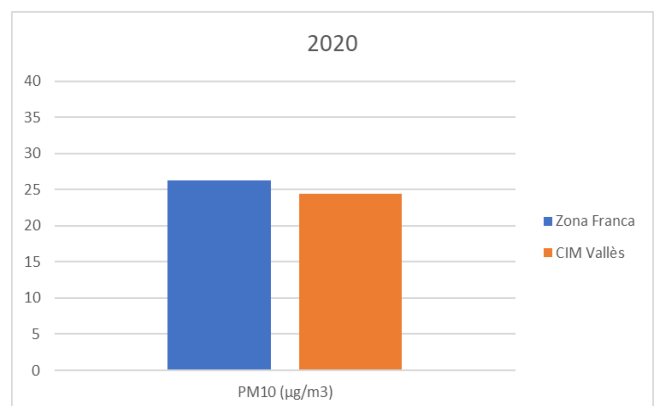
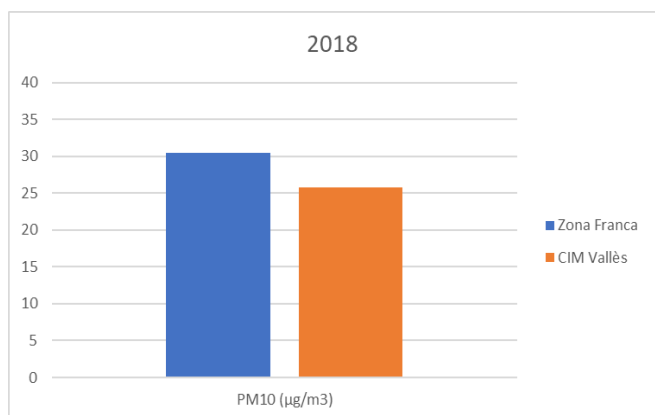
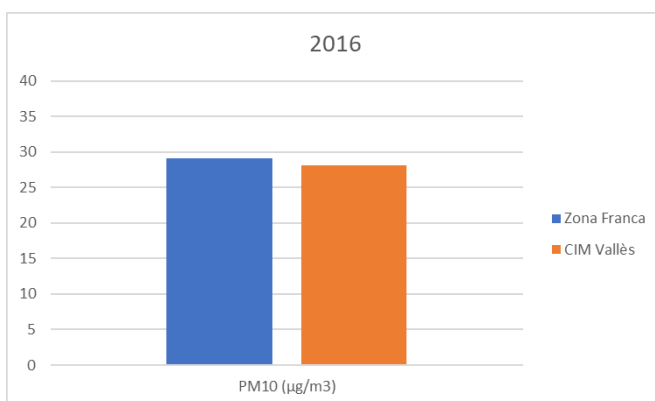
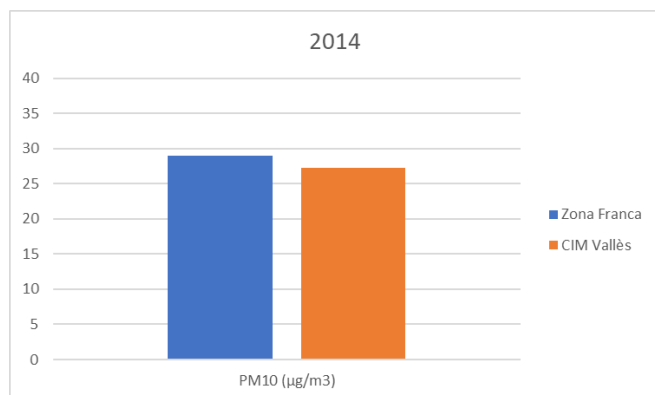


Font: elaboració pròpia.

En aquest conjunt de gràfics que es mostren, s'hi pot observar com les dues zones d'estudi tenen certes diferències en el grau de contaminació atmosfèrica de PM10. En tots els anys en els que s'ha realitzat l'estudi s'hi pot observar com la Zona Franca sempre té un grau de contaminació atmosfèrica per partícules PM10 més elevat que la CIM Vallès. El fet de que l'àrea industrial de la Zona Franca sigui sensiblement superior a l'àrea industrial de la CIM Vallès, i que hi hagi un nombre més gran d'empreses i d'activitat industrials, pot ser el causant de que els nivells de partícules PM10, sigui en general, més elevats en aquesta zona d'estudi que no en la de la CIM Vallès. La diferència entre les dades de les dues zones, és sempre molt similar, cosa que ens indica que no és fruit d'alguna anomalia puntual, i que aquesta diferència en els nivells de contaminació es repeteix sempre.

Figura 1: Gràfiques comparatives dels nivells de PM10.





Font: elaboració pròpia.

Per a poder complementar d'una millor forma l'estudi de contaminació realitzat, s'ha tingut en compte la densitat de població que hi ha en els municipis propers als dos llocs d'estudi, ja que això pot ajudar a veure l'impacte que té la contaminació estudiada en la població dels municipis propers. A més també pot ajudar a entendre una mica més alguns fenòmens que es poden observar en els rèsters dels nivells de contaminació. Es pot veure com a l'estació de mesura que hi ha a prop de la Zona Franca, hi ha una major densitat de població, ja que té a prop municipis amb molta densitat com Hospitalet o Barcelona. Això pot fer que si els nivells de contaminació són elevats, hi hagin un major nombre de persones en risc de patir problemes de salut per aquest motiu. En canvi, la que hi ha més a prop de la CIM del Vallès, està situada en municipis amb una densitat més baixa, i per tant, si els nivells de contaminació són elevats, i ha menys població en risc de patir problemes de salut.

Aquest mapa també pot explicar millor el fenomen que apareix en alguns la majoria d'anys a l'estació que hi ha al límit nord del municipi de Barcelona, ja que aquesta estació, a més de estar molt a prop de l'eix viàri del Besòs, també té a prop municipis amb una alta densitat de població. Aquest fet pot fer augmentar en alguns casos els nivells de contaminació mostrats. També es pot veure que l'estació situada al municipi de Sant Cugat del Vallès, està força allunyada de municipis amb una alta densitat de població, fet que provoca que aquesta estació tingui uns registres gairebé sempre per sota de la mitjana.

Mapa 4: Densitat de població per municipis (2020)



7 DISCUSSIÓ

Els resultats observats, mostren que la relació entre la localització dels polígons industrials i la presència d'un elevat grau de pol·lució atmosfèrica en partícules PM10 no és sempre del tot directe. Ja que en el cas d'estudi de la Zona Franca, sí que es pot realitzar aquesta afirmació com s'ha pogut veure en els ràsters de contaminació atmosfèrica. En la zona industrial de la CIM Vallès però, els resultats no ens indiquen que la seva influència en la contaminació atmosfèrica de l'entorn sigui especialment elevada. Dit això, es pot afirmar que només aquelles zones industrial amb una superfície especialment gran i amb un nombre d'empreses i indústries elevat, pot causar que el nivell de contaminació atmosfèrica del seu entorn es vegi afectada per la presència del polígon o zona industrial.

Aquests resultats es situen en la mateixa línia que els estudis realitzats a la Xina (Song et al., 2015). En aquest article sobre els nivells d'hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP) (*polycyclic aromatic hydrocarbons* (anglès PAH)) que hi ha en algunes ciutats del nord-est de la Xina, l'autor senyala que els nivells de HAP en els llocs industrials van ser significativament més alts que en altres àrees amb diferent tipologia urbana, en alguns casos però, la tendència no va ser clara en d'altres. Això succeeix d'una forma similar en els resultats d'aquest article, ja que de les dues zones industrials estudiades, només en un dels dos casos s'hi pot observar una influència clara en l'emissió de partícules contaminants a l'atmosfera. Els mètodes utilitzats en els dos articles, són força similars, ja que en els dos casos s'utilitzen interpolacions per a crear ràsters que permeten visualitzar les dades en un mapa on s'hi veu l'efecte de les zones industrials sobre la contaminació. En canvi, tot i que els resultats obtinguts en aquest article també són similars als que es presenten en l'article on s'analitza l'indústria manufacturera al Regne Unit (Cole et al. 2005), els mètodes utilitzats no són els mateixos, ja que no es fa cap interpolació per a poder generar un mapa de contaminació, sinó que amb l'anàlisi de les dades que es presenten n'és suficient per a determinar que aquestes indústries tenen un impacte directe sobre la contaminació en tots els contaminants analitzats. El fet de no utilitzar el mètode que s'ha fet servir en aquest article, pot generar certa confusió si no s'interpreten les dades correctament, i crec que és necessari realitzar elements visuals per tal de que els lectors de l'article puguin tenir una idea més clara dels resultats als quals s'arriba.

8 CONCLUSIÓ

Després d'haver analitzat els resultats obtinguts, es pot afirmar que si que existeix una relació entre la localització d'alguns polígons industrials i el grau de contaminació atmosfèrica que hi ha en aquelles zones. Això però, no passa sempre i no més podem dir que aquest fenomen és observable en el cas del polígon industrial en qüestió tingui unes certes característiques i dimensions. Aquest

fet només l'hem pogut veure en el polígon de la Zona Franca i no en la CIM Vallès. Tot i així, podem afirmar que en certes circumstàncies aquesta relació existeix i la localització d'aquests polígons industrials té un efecte directe sobre el grau de contaminació atmosfèrica de la zona que l'envolta. Per tant, la primera hipòtesis plantejada no és del tot certa, ja que segons l'estudi realitzat, no sempre es pot observar una relació directa en el grau de contaminació atmosfèrica i la localització d'un polígon industrial. Aquesta hipòtesis només és certa per el cas de la Zona Franca. Pel que fa a les diferències en relació al grau de contaminació atmosfèrica entre la CIM Vallès i la Zona Franca, són notables. Ja que en el cas de la Zona Franca és sensiblement superior al de la CIM Vallès això pot ser degut a que la Zona Franca és més gran que la CIM Vallès i a que la tipologia d'empreses que s'hi concentren és diferent. En la CIM Vallès les empreses que hi ha són de l'àmbit de la logística i el transport de mercaderies, en canvi, en la Zona Franca hi ha una tipologia diferent d'empreses. Així com a la CIM Vallès les empreses que hi ha són de l'àmbit de la logística i el transport de mercaderies, a la Zona Franca, hi ha empreses de tot tipus, manufactures, d'automòbils, químiques, etc. Això pot afectar en gran mesura al grau de contaminació observat. Per tant, es pot afirmar que sí que existeixen diferències en el grau de contaminació atmosfèrica entre la Zona Franca i la CIM Vallès, i la hipòtesi plantejada també és certa, ja que segons l'estudi realitzat, la Zona Franca té un nivell de pol·lució atmosfèrica més elevat que la CIM Vallès. Cal mencionar que aquest estudi es podria precisar augmentant el nombre de contaminants analitzats i el nombre de polígons estudiats, fent així, una imatge més clara sobre l'impacte les polígons Industrial tant a l'Àrea Metropolitana de Barcelona com a tot el territori de Catalunya.

BIBLIOGRAFIA

Marmolejo, C. y Roca, J. La localització intrametropolitana de les activitats de la informació: una anàlisi per a la Regió Metropolitana de Barcelona (1991-2001). Universitat de Barcelona, Scripta Nova. Revista Electrònica de Geografia i Ciències socials., vol. XII, núm. 268, (2008).

Tatjer, Mercè. La indústria en Barcelona (1832-1992). Factors de localització i transformació en les àrees fabrils: de centre històric a la regió metropolitana ». Scripta Nova: revista electrònica de geografia i ciències socials, Vol.10, (2006).

<https://www.raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/58246>.

Esteve Dot Jutgla, Antònia Casellas, Montserrat Pallares-Barbera L'ambigüitat de la producció intensiva en coneixement: el nou espai econòmic del Poblenou. Universitat Autònoma de Barcelona, Departament de Geografia, (2010).

Agència Europea de Medi Ambient (AEMA), Indústria - Introducció, Polítiques de la UE, (2019). <https://www.eea.europa.eu/es/themes/industry/intro>

Organització Mundial de la Salut (OMS), Qualitat de l'aire i salut, (2018). [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Victor Manuel Vázquez Manzanares, *Economia i Medi Ambient*, Grau de Ciències Ambientals, Facultat de Ciències, Universitat de Màlaga. *Externalitats i Medi ambient*. Revista Iberoamericana d'Organització d'Empreses i Màrqueting, n. 1 (2014).

Jiang, P., Khishgee, S., Alimujiang, A. & Dong, H. Cost-effective approaches for reducing carbon and air pollution emissions in the power industry in China. *J. Environ. Manage.* 264, (2020).

Matthew A. Cole, Robert J.R. Elliott, Kenichi Shimamoto. Industrial characteristics, environmental regulations and air pollution: an analysis of the UK manufacturing sector. *Journal of Environmental Economics and Management* 50 (2005).

Francesc Baró, Lydia Chaparro, Erik Gómez-Baggethun, Johannes Lange-meyer, David J. Nowak, Jaume Terradas Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain. (2014).

Reial Decret 102/2011, de 28 de gener, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire. BOE, (2011).

Portal del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural
<http://mediambient.gencat.cat/ca>

Portal del Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico
www.miteco.gob.es/es/

García González, J. A. ; Cebrián Abellán, F.; La interpolació com a mètode de representació Cartogràfica per a la distribució de la Població: aplicació a la província d'Albacete, Dep. de Geografia i Ordenació de el Territori; Facultat d'Humanitats (UCLM) (2006)

Diego Murillo, Irene Ortega, Juan David Carrillo, Andrés Pardo, Jeiser Rendón. Comparació de mètodes d'interpolació per a la generació de mapes de soroll en entorns urbans. (2012)

Reial Decret 1042/2017, sobre la limitació de les emissions a l'atmosfera de determinats agents contaminants procedents de les instal·lacions de combustió mitjanes. (2017)

Consorci de la Zona Franca de Barcelona (2021). <https://zfbarcelona.es/>

Central Integrada de Mercaderies del Vallès (CIM Vallès), (2021).
<http://www.cimvalles.com/>