



# Entorn urbà i salut ♥

---

## Soroll ambiental i salut

---

[diba.cat/entorn-urba-i-salut](http://diba.cat/entorn-urba-i-salut)



**Diputació  
Barcelona**

# Soroll ambiental i salut

Full informatiu

Novembre 2023

## **Coordinació**

Servei de Salut Pública. Diputació de Barcelona

## **Text:**

Carlota Sáenz de Tejada

Inés Valls

Carolyn Daher

**ISGlobal** Instituto de  
Salud Global  
Barcelona

## Índex

---

Introducció .....	3
Soroll ambiental: què és i d'on prové? .....	4
Els efectes del soroll ambiental en la salut .....	5
Poblacions vulnerables .....	8
Normativa i llindars: quant de soroll és massa soroll? .....	9
Què es pot fer per reduir la contaminació acústica en les ciutats?.....	10
Referències .....	12

## Introducció

El soroll ambiental repercuteix negativament en la salut i el benestar de les persones, especialment de la població que viu en ciutats. Viure en entorns excessivament sorollosos, com passa en moltes ciutats europees, s'ha convertit en un problema apressant de salut pública i es considera un dels principals riscos ambientals per a la salut, amb efectes negatius sobre el benestar físic, psíquic i mental. <sup>[1].<sup>[2]</sup></sup> És una preocupació creixent tant per al públic en general com per als responsables polítics a Europa.

### Punts clau:

- El soroll és una exposició que comporta riscos per a la salut i el benestar, i ha estat molt subestimat.
- Com a mínim, el 20 % de la població urbana europea està exposada a nivells de soroll ambiental considerats nocius per a la salut. En moltes ciutats aquest valor arriba al 50 % de la població. <sup>[3]</sup>
- El soroll del trànsit —rodat, ferroviari i aeri— s'ha classificat com la segona amenaça ambiental més important per a la salut pública a l'Europa occidental, després de les partícules fines. <sup>[2]</sup>
- 22 milions de persones estan exposades a alts nivells de soroll aeri i 1 milió a alts nivells de soroll causat per les indústries.
- A l'Europa occidental cada any es perden almenys un milió d'anys de vida ajustats per discapacitat (AVAD)<sup>1</sup> a causa del soroll ambiental associat al trànsit. <sup>[4]</sup>
- Es calcula que l'exposició prolongada al soroll ambiental causa a Europa 12.000 morts prematures i contribueix a 48.000 nous casos de cardiopatia isquèmica a l'any; 22 milions de persones pateixen molèsties cròniques elevades; 6,5 milions pateixen alteracions cròniques elevades en el son, i 12.000 infants pateixen problemes d'aprenentatge. <sup>[2]</sup>
- Segons l'evidència científica recent, els impactes en la salut associats a l'exposició al soroll ambiental també ocorren sota els límits establerts per la Directiva 2002/49/CE del Parlament Europeu i del Consell, del 25 de juny de 2002, sobre avaluació i gestió del soroll ambiental. <sup>[5]</sup>

---

<sup>1</sup> AVAD: la càrrega global de la malaltia associada a una exposició ambiental s'avalua utilitzant l'any de vida ajustat per discapacitat (AVAD), una mesura basada en el temps que combina els anys de vida perduts a causa de la mortalitat prematura i els anys de vida perduts a causa del temps viscut en estats de salut inferior a la plena, o els anys de vida saludable perduts a causa de discapacitat. Un AVAD representa la pèrdua de l'equivalent d'un any de salut plena. <sup>[28]</sup>

## 1. Soroll ambiental: què és i d'on prové?

El soroll ambiental és el so exterior no desitjat i perjudicial generat per l'activitat humana. Les fonts de soroll més comunes en entorns urbans són les següents:

- **Trànsit rodat:** aquest soroll és causat principalment pels vehicles que circulen per les carreteres, sobretot els més obsolets, que no han rebut un manteniment adequat o no disposen dels certificats d'aptitud necessaris. Les motocicletes representen una de les fonts de soroll per carretera més destacades. Encara que la seva contribució a la contaminació ambiental s'està estudiant, es creu que generen significativament més molèsties a la població en comparació amb altres mitjans de transport per carretera. Els vehicles pesants, amb els seus grans motors i càrregues, també són considerats uns grans contribuents a la contaminació acústica. En general, el soroll per trànsit rodat és un dels factors de risc ambiental més importants i la seva incidència és cada vegada més gran. De fet, aquest soroll contribueix en un alt grau a la càrrega de malaltia a causa del soroll.<sup>[2]</sup>
- **Trànsit ferroviari:** aquest soroll és causat per tot tipus de transport amb tren. És la segona font de soroll ambiental a Europa, amb gairebé 22 milions de persones exposades.<sup>[2]</sup>
- **Trànsit aeri:** aquest soroll és causat per diversos tipus d'aeronaus, incloent-hi els avions comercials i militars, i és un dels impactes ambientals més significatius de l'aviació.<sup>[6]</sup> Diversos estudis han associat el soroll del trànsit aeri en escoles amb un pitjor desenvolupament cognitiu i amb resultats d'aprenentatge més baixos.
- **Soroll industrial:** aquest soroll és causat per plantes industrials i fàbriques. Pot tenir un impacte tant en les persones que hi treballen com en les que viuen al voltant.
- **Soroll d'oci i activitats comunitàries:** aquest soroll és causat per activitats comunitàries —partits de futbol, recollida d'escombraries, lladrucs de gossos, etc.— o per activitats d'oci.<sup>[6]</sup>

A més, hi ha altres fonts de soroll —encara en procés d'investigació— que preocupen pel seu impacte. El soroll de navegació està guanyant atenció ràpidament, ja que pot danyar els hàbitats aquàtics d'arreu del món. Així mateix, una altra font potencialment perjudicial són els dispositius d'escolta personal. El 50 % dels adolescents i adults joves dels països amb estatus socioeconòmic mitjà i alt usen aquests dispositius amb nivells de soroll perillosos per a la salut, amb possibles efectes auditius a llarg termini que encara s'estan investigant.<sup>[2]</sup> Finalment, segons diverses enquestes de percepcions, el soroll provinent d'habitatges veïns és també molt comú i suposa un problema diari per a un nombre significatiu de persones. No obstant això, la complexitat de registrar els nivells de soroll dintre dels habitatges fa que no es disposi de dades suficients sobre aquest aspecte.

## 2. Els efectes del soroll ambiental en la salut

L'exposició prolongada al soroll ambiental és una causa important de mala salut a Europa, i és la principal causa previsible de pèrdua auditiva i dels acúfens. Aquesta pèrdua auditiva pot ser causada per un impuls sonor puntual o per una exposició continuada a nivells d'entre 75 i 85 decibels (dB).

Les fonts de transport solen produir nivells de soroll que no són prou alts per causar danys auditius. Tanmateix, s'ha demostrat que l'exposició prolongada a nivells de soroll relativament baixos però constants pot provocar efectes no auditius sobre la salut. Aquests efectes no auditius poden ser menys perceptibles i sovint se subestimen, fins i tot quan creiem que ens hi hem adaptat. Però, encara que no en siguem conscients, el nostre cos està en estat d'alerta i reacciona (per exemple, desencadenant respostes hormonals). Si això es torna crònic, pot arribar a ser molt problemàtic per a la nostra salut. Les proves científiques han arribat a relacionar-ho de manera concloent amb tres trastorns de la salut: trastorns del son, malestar crònic i trastorns cardiovasculars, que afecten el benestar físic, mental i social. El grau d'afectació i prevalença d'aquests trastorns l'han convertit en un problema de salut pública de primera magnitud.<sup>[1]</sup>

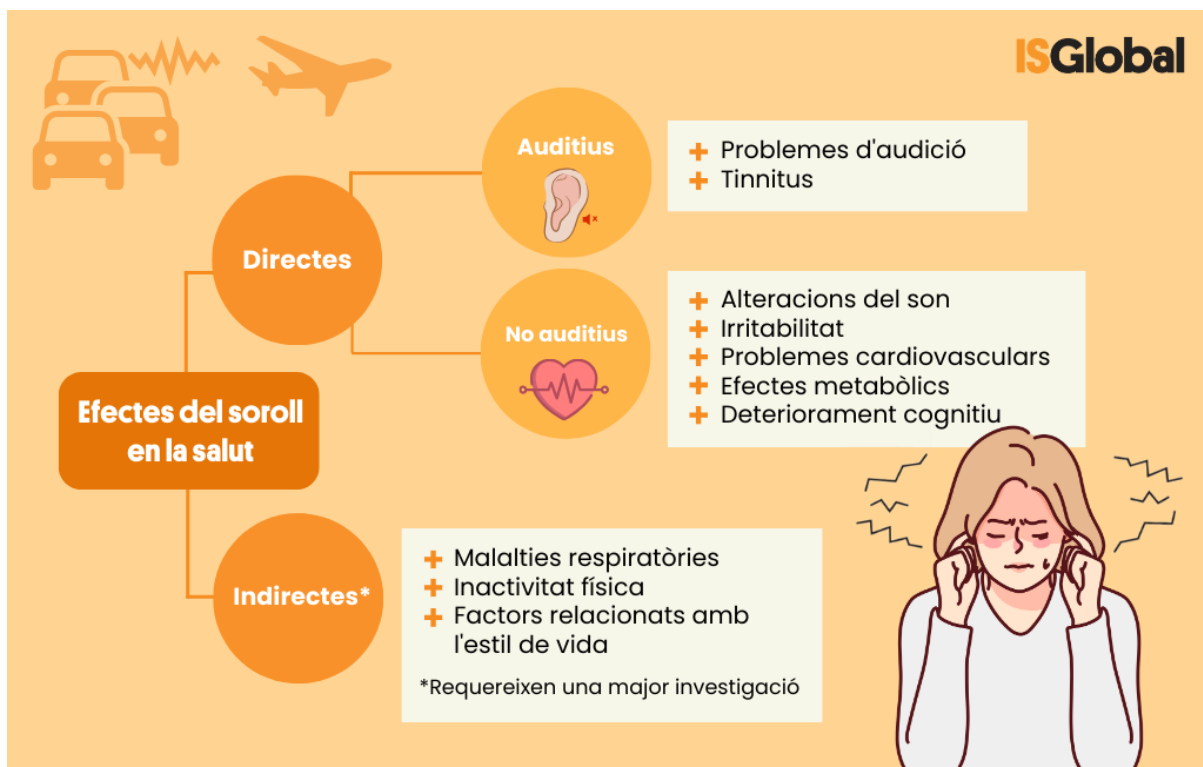


Figura: Resum dels vincles entre el soroll i la salut. Basat en l'OMS (2018)<sup>[18]</sup> o l'EEA (2020)<sup>[19]</sup>

## **1. Trastorns del son**

Es creu que el problema més prevalent en la població europea associat a l'exposició al soroll són els trastorns del son. L'Organització Mundial de la Salut (OMS) estima que la pèrdua d'AVAD és de 903.000 anys per alteracions del son associades al soroll ambiental a la Unió Europea (UE).<sup>[7]</sup> Quan els sorolls forts interrompen el son, poden produir-se reaccions físiques i mentals com desvetllar-se i augmentar el ritme cardíac i l'activitat cerebral, la qual cosa pot provocar sensació de cansament durant el dia, canvis d'humor i dificultat per pensar amb claredat. Quan el soroll interromp prolongadament el son, pot haver-hi un problema greu de salut. Diverses recerques científiques han revelat que el son habitual de curta durada (menys de sis hores per nit) està relacionat amb l'aparició d'hipertensió, diabetis, obesitat i trastorns cardiovasculars.

Les condicions de la llar tenen un paper vital en els trastorns del son associats a l'exposició al soroll nocturn. Hi ha nombrosos estudis que indiquen que les persones mostren menys tolerància al soroll quan es tracta dels seus dormitoris, especialment durant la nit.<sup>[9]</sup>

## **2. Molèsties cròniques**

Després dels trastorns del son, les molèsties cròniques són el segon impacte més prevalent en la població europea. S'estima que es perden 654.000 AVAD per molèsties cròniques associades a l'exposició al soroll,<sup>[7]</sup> les quals poden interferir en els sentiments, els pensaments i les activitats quotidianes. A més, aquestes molèsties poden anar acompanyades de respostes emocionals negatives,<sup>[8]</sup> com ara l'estrès.

## **3. Efectes sobre el sistema cardiovascular**

L'OMS estima que cada any es perden 61.000 AVAD per trastorns cardiovasculars associats a l'exposició al soroll.<sup>[7]</sup> La contaminació acústica indueix una resposta d'estrès en l'organisme que estimula el sistema nerviós simpàtic i la producció de cortisol. Quan l'estrès es torna crònic pot provocar trastorns cardiovasculars en augmentar la glucèmia, els lípids, la pressió arterial, la viscositat i la coagulació de la sang. Així mateix, l'exposició al soroll del trànsit rodat, especialment a la nit, està relacionada amb les malalties coronàries, la hipertensió i els accidents cerebrovasculars.<sup>[8]</sup>

A més, s'estan investigant possibles efectes metabòlics causats per les exposicions estressants a alts nivells de soroll, que poden provocar una sobreproducció de cortisol, causant de la inhibició de la secreció d'insulina i de la disminució de la sensibilitat a la insulina. A més, els trastorns del son que poden ser causats per aquestes exposicions s'han associat a alteracions de la regulació de la glucosa i l'apetit.<sup>[10]</sup> Aquests efectes en el metabolisme incrementen el risc de patir diabetis i obesitat.

#### **4. Salut mental i cognitiva**

Les recerques científiques revelen que l'exposició al soroll del trànsit està significativament relacionada amb una prevalença més elevada de trastorns mentals com l'ansietat, la depressió i la deterioració cognitiva. Alguns estudis han demostrat que l'exposició crònica o aguda al soroll ambiental pot augmentar l'estrès psicològic i fisiològic, i provocar problemes de salut mental.

El soroll a les aules afecta de moltes maneres els infants, com ara disminuint-ne la motivació; reduint la intel·ligibilitat de la parla, la compressió auditiva i la concentració; produint molèsties i perturbacions, i augmentant la inquietud. A Europa s'estima que 12.500 infants pateixen problemes d'aprenentatge a l'escola a causa de l'exposició al soroll dels avions.<sup>[11]</sup> Investigacions recents en escoles de Barcelona també han trobat associacions entre alts nivells de soroll i un desenvolupament cognitiu més lent.<sup>[12]</sup>

Així mateix, l'exposició excessiva al soroll pot accelerar la progressió de les malalties neurodegeneratives com l'Alzheimer, en augmentar la inflamació neuronal crònica i l'estrès oxidatiu.<sup>[8]</sup>

#### **5. Altres possibles efectes en la salut**

Hi ha altres efectes no auditius en la salut vinculats a l'exposició al soroll que s'estan investigant en l'actualitat i requereixen ser més estudiats. Per exemple, alguns estudis suggereixen que l'exposició prolongada al soroll pot estar relacionada amb el desenvolupament de certs càncers.<sup>[13]</sup> D'altra banda, es considera el soroll com un factor d'estrès psicològic que pot alterar el sistema immunitari innat i adaptatiu i provocar-hi trastorns. Aquestes alteracions podrien ser les vies biològiques que causen els efectes negatius de l'exposició al soroll en el sistema respiratori, que incrementen el risc de patir infeccions i malalties respiratòries.<sup>[10]</sup> També alguns estudis recents suggereixen que l'exposició al soroll durant l'embaràs pot fer augmentar la pressió sanguínia i ser un factor de risc per hipertensió, entre altres efectes.<sup>[8].<sup>[14]</sup></sup>

A més dels efectes directes, el fet de viure en zones sorolloses pot provocar efectes indirectes sobre la nostra salut. Per exemple, el soroll del trànsit pot afavorir la inactivitat física per alteració del son o reticència a caminar en entorns sorollosos.<sup>[15]</sup> A més, alguns estudis suggereixen que pot haver-hi una correlació entre el soroll del trànsit i els hàbits poc saludables, com el tabaquisme, el consum excessiu d'alcohol o l'ús inapropiat de medicaments.<sup>[16]</sup> Per tant, actualment encara s'està investigant l'impacte total del soroll en la nostra salut i benestar, i pot ser més important del que realment es creu.



### 3. Poblacions vulnerables

El soroll ambiental pot tenir efectes diferents en cada persona. L'edat, el sexe o les condicions de salut preexistents poden determinar la susceptibilitat d'una persona a la contaminació acústica. A més, algunes persones que ja tenen un son més fragmentat — com la gent gran, les embarassades o les persones que treballen en torns— poden ser més propenses a tenir trastorns del son que el soroll pot induir o agreujar.<sup>[4]</sup> També la població infantil és especialment vulnerable al soroll pel fet que es troba en una etapa de creixement i encara no disposa d'un aparell auditiu desenvolupat. A més, els nens necessiten dormir més hores que els adults; per tant, sovint estan més exposats a alteracions del son associades al soroll. I finalment, les persones amb un estatus socioeconòmic baix també es consideren especialment vulnerables al soroll, perquè tenen més probabilitats de viure en zones més sorolloses i tenen menys capacitat de protegir-se del soroll mitjançant modificacions en l'habitatge.<sup>[17]</sup> Alhora, és més probable que aquest grup de població més desfavorida pateixi l'impacte d'altres exposicions ambientals de manera desproporcionada, amb potencials efectes acumulatius sobre la salut i el benestar.<sup>[18]</sup>

#### 4. Normativa i llindars: quant de soroll és massa soroll?

La Directiva sobre avaluació i gestió del soroll ambiental és la principal normativa europea utilitzada per determinar els nivells de contaminació acústica i adoptar les mesures oportunes. Els valors límit són 55 dB Lden<sup>2</sup> i 50 dB Lnight, a partir dels quals els estats membres de la UE han d'informar sobre la situació actual i proposar plans de millora dels nivells de soroll.<sup>[4]</sup> No obstant això, falten dades sobre el nombre de persones exposades a nivells de soroll inferiors a aquests llindars. És probable que se subestimin els efectes de la contaminació acústica sobre la salut, ja que les proves de l'OMS (publicades en les directrius de soroll ambiental per a la regió europea, 2018) demostren efectes a nivells inferiors als llindars de notificació de la Directiva sobre avaluació i gestió del soroll ambiental.<sup>[1]</sup> Així doncs, cal actualitzar la normativa europea d'acord amb les últimes directrius de l'OMS (basades en la millor evidència científica disponible fins al moment), i convertir aquests llindars en valors límit vinculants, com en el cas de la contaminació atmosfèrica.

---

<sup>2</sup> Lden i Lnight: es mesuren anualment i tenen en compte els nivells de soroll durant el dia, la tarda i la nit. Lden mesura el soroll durant tot un dia i penalitza els nivells que es produeixen durant la tarda i la nit, mentre que Lnight mesura el nivell de soroll a la nit. Els nivells màxims de soroll recomanats es basen en la idea que mantenir els nivells de soroll per sota d'aquests llindars protegirà la salut de les persones.

## 5. Què es pot fer per reduir la contaminació acústica en les ciutats?

Hi ha múltiples intervencions i estratègies per reduir la contaminació acústica en les ciutats europees mitjançant accions sobre la font del soroll, protecció contra el soroll i reducció de l'exposició en zones vulnerables. A continuació, hi ha alguns exemples d'estratègies que s'estan portant a terme en ciutats europees:

### **Refugis contra el soroll en espais exteriors a Suècia**

Aquests refugis es defineixen com una zona en la qual el soroll és absent o, almenys, no és dominant.<sup>[20]</sup> Poden trobar-se en parcs, blocs d'edificis i jardins. A Suècia, parts de l'est i el nord del municipi de Hörby s'han convertit en zones lliures de soroll i protegides, amb valors de referència de 30 dB.<sup>[21]</sup>

### **Reducció a 30 km/h dels límits de velocitat a Zúric (Suïssa)**

La ciutat de Zúric (Suïssa) va introduir límits de velocitat de 30 km/h en una part de la xarxa de carrers per reduir el soroll i millorar la salut i la qualitat de vida dels residents.<sup>[22]</sup>

### **Redisseny de les calçades per reduir el soroll del trànsit a Berlín (Alemanya)**

Els carrers de Berlín, amb dos carrils per sentit i un trànsit de fins a 20.000 vehicles diaris, es van reduir a vies d'un sol carril, la qual cosa va alliberar espai per a carrils bici i illes per a vianants. Com a resultat, es va reduir en més de 50.000 el nombre de persones exposades a sorolls nocturns elevats de 50 dB o més.<sup>[23]</sup>

### **Barreres acústiques als Països Baixos**

L'empresa 4Silence, amb seu als Països Baixos, ha desenvolupat murs amb ranures de diferents profunditats que redueixen el soroll horitzontal doblant-lo cap amunt en direcció vertical. Això permet utilitzar barreres més petites per desviar el soroll que afecta les persones circumdants.<sup>[24]</sup>

**Radars de soroll a París (França)**

París, una de les ciutats més sorolloses d'Europa, ha posat en marxa el seu primer radar de soroll en el marc d'un pla per multar les motocicletes i altres vehicles sorollosos.<sup>[25]</sup> El dispositiu, col·locat a la part alta d'un fanal del districte 20è, a l'est de París, és capaç de mesurar el nivell de soroll dels vehicles en moviment i identificar-ne la matrícula.

**Conversió en zona de vianants de carrers de Copenhaguen (Dinamarca)**

Es tracta de convertir un carrer obert al trànsit en una zona per a ús exclusiu de vianants, excloent-ne tots els vehicles de motor. Els estudis conclouen que les conversions en zones de vianants redueixen significativament la contaminació acústica. A Copenhaguen, aquesta conversió va reduir el soroll en 10-15 dB a nivell de carrer.<sup>[26]</sup>

**Superilles a Barcelona (Espanya)**

Aquestes iniciatives han demostrat la seva capacitat per reduir els factors ambientals que afecten la salut humana. El trànsit de vehicles es va reduir el 58 % a la superilla del Poblenou, amb el consegüent descens dels nivells de soroll diürn de 5 dB.<sup>[27]</sup>

Encara que hi hagi múltiples accions i estratègies per combatre eficaçment la contaminació acústica en els entorns urbans a llarg termini, és fonamental aplicar estratègies de gestió i disseny urbans que promoguin pràctiques sostenibles i modifiquin les nostres pautes de desplaçament. No obstant això, les mesures més efectives per reduir el soroll ambiental són les que redueixen significativament el trànsit rodat, atès que es considera la principal font de contaminació acústica i també atmosfèrica a les ciutats.

Aquestes mesures són urgents i necessàries a les nostres ciutats, perquè l'evidència científica que vincula alts nivells de soroll ambiental amb mala salut és creixent i cada vegada més contundent. Tanmateix, ha de garantir-se que aquestes mesures es dissenyen i implementen amb criteris d'equitat, perquè arribin als col·lectius més vulnerables, que són els que es beneficiaran més dels entorns de qualitat.

## Referències

- [1] C. Clark and K. Paunovic, 'WHO environmental noise guidelines for the european region: A systematic review on environmental noise and cognition', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, no. 2. 2018. doi: 10.3390/ijerph15020285.
- [2] European Environment Agency, *Environmental noise in Europe - 2020*, no. 22/2019. 2020.
- [3] European Environment Agency, 'Environment and health - European Environment Agency, EEA.
- [4] C. Sáenz de Tejada, '¡Tackling noise pollution in cities: why and how', *ISGlobal*, 2023. [En línia]. Disponible a: <https://www.isglobal.org/en/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/ruido-ciudades-como-atajarlo/8028620/0>
- [5] EEA, 'Noise pollution and health', European Environment Agency. [en línia]. Available: <https://www.eea.europa.eu/publications/zero-pollution/health/noise-pollution>
- [6] Z. U. R. Farooqi *et al.*, 'Types, sources, socioeconomic impacts, and control strategies of environmental noise: a review', *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 54. 2022. doi: 10.1007/s11356-022-23328-7.
- [7] L. Fritschi, A. L. Brown, R. Kim, D. Schwela, and S. Kephelopoulos, 'Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe', 2011. doi: 10.1080/13504630.2011.629519.
- [8] M. Zaman, M. Muslim, and A. Jehangir, 'Environmental noise-induced cardiovascular, metabolic and mental health disorders: a brief review', *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 51, 2022, doi: 10.1007/s11356-022-22351-y.
- [9] C. Daher, C. Sáenz de Tejada, L. Hidalgo, and M. Nieuwenhuijsen, 'Soroll', in *Habitatge i Salut*, Diputació de Barcelona, 2023, pp. 125–137.
- [10] A. Recio, C. Linares, J. R. Banegas, and J. Díaz, 'Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: An integrative model of biological mechanisms', *Environmental Research*, vol. 146. 2016. doi: 10.1016/j.envres.2015.12.036.
- [11] Agencia Europea de Medio Ambiente, 'La contaminación acústica es un problema importante, tanto para la salud humana como para el medio ambiente', *Boletín de la AEMA*, 2020.

- [12] M. Foraster *et al.*, 'Exposure to road traffic noise and cognitive development in schoolchildren in Barcelona, Spain: A population-based cohort study', *PLoS Med*, vol. 19, no. 6, 2022, doi: 10.1371/journal.pmed.1004001.
- [13] Z. J. Andersen *et al.*, 'Long-term exposure to road traffic noise and incidence of breast cancer: A cohort study', *Breast Cancer Research*, vol. 20, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s13058-018-1047-2.
- [14] M. D. Gómez-Roig *et al.*, 'Environmental exposure during pregnancy: Influence on prenatal development and early life: A comprehensive review', *Fetal Diagnosis and Therapy*, vol. 48, no. 4. 2021. doi: 10.1159/000514884.
- [15] M. Foraster *et al.*, 'Long-term transportation noise annoyance is associated with subsequent lower levels of physical activity', *Environ Int*, vol. 91, 2016, doi: 10.1016/j.envint.2016.03.011.
- [16] N. Roswall *et al.*, 'Associations between residential traffic noise exposure and smoking habits and alcohol consumption—A population-based study', *Environmental Pollution*, vol. 236, 2018, doi: 10.1016/j.envpol.2017.10.093.
- [17] S. Dreger, S. A. Schüle, L. K. Hilz, and G. Bolte, 'Social inequalities in environmental noise exposure: A review of evidence in the WHO european region', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 16, no. 6. 2019. doi: 10.3390/ijerph16061011.
- [18] E. van Kempen, M. Casas, G. Pershagen, and M. Foraster, "WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: A summary," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, no. 2. 2018. doi: 10.3390/ijerph15020379.
- [19] European Environment Agency, *Environmental noise in Europe - 2020*, no. 22/2019. 2020.
- [20] European Environment Agency, *Quiet areas in Europe: The environment unaffected by noise pollution*, no. 14. 2016.
- [21] G. Cerwén and F. Mossberg, 'Implementation of quiet areas in Sweden', *Int J Environ Res Public Health*, vol. 16, no. 1, 2019, doi: 10.3390/ijerph16010134.
- [22] EEA, 'Reduction to 30km/h speed limits in Zurich, Switzerland', European Environment Agency. [En línia]. Disponible a: <https://www.eea.europa.eu/publications/outlook-to-2030/reduction-to-30-km-h>

[23] EEA, 'Redesign of roadways to reduce traffic noise in Berlin, Germany', European Environment Agency. [En línia]. Disponible a: <https://www.eea.europa.eu/publications/outlook-to-2030/redesign-of-roadways-to-reduce>

[24] EC, 'Sound wave-bending innovation cuts noise pollution', European Commission . [En línia]. Available: <https://cordis.europa.eu/article/id/442164-sound-wave-bending-innovation-cuts-noise-pollution>

[25] The Guardian, 'Noise radar' in Paris will catch raucous cars and motorbikes', 2022. [En línia]. Disponible a: <https://www.theguardian.com/world/2022/feb/15/noise-radar-in-paris-will-catch-raucous-cars-and-motorbikes>

[26] H. H. Yassin, 'Livable city: An approach to pedestrianization through tactical urbanism', *Alexandria Engineering Journal*, vol. 58, no. 1, 2019, doi: 10.1016/j.aej.2019.02.005.

[27] L. M. F. Fabris, F. Camerin, G. Semprebon, and R. M. Balzarotti, 'How 15-min City, Tactical Urbanism, and Superblock Concepts Are Affecting Major Cities in the Post-Covid-19 Era?', 2023. doi: 10.1007/978-981-99-2695-4\_10.

[28] WHO, Dissability-adjusted life years (DALYs) , The Global Health Observatory. [En línia]. Disponible a: <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/158>