

Mappatura Acustica Strategica Agglomerato Urbano di Palermo

ENVIRONMENTAL NOISE DIRECTIVE

ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA COMUNITARIA N. 2002/49/CE RELATIVA ALLA
DETERMINAZIONE ED ALLA GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE



RELAZIONE DESCRITTIVA

AG_IT_0008_REPORT_2022

Data: 06/12/2022

Revisione: Rev. 01.00

Redazione: ARPA Sicilia

PREDISPOSIZIONE DEI DATI DA TRASMETTERE ALLA COMMISSIONE
EUROPEA NELL'AMBITO DELLA MAPPATURA ACUSTICA
DELL'AGGLOMERATO URBANO DI PALERMO AI SENSI DEL D.LGS.194/05

- QUARTA FASE -

Sommario

1.	INTRODUZIONE GENERALE	4
2.	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	6
2.1	Normativa europea	6
2.2	Normativa italiana.....	7
2.3	Riferimenti tecnici.....	8
3.	DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO	9
3.1	Le infrastrutture presenti nell'ambito territoriale di riferimento	11
4.	PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE.....	18
5.	METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI	23
5.1	Software e standard di calcolo.....	23
6.	SINTESI METODOLOGICA	25
6.1	Raccolta dati informativi e territoriali.....	25
6.1.1	L'aspetto piano – altimetrico e la georeferenziazione degli edifici	25
6.1.2	La vettorializzazione degli strati informativi relativi agli obiettivi sensibili	25
6.1.3	L'informazione relativa agli assi viari e ferroviari	27
6.1.4	Le sezioni censuari e la popolazione globale	28
6.1.5	Il dato di popolazione residente: il valore derivato per singolo edificio.....	29
6.1.6	Monitoraggio dei flussi di traffico	30
6.1.7	Monitoraggi del rumore	33
6.1.8	La sorgente ferroviaria: descrizione e caratterizzazione	35
6.1.9	L'area portuale: descrizione e caratterizzazione	36
6.2	La predisposizione del sistema di calcolo	38
6.2.1	Andamento altimetrico del terreno	38
6.2.2	Localizzazione e caratterizzazione degli edifici	39
6.2.3	Copertura del suolo.....	41
6.2.4	Caratterizzazione dell'emissione sonora delle sorgenti: gli assi stradali.....	41
6.3	Procedura di elaborazione della mappatura acustica	46

7. STIMA DEI RESIDENTI, DEGLI EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SONORI IN FASCE STABILITE E RICETTORI SENSIBILI.....	47
8. PROCEDURA DI VALIDAZIONE DEL MODELLO.....	58
9. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI	61
9.1 La valutazione della popolazione residente.....	61
9.2 La valutazione dei recettori sensibili.....	62
9.3 Confronto con i dati della mappatura 2017.....	65
9.4 Considerazioni conclusive	65
10. MATERIALE TRASMESSO	67
11. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	68
12. INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE	69

Autorità Competente

Comune di Palermo

Coordinamento attività

Dott. Ferdinando Ania (Comune di Palermo)

Ing. Antonio Mazzon (Comune di Palermo)

Dott. Antonio Sansone Santamaria (Arpa Sicilia)

Elaborazione dati GIS e modellazione acustica ambientale

Ing. Rosario Marretta (ARPA Sicilia)

Monitoraggio e misure ambientali

U. O. S. Agenti Fisici Area Occidentale - Arpa Sicilia

Dati ambientali

Dott. Davide Mistretta (Rete Ferroviaria Italiana)

Redazione

Ing. Rosario Marretta (ARPA Sicilia)

1. INTRODUZIONE GENERALE

Il Decreto Legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione ed alla gestione del rumore ambientale” prevede l’obbligo da parte degli agglomerati urbani con popolazione maggiore di 100.000 abitanti di elaborare la “Mappa Acustica Strategica” nonché i “Piani d’Azione” per l’abbattimento del rumore ambientale in recepimento alla Direttiva Europea 2002/49/CE.

La Regione Sicilia - Assessorato Regionale del Territorio e dell’Ambiente - attraverso il D.A. n. 16/GAB del febbraio 2007 ha individuato l’Agenzia Regionale per la Protezione dell’Ambiente - ARPA Sicilia - quale autorità competente per l’esecuzione delle attività previste dal decreto legislativo n. 194/2005 riguardanti nello specifico la predisposizione della Mappatura Acustica Strategica e dei relativi Piani di Azione per l’agglomerato urbano di Palermo.

Con successivo D.A. n. 4/GAB del 11 Gennaio 2017 è avvenuto un passaggio di competenze in merito alla realizzazione di detti adempimenti normativi ed è stato nominato, quale Autorità competente, il Comune di Palermo.

In data 23 marzo 2022 il Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) ha convocato le Autorità competenti ed il sistema delle Agenzie Regionali per la Protezione dell’Ambiente per la presentazione delle Linee Guida, elaborate dal MiTE e da ISPRA, relative alla produzione della documentazione per le mappature acustiche e le mappe acustiche strategiche, secondo quanto riportato nel “Regolamento (UE) 2019/1010 del Parlamento europeo e del Consiglio del 5 giugno 2019” e nella “Decisione di Esecuzione (UE) 2021/1967 della Commissione del 11 novembre 2021”. Detta documentazione deve essere prodotta in conformità con quanto previsto dalla Direttiva 2007/2/CE (INSPIRE) e deve essere trasmessa alla Commissione Europea, per il tramite del Ministero della Transizione Ecologica, attraverso il meccanismo obbligatorio di scambio di informazioni digitali, per la rendicontazione su tutte le dimensioni della Direttiva sul Rumore Ambientale (END) da parte degli Stati membri, chiamato Reportnet 3.0 e sviluppato dall’Agenzia Europea dell’Ambiente.

A seguito di detta riunione, l’Assessorato Territorio ed Ambiente – Dipartimento Regionale dell’Ambiente – Servizio 2 – Pianificazione Ambientale, ha convocato (giusta nota prot. n. 19573 del 23 marzo 2022) una riunione con le Autorità competenti per i quattro agglomerati di Palermo, Catania, Messina e Siracusa e con ARPA Sicilia per verificare la disponibilità da parte dei comuni interessati della base dati necessaria per la predisposizione delle mappature acustiche. Nel corso dell’incontro, che ha visto la partecipazione di tutti i soggetti interessati, le Autorità competenti hanno evidenziato i dati disponibili e manifestato la disponibilità ad effettuare una ricognizione in tempi brevi per verificare l’eventuale esistenza di altri dati potenzialmente idonei per la predisposizione degli adempimenti normativi. Le stesse Autorità, come riportato nella nota prot. n. 43265 del 10 Giugno 2022 dell’Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, evidenziavano contestualmente che “i comuni di Catania, Messina, Palermo e Siracusa non hanno personale che abbia le necessarie competenze e che sia assegnabile a tali attività...”

In ragione del fatto che i commi 1 e 2 dell’art. 36 del Regolamento sull’assetto organizzativo dell’Arpa, adottato con D.A. n. 165/GAB del 1 giugno 2005, prevedono che “i Comuni, per l’esercizio delle funzioni proprie in campo ambientale, si avvalgono del supporto tecnico di ARPA

Sicilia”, in una ottica di ottimizzazione delle risorse e con piena collaborazione del Comune di Palermo, ARPA Sicilia al fine di garantire ai comuni il supporto tecnico necessario ha provveduto tramite la contrattualizzazione di un professionista e la disponibilità di risorse tecniche ed umane presenti in seno all’Agenzia ad attivare le procedure necessarie alla realizzazione della mappatura acustica strategica dell’agglomerato di Palermo.

Sono stati utilizzati gli algoritmi di calcolo raccomandati dalla Comunità Europea, con riferimento alla Direttiva 2015/996/UE del 19 maggio 2015 (standard di calcolo “CNOSSOS-EU”), che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, entrata in vigore il 1° gennaio 2020. Come definito dal Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 14 gennaio 2022, per il calcolo è stato fatto riferimento all’aggiornamento della Direttiva 2015/996/UE introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE emessa il 29/07/2021.

Il presente documento costituisce la relazione descrittiva con i risultati del lavoro svolto nonché una sintesi delle scelte metodologiche.

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La normativa a cui si è fatto riferimento per le modalità ed i criteri di realizzazione della Mappa Acustica Strategica sono elencati di seguito:

2.1 Normativa europea

DIRETTIVA 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

La Direttiva Europea 2002/49/CE introduce come descrittori acustici comuni per l'elaborazione della Mappa Acustica Strategica il livello giorno-sera-notte (day-evening-night level), L_{den} , ed il livello equivalente notturno, L_{night} , per determinare rispettivamente il fastidio ed i disturbi del sonno.

Di seguito viene riportata la definizione del livello giorno-sera-notte L_{den} , come indicato nell'Allegato I della citata Direttiva:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left(12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right)$$

nel quale:

- il giorno è di 12 ore, la sera di 4 ore e la notte di 8 ore; gli Stati membri possono accorciare il periodo serale di una o 2 ore e allungare il periodo diurno e/o notturno di conseguenza;
- l'orario di inizio del giorno è a discrezione dello Stato membro; le fasce orarie standard sono 07:00-19:00, 19:00-23:00, 23:00-07:00;
- l'anno è l'anno di osservazione per l'emissione acustica e un anno medio sotto il profilo meteorologico;
- si considera il suono incidente e si trascurava il suono riflesso dalla facciata considerata.

Il descrittore del rumore notturno L_{night} è invece definito alla norma ISO 1996-2:1987 ed è determinato sull'insieme dei periodi notturni di un anno.

Le mappe acustiche strategiche devono soddisfare i requisiti minimi di cui all'Allegato IV della Direttiva, in particolar modo devono rappresentare dati relativamente ad uno dei seguenti aspetti:

- una situazione di rumore esistente, precedente o prevista in funzione di un descrittore acustico;
- il superamento di un valore limite;
- il numero stimato di abitazioni, scuole e ospedali di una determinata zona che risultano esposti a specifici valori di un descrittore acustico;
- il numero stimato delle persone che si trovano in una zona esposta al rumore e riguardante il rumore emesso dal traffico stradale, ferroviario e aeroportuale e da siti di attività industriale.

I dati da trasmettere alla Commissione Europea per gli agglomerati e per le infrastrutture principali, contenuti nell'Allegato VI, sono:

- il numero totale stimato di persone che occupano abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{den} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69,

70-74, >75, con distinzione fra rumore da traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. Si dovrebbe inoltre precisare, ove possibile e opportuno, quante persone negli intervalli di cui sopra occupano abitazioni dotate di:

- a) insonorizzazione speciale dal particolare rumore in questione;
- b) una facciata silenziosa (almeno 20 dB in meno rispetto alla facciata più esposta);
 - il numero totale stimato di persone che occupano abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livelli di L_{night} in dB a 4 m di altezza sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70, con distinzione fra rumore da traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. Si dovrebbe inoltre precisare, ove possibile e opportuno, quante persone negli intervalli di cui sopra occupano abitazioni dotate di:
 - a) insonorizzazione speciale dal particolare rumore in questione;
 - b) una facciata silenziosa (almeno 20 dB in meno rispetto alla facciata più esposta);
 - la superficie totale (km^2) esposta a livelli di L_{den} rispettivamente superiori a 55, 65 e 75 dB. Occorre inoltre fornire il numero totale stimato di abitazioni e il numero totale stimato di persone presenti in ciascuna zona.

DIRETTIVA 2015/996/UE della commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.

La direttiva ha sostituito l'Allegato II della END che definisce i metodi comuni di determinazione del rumore, da utilizzare per gli adempimenti della stessa END.

DIRETTIVA DELEGATA 2021/1226/UE della Commissione del 21 dicembre 2020 che modifica, adeguandolo al progresso scientifico e tecnico, l'allegato II della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda i metodi comuni di determinazione del rumore (EN Official Journal of the European Union L. 269/65 del 28/07/2021, entrata in vigore il 29/07/2021).

2.2 Normativa italiana

Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (e suoi successivi decreti attuativi)

D.M. Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"

D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 194, "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale"

La Direttiva 2002/49/CE è stata recepita in Italia tramite il Decreto Legislativo n. 194/2005. Tale decreto riprende sostanzialmente i contenuti e i principi delineati nella Direttiva. L'Italia si è avvalsa della possibilità di modificare i periodi di riferimento standard (giorno 07:00-19:00, sera 19:00-23:00, notte 23:00-07:00) indicati nella Direttiva per la determinazione del livello giorno-sera-notte (L_{den}).

In particolare nell'Allegato 1 del D.Lgs. n. 194/2005 il periodo giorno-sera-notte viene così suddiviso:

- periodo giorno: dalle 06:00 alle 20:00;
- periodo sera: dalle 20:00 alle 22:00;
- periodo notte: dalle 22:00 alle 06:00.

D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161”.

Il decreto interviene con varie modifiche che riguardano le autorità competenti ed i tempi di restituzione di mappature acustiche, mappature strategiche e piani di azione ed istituisce presso il Ministero dell’Ambiente una Commissione per la Tutela dall’Inquinamento Acustico. Con l’Articolo 7 viene recepita la Direttiva 2015/996/CE che sostituisce i metodi di calcolo provvisori con il metodo CNOSSOS.

Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 14 gennaio 2022 “Attuazione della direttiva (UE) 2020/367 della Commissione del 4 marzo 2020, riguardante la definizione di metodi di determinazione degli effetti nocivi del rumore ambientale, e della direttiva delegata (UE) 2021/1226 della Commissione del 21 dicembre 2020, riguardante i metodi comuni di determinazione del rumore”.

Il decreto ministeriale ha stabilito che ai fini dell’applicazione dell’allegato 2 (“Metodi di determinazione dei descrittori acustici”) del D.Lgs. n. 194/05 “si applicano i metodi di determinazione dei descrittori acustici ivi previsti con le modifiche introdotte dall’allegato alla Direttiva” del 2021. Lo stesso DM ha stabilito che in luogo dell’applicazione dell’allegato 3 (“Metodi di determinazione degli effetti nocivi”) dello stesso D.Lgs. n. 194/05 si applicano gli analoghi metodi previsti dalla Direttiva 2020/367/UE e successive rettifiche.

2.3 Riferimenti tecnici

European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure” – Version 2, 13/08/2007.

Environmental Noise Directive - Reporting guidelines – December 2021, Version 1.1.

Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022).

3. DESCRIZIONE DELL'AGGLOMERATO

La Regione Sicilia attraverso il D.A. n. 51/GAB del Marzo 2007 ha individuato, come previsto dal decreto legislativo n. 194 del 19 agosto 2005, l'agglomerato urbano di Palermo nell'ambito della Regione Sicilia.

Nel 2015 l'agglomerato di Palermo, che rientrava tra i 12 agglomerati individuati in Italia con una popolazione superiore ai 250.000 abitanti, risultava costituito dai territori che rientrano nello stesso comune di Palermo e nei comuni di Bagheria, Monreale, Villabate, Santa Flavia, Ficarazzi e Casteldaccia. L'estensione territoriale dell'agglomerato era pari a circa 776 Km², con una popolazione interessata pari a 829.030 abitanti. Il Comune di Palermo, con una estensione di 160 Km², comprendeva circa il 20% della superficie complessiva, con una popolazione di 678.492 abitanti (pari al 81 % dell'intero agglomerato).

Il D.A. n. 51 sopra citato è stato annullato dal D.A. n. 105/GAB del 17 marzo 2016 per carenza di motivazione della metodologia utilizzata e per difformità all'art. 2, comma1, lett. a) del D.Lgs. n. 194 del 19 Agosto 2005. Per tale ragione con D.A. n. 134/GAB del 11 Aprile 2016 è stato individuato ed è ad oggi in vigore il nuovo agglomerato urbano di Palermo. L'estensione territoriale dell'agglomerato è pari di fatto a quella del centro abitato del Comune di Palermo, con una superficie di circa 78,7 Km² ed una popolazione pari a circa 640.720 abitanti residenti (dati desunti dalla classificazione Eurostat delle Unità Territoriali (LAU – Local Administrative Units), con riferimento alla tabella "EU-27-LAU-2021-NUTS-2021.xlsx" aggiornamento 2021).



Figura 1 - Inquadramento dell'Agglomerato di Palermo (fonte Google Earth)

Le frazioni di Ciaculli e Bellolampo costituiscono soltanto un'area molto ridotta rispetto al totale indicato e vi insistono un numero di residenti molto esiguo come è possibile osservare dalla immagine che segue.

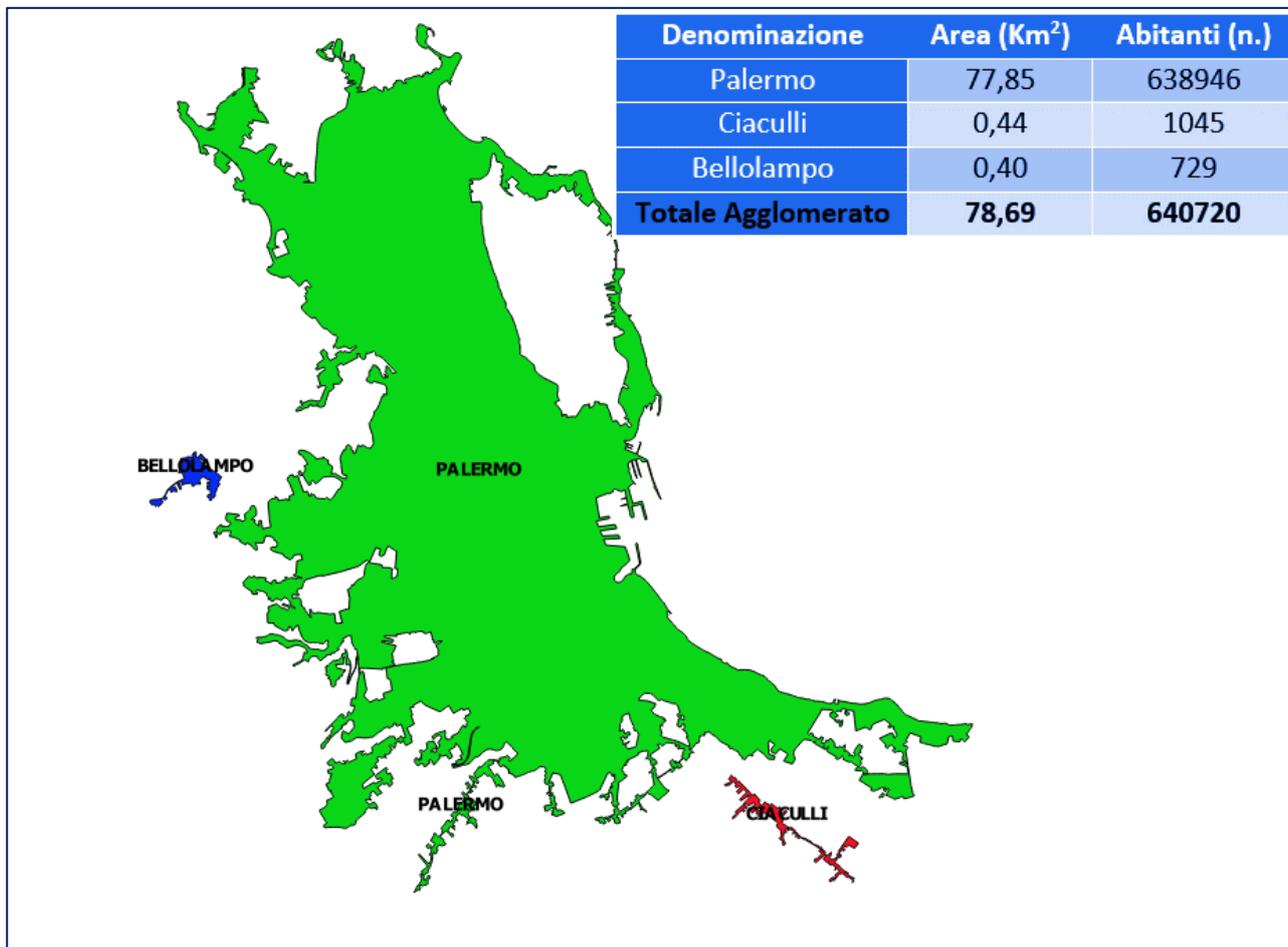


Figura 2 - Suddivisione dell'Agglomerato ed informazioni su superficie e popolazione residente

Secondo quanto riportato nel paragrafo 5.1.1 dell'“Allegato 1 – specifiche per i codici identificativi univoci” contenuto nel documento “Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappe acustiche strategiche (D.Lgs. 194/2005) – marzo 2022” il codice identificativo univoco attribuito all'agglomerato di Palermo è **AG_IT_00_00008**. Il codice identificativo LAU, anch'esso desunto dalla sopracitata classificazione Eurostat delle Unità Territoriali (LAU – Local Administrative Units), fonte <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/local-administrative-units>, è **082053**.

All'interno dell'agglomerato di Palermo, sono presenti le seguenti sorgenti acustiche soggette a mappatura acustica (ai sensi della direttiva 2002/49/CE):

- infrastrutture stradali PRINCIPALI “agglomerationMajorRoad” (ovvero interessate da un traffico veicolare superiore ai 3.000.000 di veicoli/anno): tratti delle autostrade A19 ed A29 e relativi svincoli di accesso, il Viale della Regione Siciliana;



Figura 3 – Rappresentazione semplificata delle “MajorRoad” ricadenti nell’Agglomerato

- infrastrutture stradali NON PRINCIPALI “agglomerationRoad” (ovvero interessate da un traffico veicolare inferiore ai 3.000.000 di veicoli/anno): tutte le altre infrastrutture stradali ricadenti all’interno dell’agglomerato;
- infrastrutture ferroviarie “agglomerationRailways” (ovvero linee ferroviarie interessate da un traffico di treni superiore ai 30.000 convogli/anno);

Come per la precedente mappatura, l’agglomerato di Palermo non presenta rilevanze di particolare interesse acustico sotto il profilo industriale. Di conseguenza, come già rilevato da ARPA Sicilia nei precedenti round di mappatura, le sorgenti industriali non sono state ritenute significative ai fini della mappa acustica strategica.

3.1 Le infrastrutture presenti nell’ambito territoriale di riferimento

La **struttura viaria principale** (rete portante della viabilità) di Palermo può essere descritta distinguendo i due sistemi in cui si articola: il sistema della viabilità di accesso alla città ed il sistema della viabilità urbana.

Il sistema della viabilità che consente l’accesso alla città è costituito dalle autostrade (Ente Gestore: ANAS), dalla cosiddetta “circonvallazione” (Ente Gestore: Comune di Palermo) e dalle strade statali (Ente Gestore: ANAS) e provinciali (Ente Gestore: Libero consorzio comunale di Palermo) che con assetto radiale collegano il capoluogo con il suo hinterland:

- l’autostrada A19 (Palermo – Catania), che serve le relazioni con le aree industriali di Termini Imerese, Bagheria e Brancaccio, nonché le relazioni con Messina e il continente, attraverso il collegamento con la A20 (Palermo-Messina) allo svincolo di Buonfornello, e con le province di Catania, Siracusa, Ragusa, Enna e Caltanissetta;

- l'autostrada A29 (Palermo – Trapani – Mazara del Vallo), che serve le relazioni con l'aeroporto “Falcone - Borsellino”, con l'area industriale di Carini e con la Sicilia Occidentale;
- il Viale della Regione Siciliana, con funzioni sia di sistema collettore e distributore urbano per i traffici interni e provenienti dagli assi di penetrazione radiali, sia di collegamento e di by-pass urbano per i traffici di attraversamento tra la A19 e la A29;
- la S.S. 113 est Settentrionale Sicula in direzione di Messina, con funzione di collegamento tra i centri costieri (Bagheria, Casteldaccia, Altavilla M., Termini I., Cefalù, ecc.);
- la S.S. 121 Catanese (per i collegamenti con Villabate, Misilmeri, Bolognetta, ecc. in direzione di Catania);
- la S.P. 37 di Gibilrossa (Ciaculli – Gibilrossa – Bivio Volpe);
- la S.P. 5 di Piana (Villagrazia – Altofonte – Piana degli Albanesi – Bivio Ficuzza);
- la S.S. 186 di Monreale;
- la S.P. 1 di Montelepre (Borgo Nuovo – Montelepre – Partinico);
- la S.S. 113 ovest Settentrionale Sicula con flussi da/per Trapani, che collega i centri costieri (Isola delle Femmine, Capaci, Cinisi, Terrasini) fino al bivio con la S.S. 187 per Partinico, Alcamo e Trapani.

Il Viale della Regione Siciliana, nota anche come “circonvallazione”, ha una sezione di tipo autostradale ed è utilizzata sia come tangenziale urbana sia per il cosiddetto traffico di attraversamento. Essa delimita una netta separazione tra il tessuto urbano interno più compatto e l'area periferica. Presenta inoltre alcuni vincoli strutturali che devono essere oggetto di interventi per la loro eliminazione, quali ad esempio l'adeguamento dello svincolo di Via Oreto, la realizzazione degli svincoli della zona industriale di Brancaccio, di Via Perpignano e del Viale Francia, il completamento dei ponti sul fiume Oreto, la realizzazione di sovrappassi pedonali e la necessità di realizzare nuove connessioni con la città, attraverso la razionalizzazione del sistema dei varchi di collegamento tra le corsie centrali e laterali.

Il sistema della viabilità urbana è incentrato sul reticolo di strade a maglia ortogonale dell'area centrale (delimitata dal fiume Oreto a sud, dal Viale della Resurrezione a nord, dal mare ad est e dal tracciato della circonvallazione ad ovest). In particolare, l'area centrale di Palermo (coincidente con il Centro Storico) risultava fino al 2016 caratterizzata dalla presenza di due tra i più importanti assi ortogonali tra loro:

- Via Vittorio Emanuele – Corso Calatafimi, che costituiva la direttrice est – ovest su cui è sorto il nucleo originario della città (Cassaro), poi proseguita in epoca successiva fino a Monreale (S.S. 186);
- Via Maqueda, lungo il cui asse seicentesco sono state ordite le successive espansioni a sud lungo Via Oreto ed a nord lungo l'itinerario Via Ruggero Settimo – Via della Libertà.

I suddetti assi dividono idealmente in quattro settori ("mandamenti") il Centro Storico (compreso tra Via Volturno – Via Cavour, Corso Tukory – Via Lincoln, Corso Alberto Amedeo – Corso Re Ruggero ed il mare), caratterizzato al suo interno da una viabilità poco permeabile con sezione molto ridotta e disomogenea. Unica eccezione è rappresentata dalla Via Roma, che attraversa il Centro Storico parallelamente a Via Maqueda, collegando la Stazione Centrale con la zona di Piazza Politeama.

La situazione della viabilità è stata in tempo recente influenzata dalla introduzione delle Zone a Traffico Limitato (Z.T.L.) - *Ordinanza Ufficio del Piano Tecnico del Traffico n. 1077 del 12/09/2016 avente per oggetto: "Zona a Traffico Limitato Centrale/Avvio ZTL1 - misure di limitazione della circolazione veicolare per il contenimento dell'inquinamento atmosferico - Regolamentazione accesso, transito e sosta"*.

Questa misura ha interessato principalmente gli assi viari sopraelencati, alterandone i flussi in particolar modo nelle ore diurne. La limitazione, ad oggi, è attiva nell'intervallo 08:00-20:00 dal lunedì al giovedì, il venerdì dalle 08:00 alle 24:00 (eccezione fatta per il periodo invernale nel quale il transito è libero nella fascia 20:00 – 23:00), nelle giornate di sabato dalle 00:00 alle 06:00 e dalle 20:00 alle 24:00 (con la stessa eccezione nel periodo invernale che vale per il venerdì) ed infine la domenica nella sola fascia dalle 00:00 alle 06:00).

A causa di dette restrizioni i flussi di traffico veicolare hanno visto una diminuzione del numero di automobili transitanti. Tuttavia, la necessità di continuare a raggiungere il posto di lavoro o di studio, affiancata dalla realtà di un servizio pubblico dei trasporti a volte carente, ha di fatto determinato una congestione del traffico alle aree perimetrali delle Zone a Traffico Limitato, spostando probabilmente il problema di poche centinaia di metri.



Figura 4 - Delimitazione della Z.T.L. (fonte <https://ztl.comune.palermo.it>)

Altri assi stradali principali che attraversano l'area urbana di Palermo in direzione Nord – Sud sono:

- l'itinerario costiero, che partendo dalla S.S. 113 prosegue lungo il percorso Via Messina Marine – Foro Umberto I° - Via Cala – Via Francesco Crispi – Via Montepellegrino – Viale Diana – Mondello;
- Via Oreto, che dalla circonvallazione si innesta in Piazza G. Cesare (Stazione Centrale) sulla direttrice di Via Roma;
- Corso dei Mille, che collega la zona Brancaccio con il Centro Storico;
- l'asse Corso Re Ruggero – Piazza Indipendenza – Via Bonello – Via Papireto, che segue il perimetro a monte delle mura del Centro Storico e, proseguendo con Via Nicolò Turrisi, si collega con la viabilità principale del centro città;
- l'asse costituito dalle Vie Rosario Nicoletti – Lanza di Scalea – Strasburgo – Restivo – Sciuti – Terrasanta – Cusmano – Brunetto Latini – Goethe, che collega la zona nord della città con il Centro Storico;
- l'asse costituito dalle Vie Saline – Mattei – Castelforte – Duca degli Abruzzi – Del Fante che, costeggiando il Parco della Favorita, collega la borgata di Partanna/Mondello con la zona Stadio e Piazza Vittorio Veneto;
- l'asse Viale Margherita di Savoia – Via Diana, che parallelo all'asse precedentemente elencato collega la borgata di Mondello con la zona “Fiera”.

I principali assi trasversali (ovvero in direzione est-ovest) sono:

- Via Lincoln – Corso Tukory, che passando dalla Stazione Centrale prosegue a monte con Via Basile fino alla circonvallazione ed S.S. 624;
- Corso Vittorio Emanuele (noto storicamente come “il Cassero”) che costituisce l'asse principale dell'antica città e collega il mare con piazza Indipendenza, sulla quale confluiscono 4 importanti arterie stradali: Corso Calatafimi (in prosecuzione con l'asse del Cassero) verso Monreale, Corso Pisani – Via Palmerino fino alla circonvallazione, Via Cappuccini – Via Pitrè verso la borgata di Boccadifalco, Via Colonna Rotta verso il quartiere Zisa;
- Via Cavour – Via Volturmo che, sul tracciato delle vecchie mura e bastioni Nord, prosegue con Corso Finocchiaro Aprile – Via Noce – Via Evangelista Di Blasi – Via Castellana verso Borgo Nuovo;
- l'asse Via Emerico Amari – Piazza Castelnuovo – Via Dante;
- l'asse costituito dalle Vie dei Cantieri – Duca della Verdura – Notarbartolo – Leonardo da Vinci fino a Borgo Nuovo;
- l'asse costituito dalle Vie Imperatore Federico – Lazio – Michelangelo fino a Borgo Nuovo;
- l'asse Via Venere – Via dell'Olimpo, che collega Mondello con l'autostrada A29 tramite la Via Rosario Nicoletti e lo svincolo “Tommaso Natale”.

Si evidenzia, come già riscontrato nel precedentemente aggiornamento, che la confluenza d'assi stradali primari e secondari verso la città ed i forti movimenti veicolari che v'insistono, per di più spesso su una rete viaria non più adeguata strutturalmente e vincolata da “barriere” quali la ferrovia, il fiume Oreto e gli ambiti urbanistici sostanzialmente impermeabili alla circolazione ha

condotto progressivamente a far confluire impropriamente il traffico di attraversamento anche sulla viabilità urbana centrale.

Per ciò che riguarda le **infrastrutture ferroviarie** presenti all'interno dell'agglomerato urbano la Stazione di Palermo Centrale, situata nel cuore della città, in Piazza Giulio Cesare, è il principale scalo ferroviario della città; è una stazione di testa, in quanto in essa confluiscono i binari della linea Palermo – Trapani e della ferrovia Palermo – Messina. L'infrastruttura, classificata da RFI come linea complementare, è di tipologia elettrificata a doppio binario o a binario semplice e si estende dalla fermata del quartiere Roccella – Acqua dei Corsari, all'estrema periferia Sud – Est della città, fino alla fermata di Sferracavallo, nel punto più a Nord – Ovest, da cui prosegue poi fino all'aeroporto di Palermo.

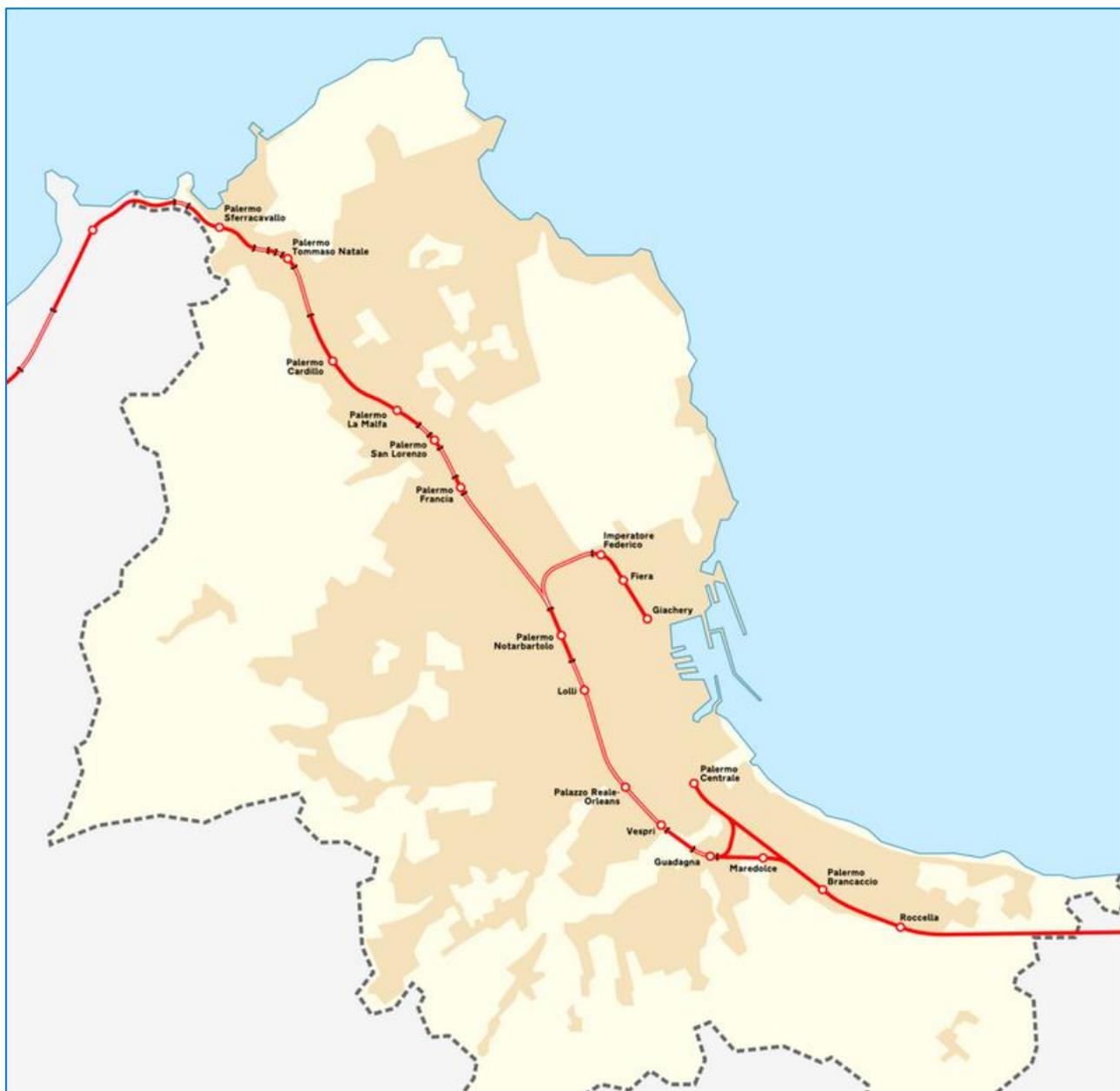


Figura 5 - Rappresentazione della linea ferroviaria

Il Comune di Palermo si è recentemente dotato di un sistema tranviario. La rete tranviaria di Palermo è costituita da quattro linee, la cui corsa inaugurale è avvenuta il 30 dicembre 2015, confluenti dalla periferia della città verso alcuni centri di interesse prossimi al centro cittadino. In particolare le linee sono così caratterizzate:

- **linea 1 “Roccella”**: lunga circa 5,5 Km, collega la zona est della città direttamente alla Stazione Centrale, favorendo così l’interscambio anche con le linee ferroviarie regionali e a lunga percorrenza;
- **linea 2 “Borgonuovo – Notarbartolo”**: lunga circa 4,8 Km, collega il quartiere Borgo Nuovo (zona nord – ovest della città) con la Stazione FS Notarbartolo, la quale parimenti alla Stazione Centrale è altresì servita dai treni regionali di Trenitalia;
- **linea 3 “C.E.P. - Notarbartolo”**: lunga circa 5 Km, collega l’insediamento abitativo del quartiere CEP con la Stazione FS Notarbartolo. La linea conta 12 stazioni compresi i due capolinea;
- **linea 4 “Notarbartolo – Calatafimi – Notarbartolo”**: lunga circa 8 Km (in un anello circolare), collega il grande insediamento abitativo del quartiere Notarbartolo con l’area ovest della Città nella zona nevralgica attraversata da Corso Calatafimi.



Figura 6 - Sistema Tram di Palermo (fonte <http://amat.pa.it>)

Per quanto riguarda i **trasporti marittimi** il più importante approdo è il porto di Palermo. Principale via d’accesso alla Sicilia per passeggeri e merci è uno dei più bei porti naturali d’Europa. Grazie alla sua favorevole posizione geografica Palermo rappresenta uno strategico approdo per la navigazione nel Mediterraneo. Il capoluogo possiede un ricco patrimonio culturale ed un florido turismo che rappresenta un’importante industria non soltanto per la città ma anche per il porto stesso, diventato uno degli approdi favoriti dalle navi crociera, ma anche yacht e scafi da diporto.



Figura 7 - Il porto di Palermo (tratta da Google Earth)

Vi sono inoltre altri approdi minori principalmente dedicati alle marinerie locali ed al diporto nautico: il porto dell'Acquasanta, il porto dell'Arenella, il porto della Cala, il porto dell'Addaura, il porto di Mondello, il porto della Fossa del Gallo, il porto di Sferracavallo, il porto della Bandita ed il porto di Sant'Erasmo.

4. PROGRAMMI DI CONTENIMENTO DEL RUMORE

Il Comune di Palermo, Area della Pianificazione Urbanistica – Servizio Ambiente, facendo seguito a quanto richiesto con nota prot. 7911 del 02/11/2022 dall’ Assessorato Dipartimento Regionale dell’Ambiente - Servizio 2 – Pianificazione Ambientale e da ARPA Sicilia in data 22/09/2022, ha trasmesso la relazione descrittiva sullo stato di attuazione del Piano di Azione della città di Palermo, ai sensi del D.Lgs 194/05, con riferimento al periodo 2018-2022. In particolare è stata fornita una tabella comparativa che indica lo stato di avanzamento degli interventi contenuti nella Relazione descrittiva del Piano di Azione dell’agglomerato di Palermo, ai sensi del D.Lgs 194/05, IT_a_ag00008 del 28/05/18.

La colonna a destra della tabella, che viene riportata a seguire, contiene la valutazione sullo stato di attuazione di ciascun intervento riportato nella colonna di sinistra.

Descrizione dell'intervento	Stato di attuazione
Il raddoppio del passante ferroviario Palermo Centrale, Brancaccio, Carini, Punta Raisi prevede la realizzazione di una linea in ambito urbano con le fermate intermedie di Oreto – Guadagna, Vespri – Policlinico, Viale delle Scienze – Orleans, Palazzo di Giustizia, Lolli, Lazio, Belgio, Cardillo. Fuori città Carini est e Punta Raisi. Ultimazione lavori entro il 2018.	Nel mese di agosto del 2022, Rete Ferroviaria Italiana ha pubblicato il bando di gara per il completamento della “Tratta A” del passante ferroviario di Palermo dalla fermata di Palazzo Reale Orleans fino alla stazione di Palermo Notarbartolo. La gara ha un valore di oltre 17 milioni di euro. Ad oggi non è possibile prevedere la data di ultimazione dei lavori, in quanto la gara d’appalto è andata deserta e RFI sta valutando le soluzioni più opportune.
Anello Ferroviario prevede la realizzazione di una linea Notarbartolo – Lolli – Politeama – Porto – Giachery – Via Imperatore Federico – Lazio/Libertà – Notarbartolo.	Nel 2022 è stato abbattuto l’ultimo diaframma della galleria Amari-Politeama.
Ultimazione lavori entro il 2021.	Il tratto Notarbartolo-Giachery fino a piazza Castelnuovo dovrebbe essere messo in servizio entro il primo semestre del 2024.
“Lavori di costruzione per il raddoppio della circonvallazione di Palermo relativo al tronco compreso tra via Giafar e via Altofonte – Progetto stralcio relativo ai lavori di costruzione dei ponti laterali sul fiume Oreto”. Importo dell’opera finanziato: € 17.000.000,00. Ultimazione lavori entro il 2022.	L’intervento è in fase di progettazione.

<p>Prolungamento della pista ciclabile zona SUD da Via Archirafi fino al porticciolo della Bandita. Importo dell'opera finanziato: € 2.300.000,00, per un totale di 4,5 km circa. Ultimazione lavori entro il 2022.</p>	<p>È stato redatto il progetto esecutivo.</p>
<p>Riconversione ad uso pista ciclabile GREEN WAY della rimessa ferroviaria a scartamento ridotto Palermo – Camporeale tratto Palermo – Monreale. Importo dell'opera finanziato: € 4.700.000,00. Ultimazione lavori entro il 2022.</p>	<p>Intervento ancora in fase di progettazione esecutiva.</p>
<p>Il vigente PGTU, nonché il relativo piano di settore (Piano della Mobilità Dolce), attinente all'estensione della rete ciclabile, prevedono percorsi per un totale di 145 km circa. Al 31/12/2017 era disponibile una rete ciclabile di 49 km circa. Nel quinquennio 2018-2022 realizzazione di ulteriori 16,5 km.</p>	<p>Fino al 2022 sono state realizzati 3,8 km di piste ciclabili.</p>
<p>Interventi finanziati dal PON METRO: periodo 2018 – 2022.</p>	
<p>Telecontrollo di impianti semaforici nel territorio cittadino.</p>	<p>Il sistema è stato realizzato e finanziato con fondi PON METRO Palermo 2014-2020 - PA2.2.1.a. Il collaudo della fornitura è avvenuto in data 05/08/2020. Il sistema non è ancora entrato in funzione poiché si sta procedendo all'addestramento del personale e alla predisposizione della control-room per la gestione del sistema.</p>
<p>Estensione della rete di controllo dei varchi di accesso ZTL.</p>	<p>Il Progetto, interamente finanziato con fondi PON METRO, è stato affidato alla Società SISPI. I varchi sono regolarmente funzionanti. Si deve ancora procedere al collaudo prima della rendicontazione finale.</p>
<p>Attivazione di un sistema di controllo telematico dei transiti lungo le corsie riservate.</p>	<p>Non ancora attivato.</p>
<p>Pannelli per l'infomobilità disposti in hub strategici.</p>	<p>Il Progetto, interamente finanziato con fondi PON METRO, è stato affidato alla Società SISPI. Il progetto è in fase di definizione.</p>

<p>Incentivare l'uso di veicoli elettrici, mediante la realizzazione di colonnine di ricarica.</p>	<p>Il Comune di Palermo ha emanato un bando pubblico per l'individuazione di operatori economici interessati alla fornitura, installazione e gestione di colonnine di ricarica di veicoli ad alimentazione elettrica o ibridi. In atto le ditte EnI-X e Be Charge stanno procedendo all'installazione di nr. 80 impianti su un totale previsto di 223.</p>
<p>Incrementare la dotazione delle aree pedonalizzate. Il vigente PGTU, al riguardo delle aree da pedonalizzare, prevede un'estensione complessiva di 83 ettari circa.</p> <p>Considerato che al 31/12/2017 le aree pedonali attive si estendevano per una superficie di 34 ettari circa, nel quinquennio 2018-2022 si era prevista un'estensione complessiva di oltre 49 ettari circa, con un incremento di oltre il 140%.</p>	<p>In data 30/05/2022 è stato redatto il "piano di delimitazione delle aree e dei percorsi pedonali della città di Palermo" che prevedeva la realizzazione delle seguenti aree per un totale di 94,10 Ha:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Area pedonali nuovo PRG 70,47 Ha; ▪ Aree pedonali di precedente sperimentazione centro storico 1,34 Ha; ▪ Aree pedonali di precedente sperimentazione esterne 11,42 Ha; ▪ Aree pedonali da realizzare centro storico 0,61 Ha; ▪ Aree pedonali da realizzare esterne al centro storico 0,58 Ha; ▪ Aree pedonali previste dal PGTU non realizzate 6,55 Ha; ▪ Aree ciclopedonali 0,88 Ha; ▪ Area pedonale correlate al progetto tram via Roma 2,25 Ha <p>La proposta di deliberazione di Giunta Comunale per la relativa approvazione è stata restituita al Servizio con nota nr. 793010 del 12/07/2022 per la successiva riformulazione.</p>
<p>Acquisto di 122 nuovi autobus, rispondenti alle vigenti normative in termini di inquinamento ambientale ed acustico, che andranno a sostituire altrettanti mezzi vetusti.</p>	<p>Fondi PON METRO:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ PA 2.2.2.a - Rinnovamento flotta autobus con n. 10 autobus Diesel Euro 6 del tipo autosnodato a fronte della dismissione di 10 autobus obsoleti diesel Euro 2 ▪ PA 2.2.2.b - Rinnovamento flotta autobus con n. 23 autobus Diesel Euro 6 da 12 metri a fronte della dismissione di 23 autobus obsoleti diesel Euro 2 <p>AGENDA RUBANA-Azione 4.6.2:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> Fornitura di n. 16 autobus diesel urbani da 8,00 mt fornitura di n. 38 autobus urbani a metano da mt. 12,00; <p>Acquisto su Consip in attesa di consegna.</p> <p>FONDI PNRR fornitura di 158 autobus ad alimentazione elettrica e realizzazione delle relative infrastrutture di supporto. In fase di redazione del Documento di Indirizzo della Progettazione (DIP).</p>
Incremento della flotta esistente di CAR SHARING che, attualmente, consta di 157 mezzi. L'obiettivo è quello di acquisire ulteriori 100 veicoli, sfruttando i finanziamenti del Ministero dell'Ambiente.	Le auto in car sharing nell'anno 2022 sono 137, poiché alcune sono danneggiate. Non ci sono attualmente finanziamenti disponibili per acquistare altre autovetture.
Potenziamento del servizio di Bike Sharing, oltre al raddoppio delle biciclette immesse in circolazione entro l'anno corrente (si arriverà a quasi 500 biciclette), grazie all'ausilio di finanziamenti del Ministero dell'Ambiente (progetto PUC) sono previsti ulteriori investimenti per ulteriori ciclo stazioni e bici, per arrivare ad un migliaio di biciclette disponibili.	Le biciclette a pedalata muscolare in bike sharing nell'anno 2022 sono 437, poiché alcune sono state danneggiate o rubate. Il finanziamento Smart Panormus prevede il potenziamento del bike sharing esistente mediante la fornitura di 22 ciclostazioni e 128 biciclette a pedalata assistita. È in corso la gara d'appalto.
Totale passeggeri trasportati nel 2017 dalle 4 linee del tram esistenti: 3.000.000 circa (di cui il 50% sulla linea 1). Passeggeri potenzialmente trasportabili: 6.000.000 circa.	Passeggeri trasportati all'anno: 3.000.0000 circa
Ampliamento del Sistema tranviario che prevede le seguenti nuove tratte: <ul style="list-style-type: none"> TRATTA "A": da Piazza Giulio Cesare – Via Alcide De Gasperi - Piazza Giulio Cesare, per Km 11,500 (A/R). TRATTA "B": Stazione Notarbartolo – Via Duca della Verdura per Km 1,330 (A/R). 	Nel mese di novembre del 2022, la Giunta Comunale ha approvato un atto di indirizzo che risolve alcuni problemi legati alla realizzazione delle nuove linee del tram e permette di indire la gara per la progettazione esecutiva.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ TRATTA “C”: Viale Regione Siciliana – Via Balsamo per km 8,180 (A/R). ▪ TRATTA “D”: Prolungamento della linea 3 esistente per km 9,375 (A/R), ▪ TRATTA “E”: Prolungamento della linea 1 esistente per Km 20,835 (A/R), dal Viale Croce Rossa alla località Balneare di Mondello. ▪ TRATTA “F”: Prolungamento della linea 1 esistente per Km 9,380 (A/R), dalla Via Duca della Verdura alla Stazione FF.SS. Centrale. ▪ TRATTA “G”: Tratta a servizio della borgata di Sferracavallo di sviluppo pari a circa 5,520 Km. 	
<p>Sistemazione a verde pubblico di un'area tra Via Guido Rossa e Via della Giraffa a Bonagia (mq 8000).</p>	<p>Intervento già ultimato.</p>
<p>Sistemazione a verde attrezzato sportivo e di limitrofo parcheggio tra Via della Giraffa, Via dell'Antilope e Via Guido Rossa a Bonagia (11700 mq).</p>	<p>Intervento già ultimato.</p>
<p>Verde V1 allo sperone (PRU Sperone).</p>	<p>È stata effettuata la progettazione esecutiva dell'intervento.</p>
<p>Realizzazione del parco verde attrezzato di Via Di Vittorio (PRU Sperone).</p>	<p>È stata effettuata la progettazione preliminare dell'intervento.</p>

Tabella 1 - Stato di attuazione del Piano di Azione della città di Palermo, ai sensi del D.Lgs 194/05, con riferimento al periodo 2018-2022 (fonte: Servizio Ambiente del Comune di Palermo)

Il Servizio Ambiente del Comune di Palermo precisa infine che gli scostamenti riguardanti le iniziative finalizzate alla riduzione del rumore da traffico sono dovute in parte ai ritardi accumulati per la realizzazione delle progettazioni, delle gare d'appalto e per l'esecuzione dei lavori, e in parte alla mancanza delle risorse economiche programmate per le quali non si è ancora riusciti ad ottenere i necessari finanziamenti.

5. METODI DI CALCOLO E MODELLI APPLICATI

5.1 Software e standard di calcolo

Come definito in precedenza come standard di calcolo si è fatto riferimento allo standard “CNOSSOS-EU”, cioè alla Direttiva 2015/996/UE, in particolare nell’aggiornamento introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE.

La valutazione dei livelli sonori è stata condotta mediante la simulazione del rumore generato dalle varie sorgenti acustiche considerate nella Mappa, utilizzando il software di calcolo SoundPLAN versione 8.2 in dotazione alla UOC Agenti Fisici di ARPA Sicilia, in cui sono tra gli altri implementati i metodi di calcolo “CNOSSOS-EU”.

Il software consente di determinare la propagazione acustica in campo esterno prendendo in considerazione numerosi parametri e fattori legati:

- alla localizzazione, forma ed altezza degli edifici;
- alla topografia dell’area di indagine;
- alle caratteristiche fonoassorbenti del terreno;
- alla tipologia costruttiva e posizione plano-altimetrica del tracciato stradale;
- alla presenza di eventuali ostacoli schermanti;
- alle caratteristiche acustiche della sorgente;
- alla dimensione ed alla tipologia di eventuali barriere antirumore.

Il software utilizza un algoritmo di calcolo tipo “ray-tracing” con tracciamento dei raggi dai punti ricettori. Le impostazioni acustiche e di calcolo adottate sono le seguenti:

- ordine di riflessione pari a 0;
- massimo raggio di ricerca 1.000 m (raggio sufficiente per la simulazione nella fascia di interesse);
- distanza di ricerca intorno a ciascun punto ricettore considerata nel calcolo pari a 200 m;
- fattore suolo G: valori definiti dal Database “Corine Land Cover 2018 IV Livello”;
- coefficiente di riflessione di facciata pari a 0.8 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 1 dB(A));
- coefficiente di riflessione delle barriere antirumore pari a 0.4 (corrispondente ad una perdita di riflessione di 4 dB(A));
- occorrenza di condizioni meteorologiche favorevoli alla propagazione del suono pari a:
50% nel periodo GIORNO (6.00 – 20.00);
75% nel periodo SERA (20.00 – 22.00);
100% nel periodo NOTTE (22.00 – 6.00).

Le simulazioni sono state effettuate per i seguenti parametri:

- Livello L_{den} in dB(A) nel periodo giorno-sera-notte (0.00 – 24.00);
- Livello L_{day} in dB(A) nel periodo giorno (6.00 – 20.00);
- Livello $L_{evening}$ in dB(A) nel periodo sera (20.00 – 22.00);
- Livello L_{night} in dB(A) nel il periodo notturno (22.00 – 6.00).

La mappa acustica è stata effettuata mediante le seguenti metodologie di calcolo:

- Calcolo dei valori acustici in facciata: i livelli sonori sono stati valutati sulle facciate di ciascun edificio di tipologia residenziale, residenziale mista e sensibili (tipologia sanitaria e scolastica), escludendo i fabbricati per cui non è generalmente prevista la presenza di persone attribuibili specificatamente ad esso (baracche, tettoie, garage, ecc.). Le simulazioni sono state effettuate a 4 m di altezza e ad 1 m dalla facciata.
- Calcolo delle mappe acustiche: è stata definita una griglia di punti con passo di 10 m, posizionata ad un'altezza di 4 m dal suolo. La griglia di punti è stata utilizzata come base per la produzione delle mappe acustiche allegate.

6. SINTESI METODOLOGICA

Nell'ambito delle attività propedeutiche alla realizzazione della Mappatura Acustica Strategica dell'agglomerato urbano di Palermo, è stato seguito l'iter procedurale già utilizzato nel corso della Mappatura del 2017:

- raccolta dei dati informativi e territoriali dell'area entro cui si estende l'agglomerato di Palermo;
- predisposizione del sistema di calcolo con la riproduzione in ambiente GIS del modello dell'area investigata;
- elaborazione della mappatura acustica con l'ausilio del software dedicato;
- predisposizione dei dati generati dalle mappe del rumore per la realizzazione di una corretta attività di reporting.

Segue la descrizione di ciascuna delle fasi sopraelencate.

6.1 Raccolta dati informativi e territoriali

Poiché l'elaborazione dei dati di input, la modellazione del fenomeno sonoro in ambiente urbano e la valutazione dell'impatto acustico sulla popolazione sono state effettuate su supporto GIS, il formato digitale preferibile per la cartografia di base è sicuramente lo shape file (.shp). Verificata l'assenza di aggiornamenti della Carta Tecnica Regionale, si è proceduto con gli strati informativi relativi al 2012.

6.1.1 L'aspetto piano – altimetrico e la georeferenziazione degli edifici

Come verificato nel corso del precedente aggiornamento, si è riscontrata una corretta caratterizzazione geometrica degli shape file relativi alle curve di livello ed ai punti quotati. Per ciò che concerne lo strato informativo che rappresenta gli edifici si è evidenziata, a fianco ad una corretta informazione sulla geolocalizzazione, l'assenza di una informazione dettagliata legata alla tipologia di edificio ed altresì l'assenza dei record dedicati alle informazioni sul volume (o sul numero di piani) di ciascuna unità. Questa lacuna relativa al volume dell'edificato è stata colmata da un ulteriore file vettoriale .shp di tipo areale, fornito dalla Società Sistema Palermo Informatica S.p.A (Sispi), nel quale erano presenti anche le informazioni sulla volumetria degli edifici: quota al piede, quota di gronda e, di conseguenza, altezza di ciascun edificio. Questo ha permesso di avere nel modello di simulazione una riproduzione fedele della tridimensionalità dell'edificato presente nell'agglomerato di Palermo. Tuttavia, anche in questo secondo shape file erano assenti le informazioni relative alla tipologia degli edifici e di conseguenza degli obiettivi sensibili. Per tale motivo si è proceduto alla realizzazione ex novo di due file vettoriali di tipo areale (uno per gli edifici scolastici ed uno per gli edifici ospedalieri) che contenessero le informazioni georiferite di ciascuna entità.

6.1.2 La vettorializzazione degli strati informativi relativi agli obiettivi sensibili

Per ciò che concerne le strutture scolastiche si è fatto riferimento all'elenco presente nel sito <https://scuolaitaly.it/>. Secondo quanto ivi riportato, le scuole presenti a Palermo sono 841 (quarta città italiana per numero di istituzioni scolastiche). In particolare, seguendo la classificazione data

per codice meccanografico, gli istituti presenti risultano così divisi:

- 388 scuole dell’infanzia;
- 191 scuole primarie;
- 109 scuole superiori;
- 74 scuole medie;
- 38 circoli didattici;
- 35 istituti comprensivi;
- 5 scuole serali;
- 1 istituto di istruzione superiore

Dopo aver effettuato per ciascuna scuola una ricerca in funzione dell’indirizzo, è risultato che quelle ricadenti all’interno del confine del nuovo agglomerato urbano sono 747. In seguito a questa scrematura si è poi realizzata la identificazione e la vettorializzazione nello shape file degli edifici scolastici. Come si evince anche dalla figura che segue il totale degli edifici afferenti alle scuole all’interno dell’agglomerato è pari a 1483. Tale difformità è dovuta alle situazioni, piuttosto frequenti, nelle quali un singolo complesso scolastico è in realtà costituito da molteplici edifici prossimi tra loro.

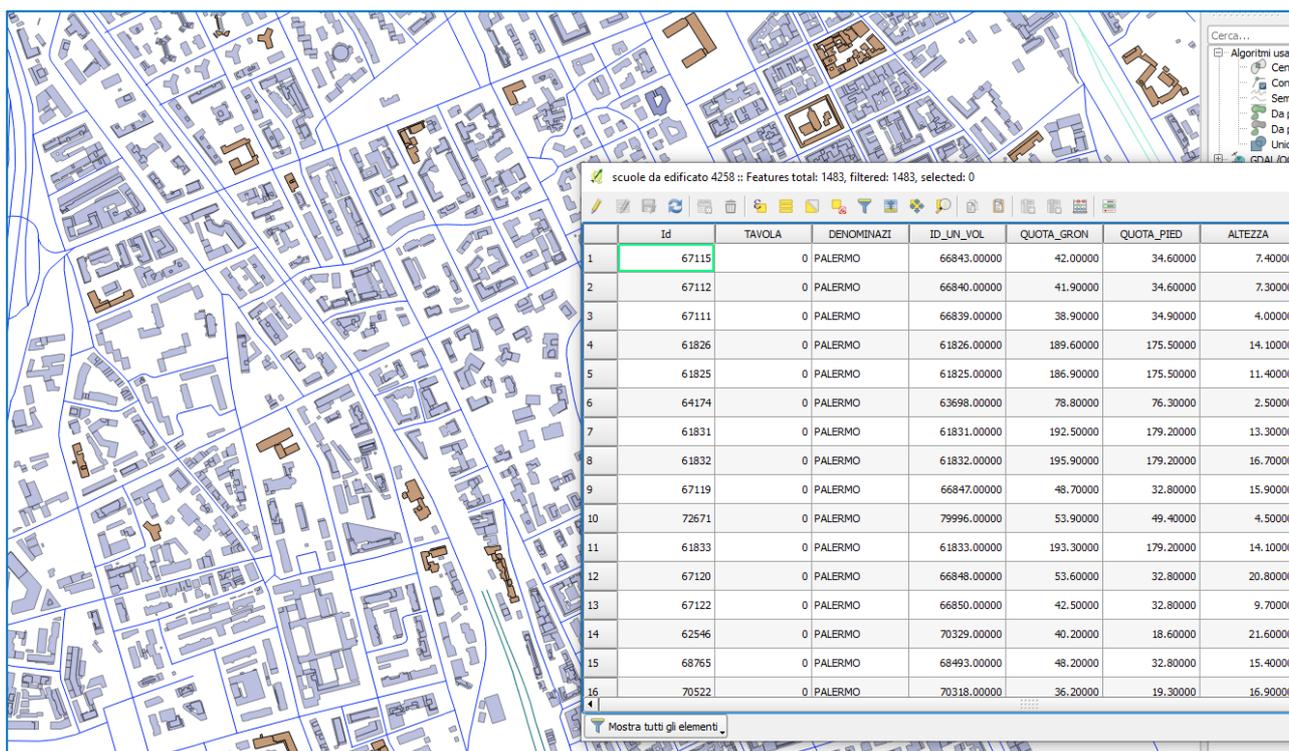


Figura 8 – Screen shot del file vettoriale contenente le scuole e relativa tabella attributi (particolare)

Per quanto riguarda le strutture ospedaliere sono stati invece censiti 29 tra ospedali pubblici, case di cura e di riposo (pubblici e privati) per un totale di 577 edifici interessati.

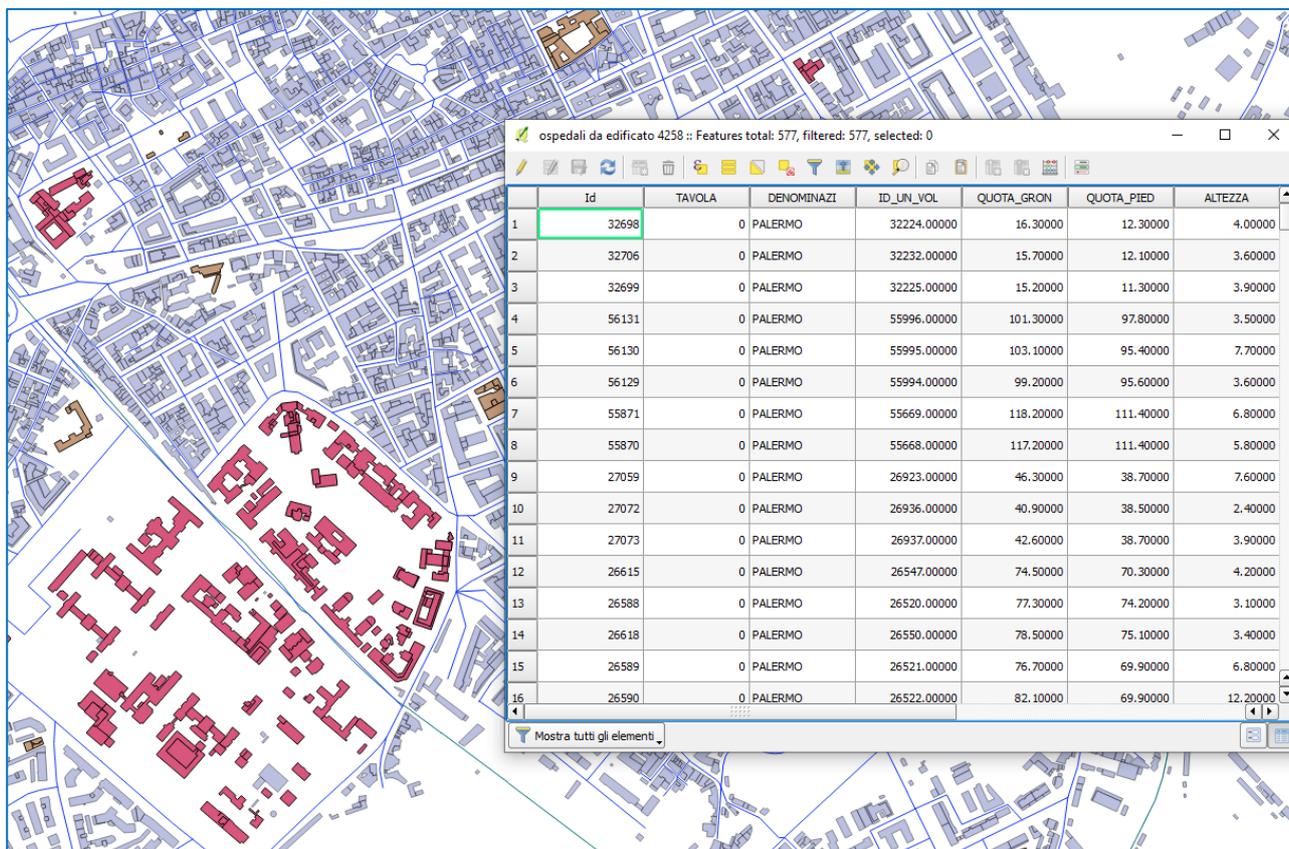


Figura 9 - Screenshot del file vettoriale contenente gli ospedali e relativa tabella attributi (particolare)

6.1.3 L'informazione relativa agli assi viari e ferroviari

Si riporta quanto già effettuato nel corso dell'aggiornamento del 2017. Passando in rassegna gli shape file della C.T.R. inerenti agli assi viari, si sono riscontrate diverse criticità. Prima tra tutte la parziale informazione sulla nomenclatura delle strade. Molti assi infatti, benché vettorializzati geometricamente in modo corretto, non riportavano il nome della relativa strada, piazza, corso, ecc. In secondo luogo è stata trovata, per numerose strade, una frammentazione nella vettorializzazione, determinando così l'impossibilità di identificare in modo univoco un tratto con l'intera strada. Anche in questo caso un secondo file vettoriale .shp di tipo lineare è stato fornito dalla Società Sispi. Dall'analisi di quest'ultimo strato informativo è emerso che la singola strada è spesso rappresentata da più tratti, ciascuno dei quali riporta l'informazione relativa alla toponomastica (campo quindi non univoco), le informazioni relative agli estremi di inizio e fine del tratto stesso ed un codice numerico che permette di risalire univocamente alla intera strada di cui fa parte (chiave primaria). Tuttavia, l'esigenza di avere uno shape file che contenesse un elemento vettoriale per ogni singola strada, in modo da rendere poi più veloce la procedura di assegnazione dei dati di traffico, ha determinato la necessità di creare ex-novo uno strato informativo relativo agli assi viari. La procedura di vettorializzazione è stata effettuata seguendo come riferimento lo stradario del comune di Palermo. Lo shape file creato è risultato popolato da 3561 assi stradali, distinti per tipologia.

Per quanto riguarda lo shape file di tipo lineare inerente agli assi ferroviari, anch'esso tratto dalla C.T.R., si è riscontrata una vettorializzazione completa di tutte le tratte interne all'agglomerato. Al fine di snellire la procedura successiva di assegnazione dei flussi di traffico si è proceduto, laddove fossero presenti tratti con binari paralleli tra loro, a considerare come "binario attivo" solamente quello centrale. Tale ipotesi, ininfluente da un punto di vista acustico considerata la vicinanza tra gli stessi binari, ha agevolato la assegnazione dei dati di traffico forniti da RFI, nei quali inoltre l'informazione specifica del singolo binario interessato non è presente.

6.1.4 Le sezioni censuari e la popolazione globale

L'informazione inerente alla perimetrazione ed al dato di popolazione residente relativa alle singole sezioni censuarie (in totale 2830 elementi) è stata tratta dal sito dell'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) ed è risultata essere completa ed idonea alle successive elaborazioni.

In dettaglio, dalla intersezione delle informazioni georiferite del file di tipo .shp riportante i confini delle sezioni e delle informazioni numeriche della tabella .XLS contenente il numero di abitanti per ciascuna delle stesse sezioni censuarie è stato ricavato il dato di residenti per ciascuno dei 2830 elementi.

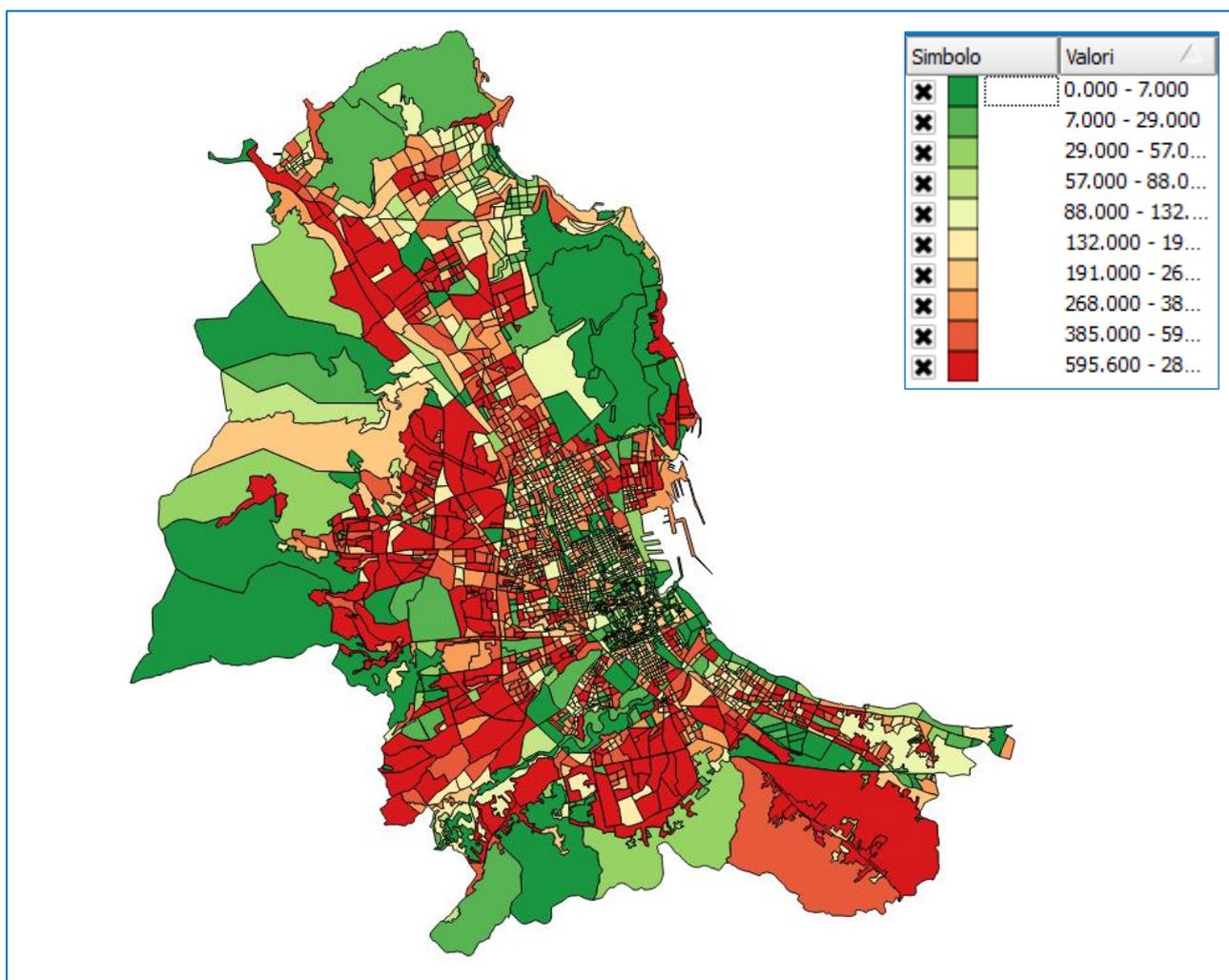


Figura 10 - Sezioni censuarie: confini e popolazione residente (classificazione in quantili)

6.1.5 Il dato di popolazione residente: il valore derivato per singolo edificio

L'informazione relativa al numero di abitanti negli edifici residenziali è di fondamentale importanza per la valutazione del numero di persone esposte a ciascuna fascia di rumore. A tal proposito, non essendo presente nello shape file relativo all'edificato alcuna informazione in merito ed al contempo piuttosto che dividere in modo omogeneo il dato di popolazione nell'intero agglomerato e determinare una situazione poco rappresentativa della realtà, si è attuata una procedura per attribuire un dato di popolazione residente in ciascun edificio.

Questa fase è stata realizzata in ambiente GIS a partire dallo strato informativo relativo alla localizzazione e volumetria degli edifici residenziali e da quello relativo i confini ed il dato della popolazione delle sezioni censuarie di cui sopra.

In questo modo la procedura, nella quale si è ipotizzato che la densità abitativa fosse uniforme soltanto relativamente alla singola sezione censuaria e che riguardasse solamente l'area relativa all'edificato, ha portato ad una distribuzione della popolazione per ciascun edificio che tenesse in considerazione oltre che lo sviluppo in pianta del costruito anche il dato del numero di piani.



Figura 11 - Densità abitativa: numero di residenti per singolo edificio

6.1.6 Monitoraggio dei flussi di traffico

La corretta caratterizzazione dell'emissione sonora delle sorgenti è un dato di input fondamentale. La banca dati relativa ai flussi di traffico veicolare è stata popolata con i dati derivati dalla campagna di monitoraggio realizzata dalla Unità Operativa Agenti Fisici Area Occidentale di ARPA Sicilia nell'arco temporale compreso tra il 16 Febbraio 2022 ed il 07 Luglio 2022.

Il monitoraggio del traffico stradale è stato condotto con l'ausilio di strumentazione contatraffico basata su sensoristica radar dei modelli Viacount II, prodotto dalla Famas System, e del modello TMS-SA prodotto dalla Icoms Detection S.A..



Figura 12 - I dispositivi contatraffico (a sinistra Viacount II, a destra TMS-SA)

La campagna di monitoraggio ha interessato 100 tra gli assi stradali principali dell'agglomerato, di questi la maggior parte sono stati ripetuti negli stessi assi attenzionati nella campagna di misure realizzata nel corso della mappatura del quinquennio precedente. Sulla scorta dell'esperienza maturata nel 2017 e per una caratterizzazione ancora più omogenea, sono stati scelti ulteriori 28 nuovi punti di misura.

MONITORAGGI CONTATRAFFICO REALIZZATI ANNO 2022

Corso Alberto Amedeo	Via Roccella
Corso Calatafimi (tratto ad Ovest di Viale Regione Siciliana)	Via Imera
Corso Calatafimi (tratto ad Est di Viale Regione Siciliana)	Via Imperatore Federico
Corso dei Mille	Via Isidoro Carini
Corso Tukory 1	Via Lancia di Brolo
Corso Pisani	Via Lanza di Scalea
Via Malaspina	Via Lincoln
Via Tricomi	Via Mariano Stabile
Corso Tukory 2	Via Mattei
Foro Umberto I	Via Messina Marine
Via Nicoletti	Via Montepellegrino
Via Pellico	Via Noce
Via Albiri	Via Oreto
Via Ammiraglio Rizzo	Via Papa Sergio I
Via Belgio	Via Perpignano
Via Belmonte Chiavelli	Via Pipitone Federico
Via Cusmano	Via Pitrè (tratto ad Est di Viale Regione Siciliana)
Via Emilia	Via Pitrè (tratto ad Ovest di Viale Regione Siciliana)
Via Buonriposo	Via Sampolo
Via Castelforte	Via Principe di Paternò
Via Castellana	Via Principe di Scordia
Viale dei Picciotti	Via Principe di Villafranca
Via Cavour	Via Roccazzo
Via Olio di Lino	Via Roma
Via Ciaculli	Via Santa Maria di Gesù
Via Cruillas	Via Libero Grassi
Via Dante	Via Sciuti
Via De Gasperi	Via Scobar
Via Dei Cantieri	Via Sferracavallo
Via dei Quartieri	Via Tommaso Natale
Via Marco Polo	Via Uditore
Via dell'Ermellino	Via Ugo La Malfa
Via dell'Olimpo	Via Resuttana
Via dell'Orsa Maggiore	Via Villagrazia
Via della Libertà (tratto a valle di Via Duca della Verdura)	Viale Croce Rossa
Via della Libertà (tratto a monte di Via Duca della Verdura)	Viale del Fante
Via Di Blasi	Viale Regione Siciliana (Via Perpignano) dir. Trapani
Via Duca della Verdura	Viale Regione Siciliana (Via Perpignano) dir. Catania
Via Ernesto Basile (corsia in ingresso alla zona Universitaria)	Viale Lazio
Via Ernesto Basile (corsia in uscita dalla zona Universitaria)	Viale Leonardo da Vinci
Via Filippo Pecoraino	Viale Michelangelo 1
Via Francesco Crispi	Viale Piemonte
Via Galileo Galilei	Viale Michelangelo 2
Via Giafar	Viale Strasburgo
Via Partanna Mondello	Viale Regione Siciliana (Ponte Corleone) dir. Trapani
Via Alessi	Via Trinacria
Via Cataldo Parisi	Via Papa Giovanni XXIII
Viale Margherita di Savoia	Via delle Alpi
Via Litz	Via Serradifalco
Via Paruta	Viale Regione Siciliana (Ponte Corleone) dir. Catania

Tabella 2 - Elenco Monitoraggi del traffico (in blu i nuovi punti di misura)

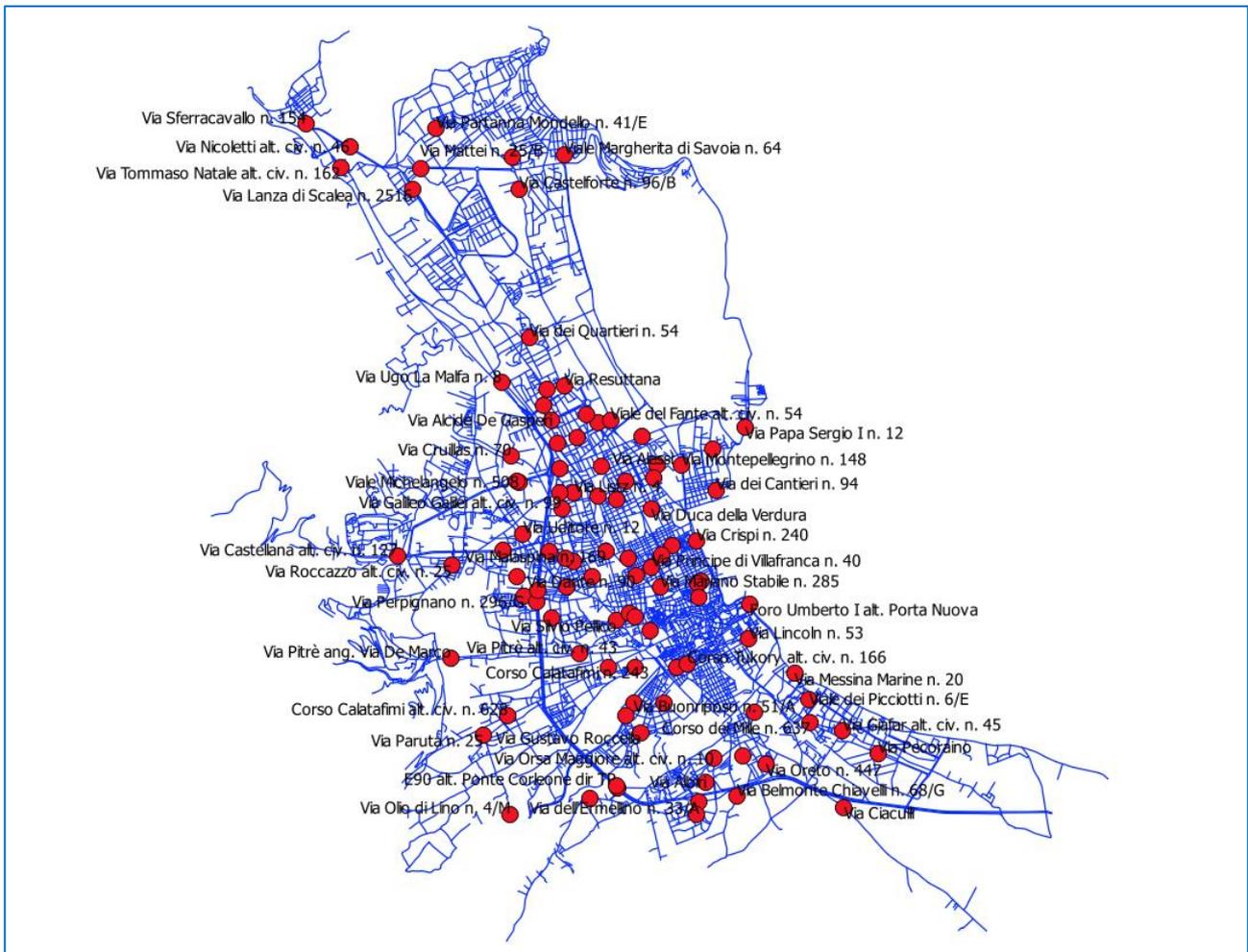


Figura 13 - Localizzazione dei punti di monitoraggio del traffico veicolare

Di ogni veicolo i sensori radar misurano la velocità, un valore proporzionale alla sua lunghezza e la distanza temporale tra i veicoli (intervallo di tempo netto). Questo record dati viene integrato con la data e l'ora ed archiviato nella memoria interna. Mediante i software dedicati è possibile in post-elaborazione ottenere l'andamento orario (o per periodo di riferimento) delle diverse classi di veicoli previste (standard di calcolo "CNOSSOS-EU") e l'andamento della velocità delle stesse.

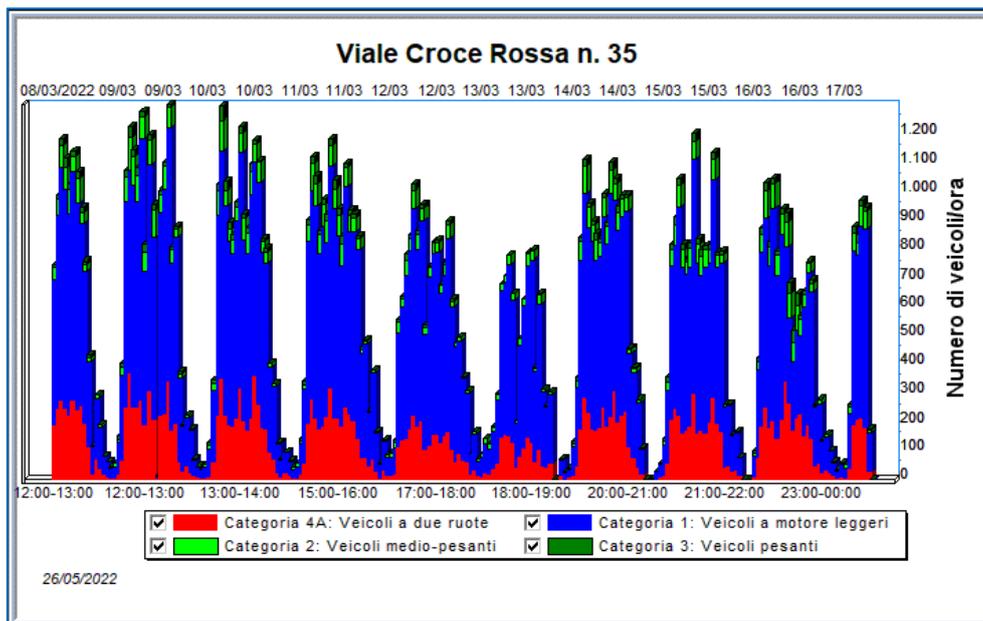


Figura 14 - Esempio di andamento orario del traffico veicolare distinto per categorie di veicoli

6.1.7 Monitoraggi del rumore

Al fine di determinare un set di dati utili per effettuare la calibrazione e la validazione del modello acustico l'Unità Operativa Agenti Fisici Area Occidentale di Arpa Sicilia ha realizzato, nel biennio 2020-2022, 46 monitoraggi acustici mediante centralina fonometrica su apparecchiatura mobile della tipologia illustrata nella figura che segue.

I rilievi condotti dal 10 Aprile 2020 al 19 Settembre 2022, per un totale di 19386 ore di monitoraggio, sono stati realizzati in prossimità della sede stradale secondo le specifiche previste dalle Linee Guida SNPA per il controllo ed il monitoraggio acustico (Doc n. 25/12).

Misura	Anno di riferimento	Comune	Classe acustica	Indirizzo sito di misura	Data di inizio	Data di fine	Ore di monitoraggio totali
1	2020	Palermo	III	Via Isidoro La Lumia n. 27 A	10/04/2020	17/04/2020	167
2	2020	Palermo	IV	Viale Lazio n. 60	17/04/2020	28/04/2020	263
3	2020	Palermo	IV	Via Principe di Paternò n.120	28/04/2020	06/05/2020	191
4	2020	Palermo	III	Piazza Monte di Pietà n. 31	06/05/2020	08/05/2020	46
5	2020	Palermo	III	Piazza Spinuzza	08/05/2020	27/05/2020	457
6	2020	Palermo	IV	Via Leonardo da Vinci n. 254	27/05/2020	03/06/2020	171
7	2020	Palermo	IV	Viale Regione Siciliana n.1920	03/06/2020	18/06/2020	358
8	2020	Palermo	IV	Viale Regione Siciliana NO n.726	18/06/2020	03/08/2020	1102
9	2020	Palermo	III	Corso Calatafimi n. 283	01/04/2020	06/04/2020	119
10	2020	Palermo	III	Via Libertà n. 42	10/04/2020	17/04/2020	168
11	2020	Palermo	IV	Viale Regione Siciliana ang. via Sardegna	17/04/2020	28/04/2020	263
12	2020	Palermo	IV	Via Alcide De Gasperi altezza Poste	28/04/2020	06/05/2020	193
13	2020	Palermo	IV	Viale del Fante altezza CTO	06/05/2020	08/05/2020	47
14	2020	Palermo	IV	Viale Strasburgo n. 189 F	08/05/2020	11/05/2020	69
15	2020	Palermo	IV	Viale del Fante n. 14	11/05/2020	15/05/2020	94

16	2020	Palermo	IV	Via Notarbartolo n. 27/b	27/05/2020	18/06/2020	527
17	2020	Palermo	III	Viale Michelangelo n. 1482	18/06/2020	02/07/2020	336
18	2020	Palermo	IV	Piazza Virgilio	02/07/2020	28/07/2020	627
19	2020	Palermo	IV	Piazza Amendola n. 31	03/08/2020	25/08/2020	526
20	2020	Palermo	IV	via Autonomia siciliana n.52	25/08/2020	14/09/2020	479
21	2020	Palermo	IV	Via Montepellegrino n. 139	14/09/2020	07/10/2020	546
22	2020	Palermo	IV	Via Piano dell'Ucciardone	07/10/2020	23/10/2020	385
23	2020	Palermo	III	Via Cala n. 116 di fronte clinica Zancla	23/10/2020	13/11/2020	504
24	2020	Palermo	III	Via Messina Marine – Alt. Palazzina Florio	13/11/2020	31/12/2020	1164
25	2021	Palermo	III	Via Messina Marine – Alt. Palazzina Florio	01/01/2021	04/03/2021	1500
26	2021	Palermo	II	Lungomare C. Colombo – Ing. Roosvelt	04/03/2021	09/03/2021	124
27	2021	Palermo	IV	Corso dei mille n.135	09/03/2021	30/03/2021	499
28	2021	Palermo	IV	Via Galileo Galilei n.16	30/03/2021	16/04/2021	407
29	2021	Palermo	III	Viale della Resurrezione n.6	16/04/2021	04/05/2021	429
30	2021	Palermo	IV	Via Giuseppe Sciuti n.206	04/05/2021	31/05/2021	649
31	2021	Palermo	III	Via Ernesto Basile n.218	31/05/2021	14/06/2021	338
32	2021	Palermo	IV	Via Duca della Verdura n.69	06/08/2021	23/08/2021	407
33	2021	Palermo	IV	Viale Campania n.5	23/08/2021	16/09/2021	580
34	2021	Palermo	IV	Piazza Francesco Restivo	16/09/2021	01/10/2021	360
35	2022	Palermo	IV	Via Cavour n.163	01/01/2022	11/01/2022	249
36	2022	Palermo	IV	Via Bertolino Giuseppe Puglisi n.27	11/01/2022	23/01/2022	300
37	2022	Palermo	III	Corso Calatafimi n.494	24/01/2022	14/02/2022	501
38	2022	Palermo	IV	Via Isidoro La Lumia n. 29/A	14/02/2022	13/03/2022	657
39	2022	Palermo	IV	Via Quintino Sella n. 59	21/03/2022	28/03/2022	169
40	2022	Palermo	IV	Via dei Nebrodi n.61	15/04/2022	02/05/2022	410
41	2022	Palermo	IV	Via Bernini n.59	02/05/2022	16/05/2022	333
42	2022	Palermo	III	Piazza Mondello n.53	16/05/2022	02/06/2022	417
43	2022	Palermo	III	Via Sferracavallo n.178	14/06/2022	06/07/2022	529
44	2022	Palermo	III	Via Papa Sergio I n.9	06/07/2022	05/08/2022	718
45	2022	Palermo	IV	Via Imperatore Federico n.42	08/08/2022	31/08/2022	554
46	2022	Palermo	III	Corso Tukory n.168	31/08/2022	19/09/2022	454

Tabella 3 - Monitoraggi del rumore stradale 2020-2022

6.1.8 La sorgente ferroviaria: descrizione e caratterizzazione

La Rete Ferroviaria Italiana (RFI) ha realizzato fin dal 2007 la mappatura acustica inerente alla linea ferroviaria che attraversa l'agglomerato di Palermo.

Al fine di aggiornare le mappe del rumore relative agli assi ferroviari ricadenti all'interno dell'agglomerato sono stati richiesti alla RFI i dati di traffico e le caratteristiche tecniche dei treni ad oggi utilizzati. I dati, forniti per tutte le tratte ricadenti nei quattro agglomerati siciliani, hanno consentito di caratterizzare ciascuna tratta ferroviaria ed effettuare la valutazione del rumore immesso dai treni.

Id Campo	DATI RICHIESTI	LINEE	CATEGORIE DI INTERESSE	CARATTERISTICHE E VALORI	PERIODO DI RIFERIMENTO	NOTE
1	numero medio di giunti o di scambi ogni 100 m di linea	Tutte le line	GRANDI STAZIONI	OLTRE 2	-	Il valore è più consistente nei grandi scali e depositi ferroviari qua li Bicocca, Messina Scalo, Pantanelli (SR) e Deposito di Palermo C.le
2	numero medio di giunti o di scambi ogni 100 m di linea	Tutte le line	STAZIONI	FINO A 2	-	
3	numero medio di giunti o di scambi ogni 100 m di linea	Tutte le line	TRATTI DI LINEA COMPRESI TRA DUE STAZIONI	FINO A 2	-	Nei circuiti metropolitani il numero può essere anche zero o fino ad 1
4	Diametro ruote	Tutte le line	Intercity	locomotori E464 1100-1010 mm carrozze IC 901 940 mm		
5			Regionali	ALn668 920-860 mm POP 920-840 mm		
6			Merci	DMU, EMU, JAZZ 850-795 mm		
7	Tipologia di trazione	PA-ME	Intercity	elettrica		
8			Regionali	elettrica		
9			Merci	elettrica		
16	Potenza trazione	PA-ME	Intercity	E464 -3572kw (oraria) 3060kw (continuativa)		
17			Regionali	POP-2400kw (potenza massima all'asse) DMU (IMPIEGO SPORADICO)-1120kw EMU -1400kw (regime di Vmax) 1000k(regimecontinuativo) JAZZ (IMPIEGO SPORADICO)-2052kw ALn668 (INVIO DI MATERIALE SPORADICO)-417,60kw (Potenza nominale U.I.C. A 2200 g/1)		
18			Merci	Locomotive elettriche 652-5190 kw		
25	Sistema Frenante	PA-ME	Intercity	Disk brake		
26			Regionali	POP- Disk brake DMU- Disk brake EMU -Disk brake JAZZ-Disk brake ALn668 Cast iron tread brake		
27			Merci	Cast iron tread brake e Composite brake		
28		ME-CT	Intercity	Disk brake		
29			Regionali	POP- Disk brake DMU- Disk brake EMU -Disk brake ALn668 Cast iron tread brake		
30	Merci	Cast iron tread brake e Composite brake				
34	numero medio di convogli nel periodo di riferimento	MESSINA volumi linea ME-PA	Intercity	6,28	DAY	DAY dalle 06.00 alle 20.00 EVENING alle 20.00 alle 22.00 NIGHT dalle 22.00 alle 06.00
35			Regionali	31,85	DAY	
36			Merci	1,42	DAY	
37			Intercity	2	EVENING	
38			Regionali	5,28	EVENING	
39			Merci	0	EVENING	
40		Intercity	1,71	NIGHT		
41		Regionali	6,71	NIGHT		
42		Merci	0	NIGHT		
52		PALERMO volumi linea PA-ME	Intercity	8	DAY	
53			Regionali	79,28	DAY	aggiungere 96,42 se si considerano i trasporti da e verso P.Raisi e Giachery ambito Comune Palermo
54			Merci	0,42	DAY	
55	Intercity		1	EVENING		
56	Regionali		10,42	EVENING		
57	Merci		0	EVENING		
58	Intercity	1	NIGHT			
59	Regionali	6,14	NIGHT			
60	Merci	0	NIGHT			
82	Velocità media convogli	Palermo C.le	Intercity	da 30 km/h a 60 km/h in base all'itinerario percorso		
83			Regionali	da 30 km/h a 60 km/h in base all'itinerario percorso		
84			Merci	da 30 km/h a 60 km/h in base all'itinerario percorso		

Figura 15 - Dati di traffico ferroviario (fonte RFI)

6.1.9 L'area portuale: descrizione e caratterizzazione

L'area portuale di Palermo è stata già oggetto di studio da parte di Arpa Sicilia nell'anno 2009. L'area dell'infrastruttura portuale di Palermo nella sua totalità è interamente racchiusa dal tessuto urbano della città ed a stretto contatto con le zone residenziali limitrofe. Il Porto di Palermo è una realtà complessa e multifunzionale nella quale sussistono l'attività cantieristica prettamente industriale di Fincantieri, il traffico commerciale RO – RO (*Roll – On Roll – Off*), cioè effettuato per mezzo di navi dotate di scivoli che consentono ai mezzi gommati di salire e scendere dai ponti garage mediante le rampe d'accesso, la movimentazione containers in navi mercantili standard, definite LO – LO (*Lift – On Lift – Off*) in quanto usano le gru per imbarcare e sbarcare il carico, il traffico passeggeri (con traffici in notevole aumento), le attività diportistiche, le attività istituzionali e di servizio.

Al fine di caratterizzare con dati aggiornati l'area portuale, la UOC Agenti Fisici di Arpa Sicilia ha realizzato nel 2022 una campagna di misure del rumore. L'analisi dell'impatto acustico è stata svolta per una zona circoscritta dell'infrastruttura portuale, in particolare la campagna di rilevazione del rumore mediante fonometri e centralina portatile è stata condotta in tre postazioni di misura:

- in prossimità dell'area cantieristica ubicata presso il Molo Nord;
- in Piazza della Capitaneria di Porto, presso il Molo Sud;
- nelle vicinanze della Banchina Crispi, presso il Molo Piave.

Mentre l'ubicazione del primo punto di misura ha consentito di effettuare una stima del rumore immesso dall'attività di cantieristica navale, gli altri due punti di monitoraggio hanno consentito la caratterizzazione di un'area più promiscua ed eterogenea, adibita sia a traffico commerciale che a trasporto passeggeri e attività crocieristica.

In particolare, ubicata nella parte Nord-Est del porto di Palermo, la Fincantieri si presenta oggi come il più grande complesso cantieristico del Mediterraneo nella progettazione e costruzione di navi mercantili e militari.

In grado di costruire navi complesse e ad alto contenuto tecnologico, quali navi da crociera e traghetti di grandi dimensioni, nonché operatore di riferimento in campo militare, Fincantieri è tra i leader nel mondo. Il cantiere navale di Palermo dispone di tutte le attrezzature necessarie per la costruzione di navi fino a 160,000 TDW, che possono anche essere utilizzate per la prefabbricazione di strutture in acciaio e per il varo di tronconi per allungamento navi, necessario nell'attività di trasformazione navale.

Due bacini di carenaggio in muratura e due bacini di carenaggio galleggianti permettono al cantiere di effettuare qualsiasi riparazione su qualsiasi tipo di nave.

Il cantiere è inoltre dotato di officina meccanica per la riparazione di turbine, motori diesel, macchinari ausiliari, riparazioni eliche, sostituzione camicie cilindri, tornio per alberi a gomito a largo diametro.

Il cantiere dispone pure di officine carpenteria leggera e pesante attrezzata per la prefabbricazione, impianto di sabbiatura, officina tubi, officina elettrica, servizio controllo qualità, controlli ad ultrasuoni, attrezzatura X - ray.

Per ciò che concerne il trasporto sia di passeggeri con auto sia di mezzi commerciali, le principali compagnie presenti sono GNV Terminal Palermo, Grimaldi Group Terminal e Tirrenia Compagnia

Italiana di Navigazione S.p.A.*, le quali con le proprie flotte di navi garantiscono collegamenti con il resto del paese.

Tutti e tre i punti di monitoraggio sono stati scelti a notevole distanza dagli assi stradali per far sì che i livelli rilevati fossero imputabili esclusivamente al rumore portuale e non al traffico veicolare.

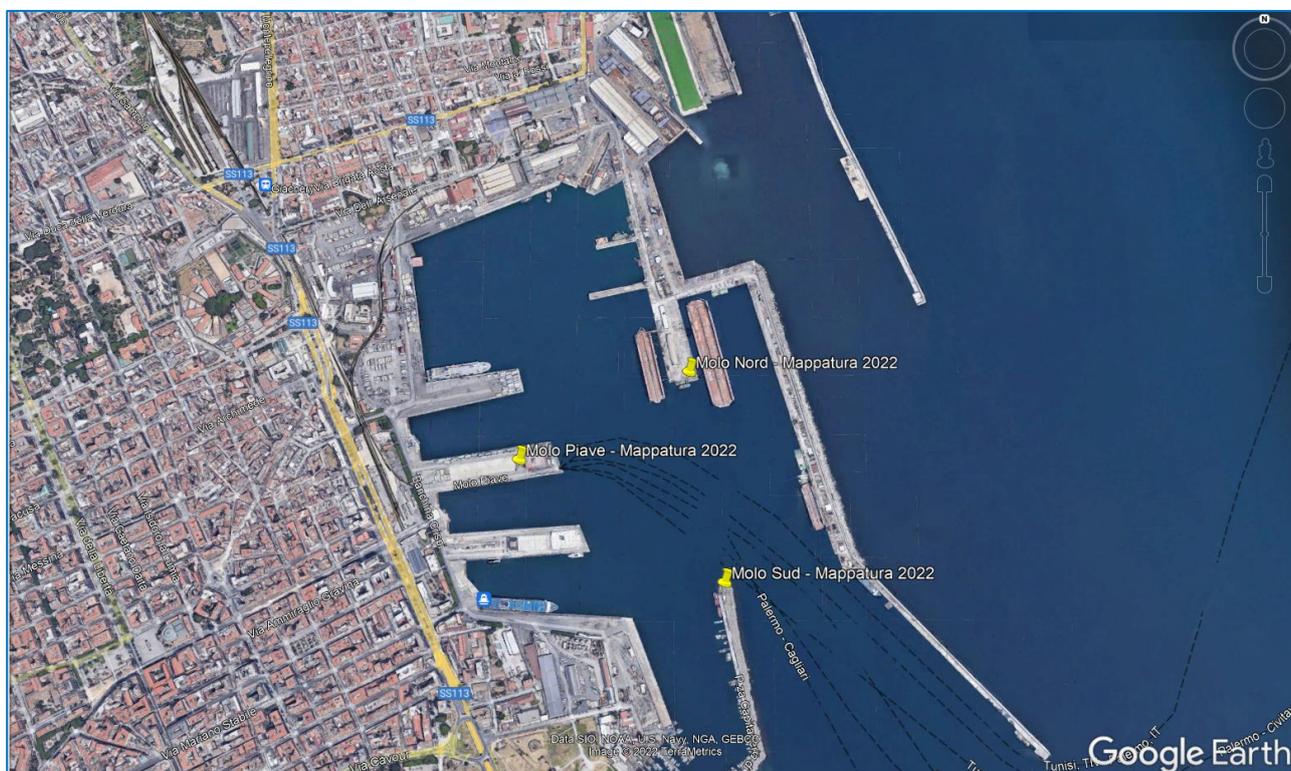


Figura 16 - Punti di monitoraggio dell'area portuale

L'aver scelto dei siti di misura che avessero una caratterizzazione abbastanza chiara del rumore rilevato ha permesso di ottenere in modo inverso delle informazioni sulle sorgenti. Questo ha dato la possibilità di potere determinare delle sorgenti fittizie, una ipotizzata di tipo areale per il cantiere navale ed una ipotizzata di tipo areale per la sosta e le operazioni di arrivo e partenza delle navi, che generavano contemporaneamente i livelli di rumore immessi presso i punti monitorati prossimi a quelli registrati nella campagna di misure ed al contempo consentivano di caratterizzare omogeneamente, e quindi mappare, tutta l'area investigata ed interessata dal rumore di origine portuale.

*Fonte <https://www.adsppalermo.it>

6.2 La predisposizione del sistema di calcolo

Ultimata la raccolta dei dati informativi e territoriali, si è proceduto mediante il software dedicato SoundPlan 8.2 della Spectra S.R.L. in dotazione presso la UOC Agenti Fisici di Arpa Sicilia di Palermo alla creazione del modello tridimensionale dell'area investigata. Questo aspetto è propedeutico alla georeferenziazione degli elementi sorgente e degli elementi recettori la cui caratterizzazione è avvenuta attraverso le modalità in seguito esposte.

6.2.1 Andamento altimetrico del terreno

In possesso degli strati informativi relativi all'andamento altimetrico del terreno è stato realizzato mediante il software SoundPlan 8.2 il modello in 3D (Digital Ground Model) dell'area dell'agglomerato urbano di Palermo utilizzando come base per lo sviluppo dell'algoritmo Triangular Irregular Network (TIN) i punti quotati, le curve di livello e le quote dei bordi stradali presenti rispettivamente negli shape file della Carta Tecnica Regionale e nello shape realizzato sugli assi viari.

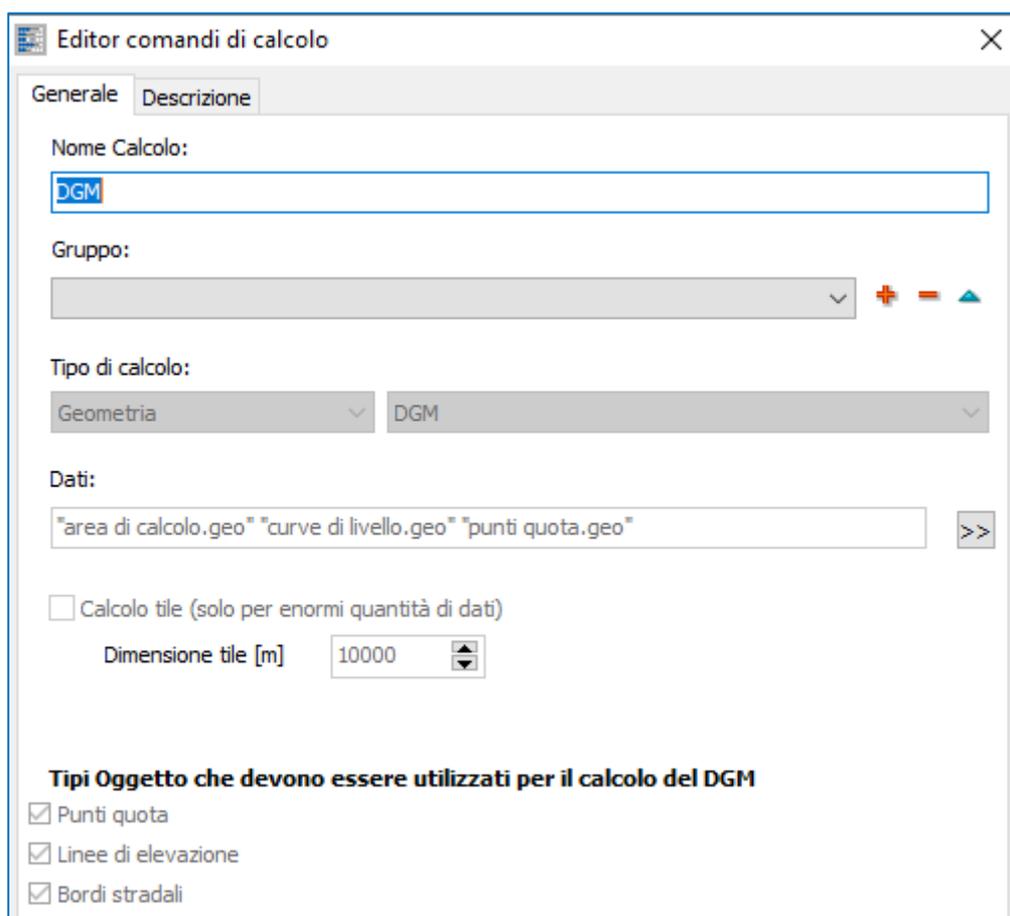


Figura 17 - L'impostazione per il calcolo del Modello Digitale del Terreno (DGM)

L'importazione all'interno del software delle informazioni contenute nei file .shp precedentemente predisposti avviene attraverso una procedura che consente di realizzare le corrispondenze tra i campi delle tabelle attributi degli stessi shape file ed i record contenuti nel

software di simulazione ed appartenenti a ciascuna tipologia di oggetto (punto quotato, curva di livello, edificio, strada, ecc.) e che vanno a creare dei nuovi file nel formato proprietario di SoundPlan (“geofile”, estensione .geo).

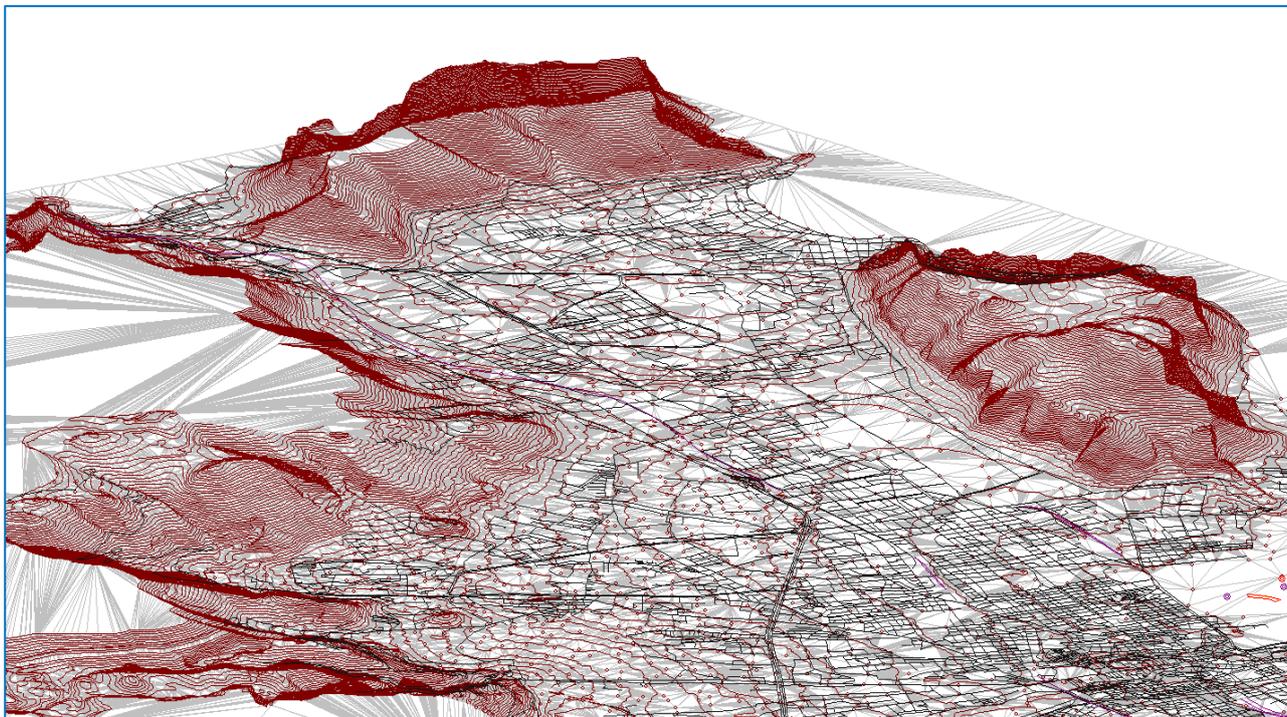


Figura 18 - DGM dell'agglomerato di Palermo (particolare)

6.2.2 Localizzazione e caratterizzazione degli edifici

Per la riproduzione tridimensionale degli edifici nell'area di lavoro si è proceduto alla importazione con una serie di associazioni tra gli attributi del file .shp relativo all'edificato e quelli del geofile corrispondente in SoundPlan. Gli edifici importati, oltre ad essere georiferiti planimetricamente hanno riportato anche l'attributo “altezza” assumendo così carattere tridimensionale.

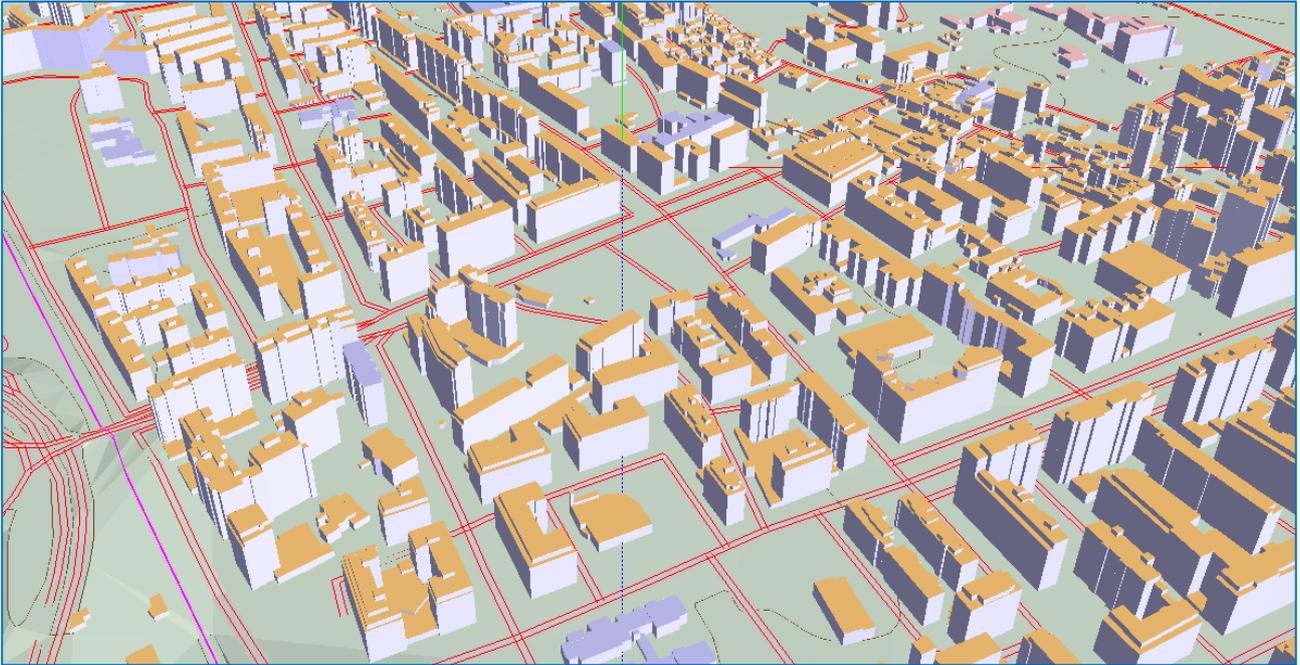


Figura 19 - Visualizzazione in 3D dell'edificato (particolare)

Poiché lo shape file relativo agli edifici contiene l'informazione relativa alla quota al piede, è infine agevole ottenere che gli edifici si “appoggino” esattamente sul Modello Digitale del Terreno creato precedentemente.

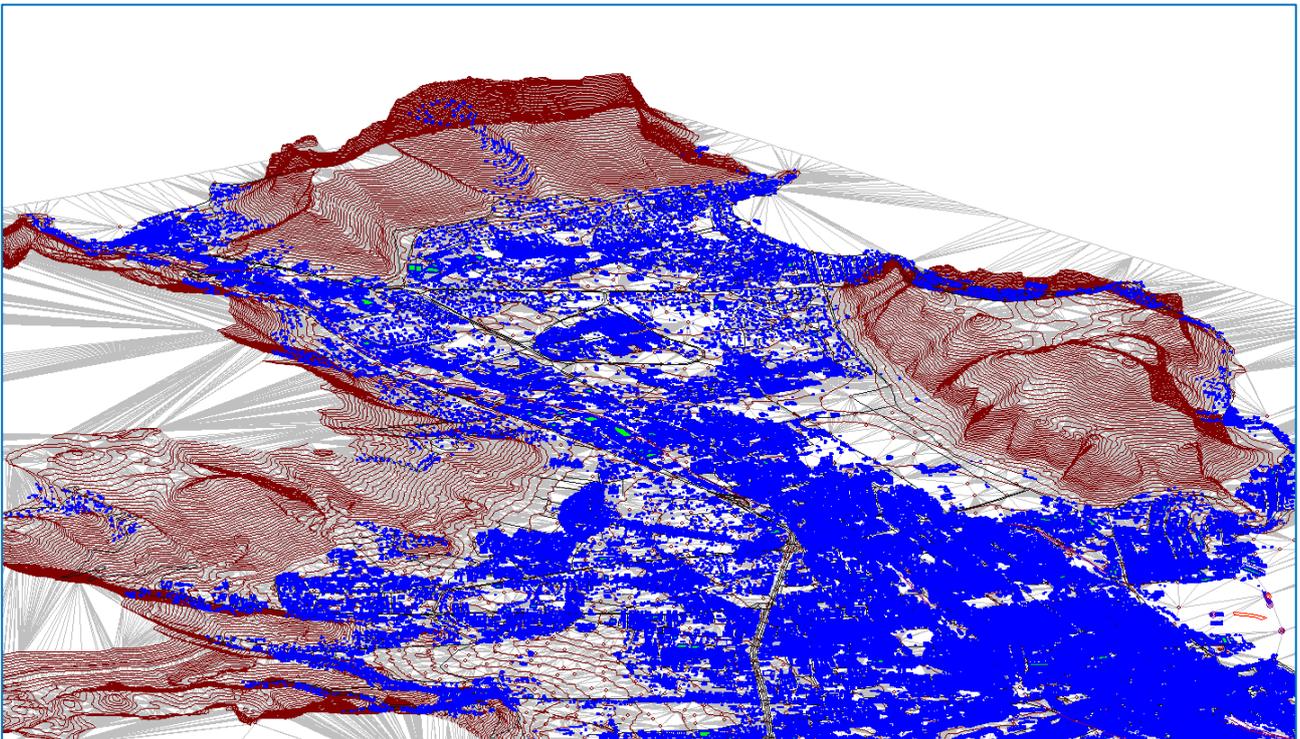


Figura 20 - Sovrapposizione degli edifici al DGM

6.2.3 Copertura del suolo

Con riferimento alle aree di attenuazione si sono considerate tutte le aree urbane che fossero state classificate come “aree a verde” nella Carta Tecnica Regionale.

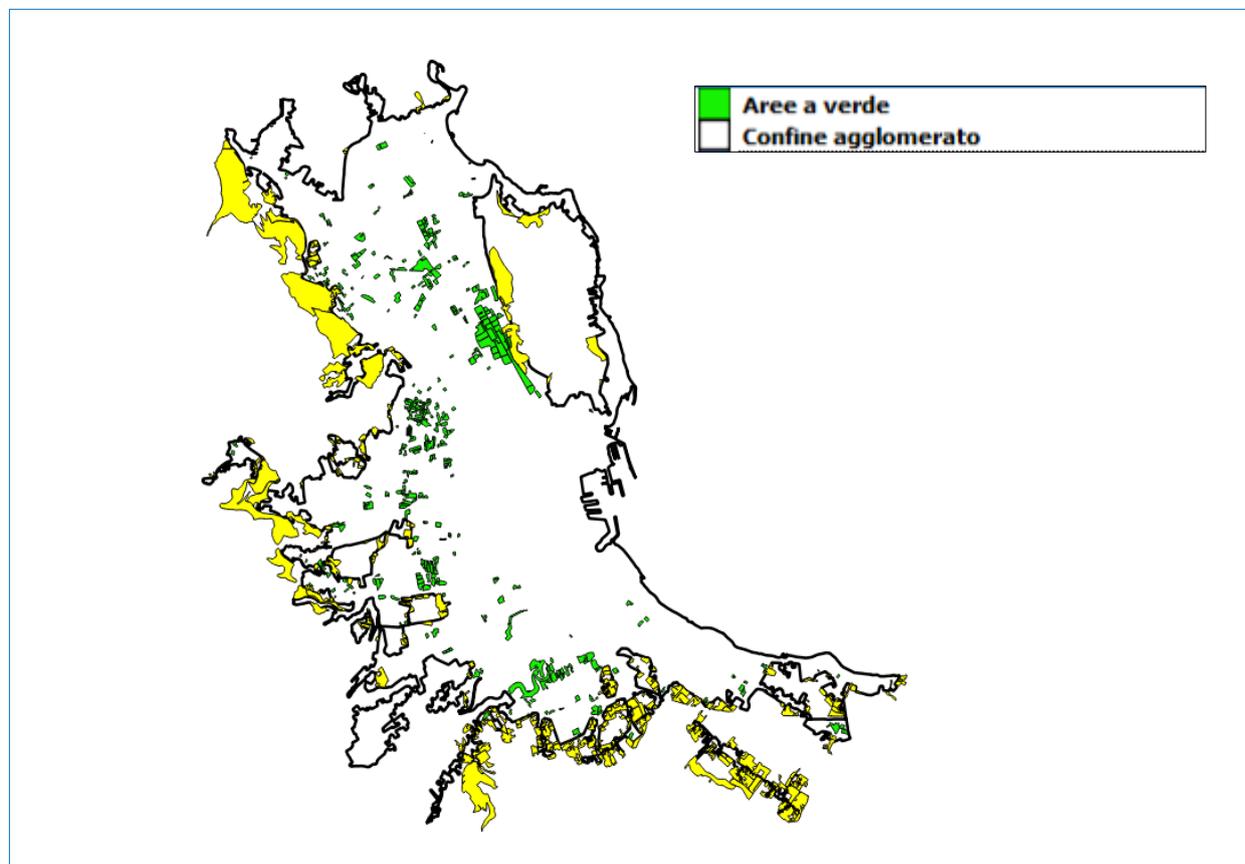


Figura 21 - Aree a verde ricadenti all'interno dell'agglomerato di Palermo

Nell'area entro cui si estende il nuovo agglomerato di Palermo si annoverano alcuni parchi, ville e giardini, mentre irrilevanti sono i contributi di frutteti, orti, vivai e boschi. Nella immagine che segue è possibile vedere come queste aree (rappresentate in verde) siano molto diradate nel centro urbano. Inoltre queste aree occupano una estensione di circa 3,7 Km² (pari a meno del 5% dell'intero territorio dell'agglomerato) e si trovano per la grande maggioranza in zone comunque prive di insediamenti abitativi, ragione per la quale si ha motivo di ritenere ancor prima della simulazione poco determinanti gli effetti di attenuazione se non in alcune microaree. Tuttavia lo shape file inerente alle aree a verde è stato caricato anch'esso nel modello di calcolo.

6.2.4 Caratterizzazione dell'emissione sonora delle sorgenti: gli assi stradali

Detto nei paragrafi precedenti della caratterizzazione geometrica della sorgente, ovvero gli assi viari e ferroviari, avvenuta in ambiente GIS procedendo alla vettorializzazione di un nuovo shape file dedicato, verrà adesso illustrata la procedura attuata per l'attribuzione dei dati di traffico, e conseguentemente dei valori di emissione sonora, a ciascuna strada aperta al traffico veicolare.

La corretta caratterizzazione dell'emissione sonora delle sorgenti è un dato di input fondamentale. La banca dati relativa ai flussi di traffico veicolare è stata in un primo momento popolata con i dati derivati dalla campagna di monitoraggio realizzata con l'ausilio di strumenti

contatrafico basati su sensoristica radar in dotazione ad ARPA Sicilia. L'esigenza di avere una mappa acustica che si estendesse all'intero agglomerato urbano e non si limitasse alle abitazioni limitrofe alle strade monitorate ha determinato la necessità di attribuire un dato di traffico a ciascun asse viario presente nel territorio esaminato.

Una procedura spesso utilizzata per far fronte a questa esigenza è quella di utilizzare un software di simulazione che, in funzione di un consistente numero di interviste ad automobilisti e motociclisti, consenta di archiviare la successione dei tratti percorsi di norma nei singoli spostamenti casa/lavoro (o altra destinazione) e viceversa. Questi report hanno la funzione di memorizzare non solo il percorso ordinario, ma anche le eventuali alternative. Inoltre viene chiesto il tempo medio di percorrenza e la frequenza con la quale il percorso viene effettuato (tutti i giorni, giorni feriali, giorni festivi, ecc.). Un elevato numero di queste interviste unito ad una rappresentazione fedele del tracciato urbano (sistema archi/nodi), se connesso con alcuni rilievi diretti del traffico può fornire uno scenario verosimile della distribuzione del traffico sull'intero contesto analizzato. Tuttavia il Comune di Palermo non è possesso di questo database né di dati di traffico aggiornati idonei alla caratterizzazione completa di un determinato asse stradale.

Per quanto premesso si è deciso, come già effettuato nel corso della mappatura del 2017, di porre in essere una procedura semiautomatizzata di estensione del dato di traffico che a partire dai monitoraggi diretti effettuati con apparecchi contatrafico permettesse, con gli strumenti del GIS, di determinare i valori anche negli altri assi viari. La procedura utilizzata è di seguito illustrata.

La prima operazione effettuata è stata quella di estendere i dati di traffico e di velocità dei rilievi diretti a quelle strade che per verso di percorrenza obbligato o per ragioni di continuità fisica potessero agevolmente derivarne i valori. Questa fase ha condotto ad estendere i dati provenienti dai 100 monitoraggi ad altre 65 strade.

Sono state poi individuate ed escluse dalla procedura tutte le strade pedonali o chiuse al traffico. A tal proposito è stato richiesto il dato relativo a questa informazione al Servizio Ambiente del Comune di Palermo che ha provveduto a fornire un elenco nel quale venivano riportate in formato tabellare le aree pedonali esistenti deliberate e regolamentate con ordinanza definitiva e quelle con ordinanza temporanea. In detta tabella, della quale si riporta solo uno stralcio, veniva fornito per ciascuna le tratte chiuse al traffico e gli estremi della delibera e della relativa ordinanza di chiusura.

PIAZZA S. EUONO	TRATTO STRADALE COMPRESO TRA VIA COLLEGIODELLA SAPIENZA, VICOLO DEI RISORTI E VIA DELLO SPASIMO	187 DEL 29/9/2016	OD N. 1191 DEL 05/10/2016
VICOLO RISORTI	TRATTO STRADALE COMPRESO TRA PIAZZA S.EUNO E VIA VETRIERA	187 DEL 29/9/2016	OD N. 1191 DEL 05/10/2016
VIALE COLAPESCE	INTERO TRATTO	199 DEL 20/10/2016	OD N. 1327 DEL 03/11/2016
PIAZZA ARAGONA	INTERO TRATTO	104 DEL 24/06/2014	O.D. N. 122 DEL 08/02/2018
PIAZZA BEATI PAOLI	TRATTO COMPRESO TRA LA VIA BEATI PAOLI E IL LIMITE DEL PROLUNGAMENTO DI VICOLO DEGLI ORFANI E VIA JUDICA	32 DEL 13/03/2018	O.D. N. 443 DEL 16/04/2018
VIA XX SETTEMBRE	TRATTO TRA VIA G. LA FARINA E PIAZZA GOFFREDO MAMELI	143 DEL 27/07/2017	O.D. N. 693 DEL 30/05/2018
VIA PICCOLA TEATRO S. CECILIA	INTERO TRATTO	104 DEL 24/06/2014	O.D. N. 955 DEL 13/07/2018
PIAZZETTA DELLA CANNA	INTERA PIAZZA	84 DEL 19/05/2015	O.D. N. 603 DEL 14/05/2019
VIA SCORDIA VIA AMARI	VIA P.PE BELMONTE - VIA F.SCO CRISPI	62 DEL 17/04/2019	O.D. N.644 DEL 19/05/2019
VIA P.PE DI GRANATELLI	TRATTO TRA VIA R. SETTIMO E VIA WAGNER	97 DEL 07/06/2019	O.D. N. 869 DEL 01/07/2019
VIA SALVATORE VIGO	INTERO TRATTO	97 DEL 07/06/2019	O.D. N. 869 DEL 01/07/2019
VIA DELL'ARSENALE	TRATTO COMPRESO TRA LA VIA DELL'ARCO E VICOLO DEL MOLO	126 DEL 11/07/2019	O.D. N.1160 DEL 27/09/2019

Figura 22 - Elenco strade pedonali (fonte Servizio Ambiente del Comune di Palermo)

In possesso dell'elenco di strade inibite al traffico veicolare si è provveduto a selezionarle all'interno dello shape file degli assi viari come riportato in figura sotto.

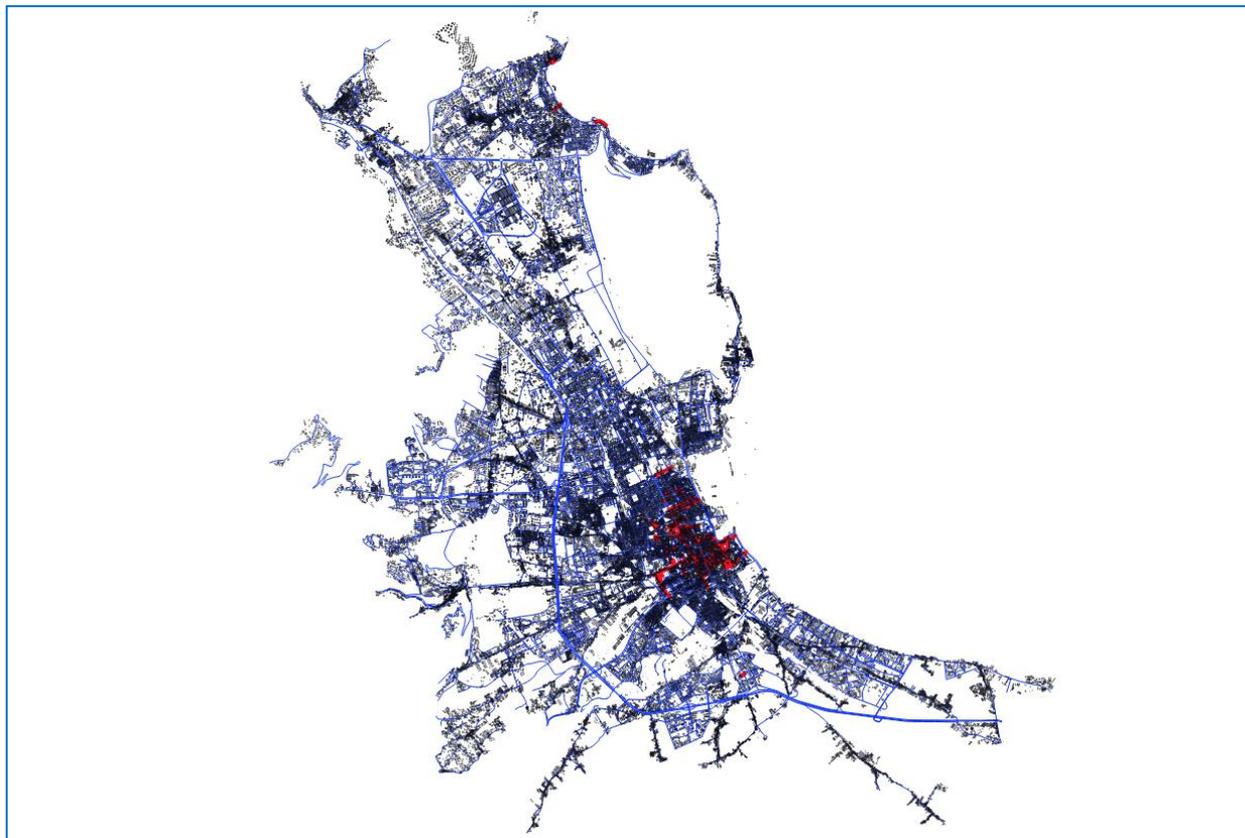


Figura 23 - Rappresentazione degli assi viari dell'agglomerato (in rosso i tratti pedonali o chiusi al traffico)

Successivamente è stata riportata nel campo note la dicitura "pedonali" in tutti i 108 assi precedentemente selezionati e che, come si evince dalla immagine successiva, saranno caratterizzati da valori di traffico nulli.

Assi viari 2022 4258 :: Features total: 3561, filtered: 3561, selected: 108

id	Nome	Largh .(m)	Note	Lunghezza	Tipologia	D 2r (v/h)	DV2r(km/h)
183	Via F. And?			39.70000	0	20.00000	29.00000
184	Piazzetta Mulino a Vento		Pedonale	39.80000	0	0.00000	0.00000
185	Largo Edoardo Alfano			39.90000	0	30.00000	39.00000
186	Via Flaminio			39.90000	0	13.00000	27.00000
187	Vicolo Cusimano		Pedonale	39.90000	0	0.00000	0.00000
188	Vicolo De Franco			39.90000	0	5.00000	27.00000
189	Via Pavia			40.00000	0	50.00000	28.00000
190	Vicolo S. Nicol?		Pedonale	40.00000	0	0.00000	0.00000
191	Via UD. 186			40.10000	0	38.00000	35.00000

Figura 24 - Caratterizzazione degli assi chiusi al traffico veicolare (particolare della tabella attributi dello shape file)

Si è poi deciso di imporre di default dei valori di traffico a tutte le tipologie di strade di minore importanza o senza via di uscita, la cui percorrenza è ridotta di fatto ai soli pochi residenti nelle abitazioni adiacenti non essendovi essenzialmente attività pubbliche di interesse collettivo. Tra queste: vicoli, stradine, cortili, bagli, piazzette, stradelle, ed alcune discese e salite. I dati di traffico nei periodi previsti dalla normativa sono stati attribuiti sulla base di osservazioni dirette in alcune di queste realtà. Inoltre il dato è stato attribuito tendendo in considerazione due fattori: in primo luogo la lunghezza del tratto (aumento del numero di veicoli progressivo); secondariamente si è utilizzato un coefficiente maggiorativo del 50% per il periodo diurno in quegli assi che si trovano nell'area determinata dal buffer a 100 metri delle scuole e degli ospedali, in modo tale da tener conto del traffico indotto da queste strutture nelle zone immediatamente limitrofe. Questa seconda analisi ha permesso di attribuire i dati di traffico a circa 350 tratti.

Il passo seguente, quello più oneroso dell'intera procedura, ha visto l'estensione del dato di traffico rilevato con monitoraggio diretto alle rimanenti strade facenti parti del grafo viario non precedentemente escluse per le singolarità già commentate. Il tutto è avvenuto mediante una procedura semiautomatica basata sul traffico medio di zona e sulla lunghezza del singolo tratto. Sono stati presi in considerazione i monitoraggi diretti mediante contatraffico e, servendosi dell'algoritmo noto come Triangolazione di Delaunay, sono state create delle zone triangolari di dimensione irregolare, i cui tre vertici fossero costituiti dai punti di collocazione degli apparecchi contatraffico. Sono così stati ricavati 189 triangoli e conseguentemente lo stesso numero di zone ipotizzate a traffico omogeneo.

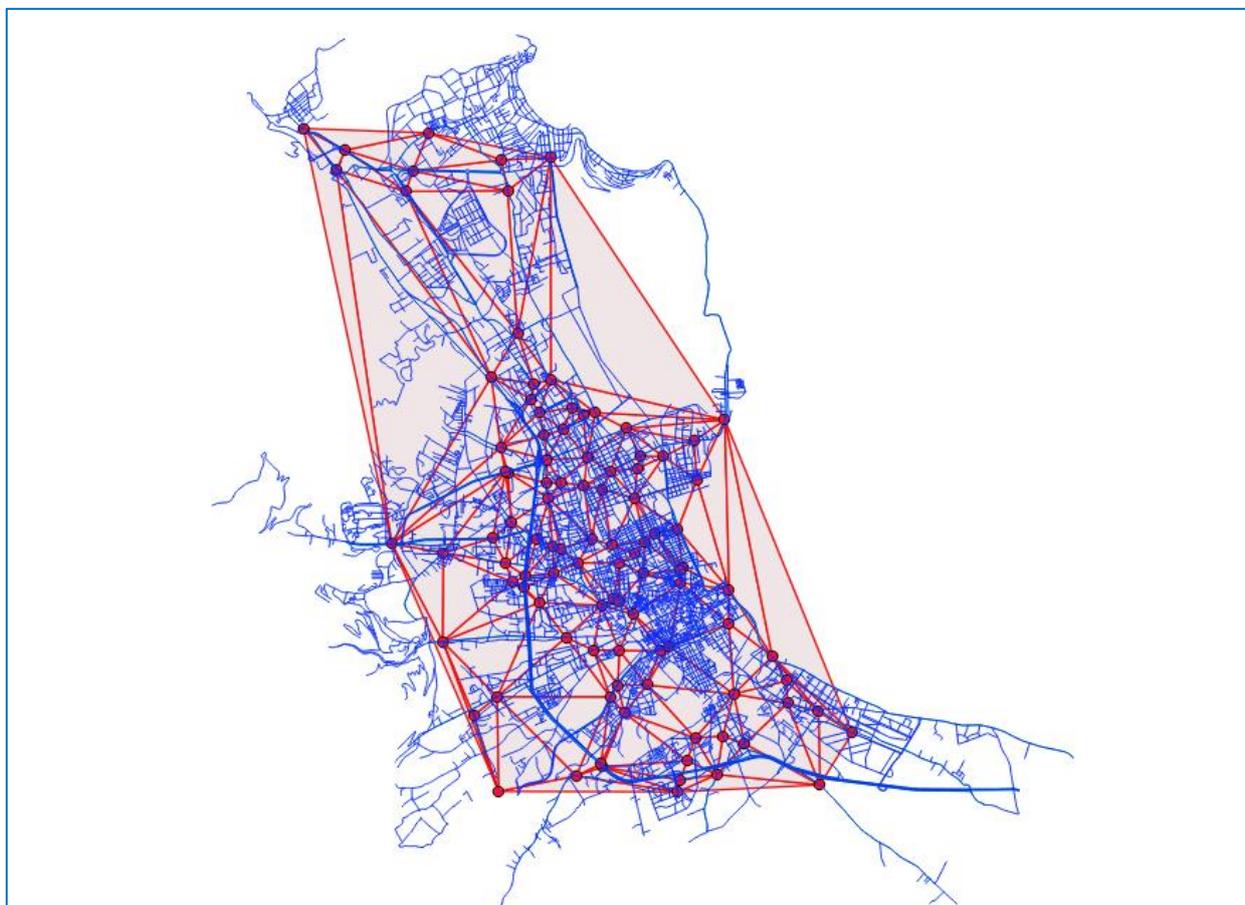


Figura 25 - La rappresentazione delle zone a "traffico omogeneo"

In possesso di queste zone si sono determinati i valori di traffico e delle velocità per gli assi non direttamente monitorati considerando la media dei dati provenienti dai tre monitoraggi che riguardassero i vertici di ciascun triangolo. Il valore così ottenuto è stato attribuito tal quale a quella tra le strade contenute in ciascun triangolo, o che lo attraversassero per un largo tratto, che avesse la lunghezza maggiore. Le altre strade hanno poi avuto dei valori di traffico proporzionali al rapporto tra la propria lunghezza e quella della “strada di riferimento” (quella con una lunghezza maggiore). La procedura analitica messa in atto ha permesso di determinare i dati di traffico per circa 2890 assi stradali.

Per attribuire i valori anche alle strade che non intersecassero nessuno dei 189 triangoli di Delaunay creati (quelle indicate in viola nella figura seguente), si sono presi a riferimento i soli monitoraggi realizzati nelle zone più periferiche della città.

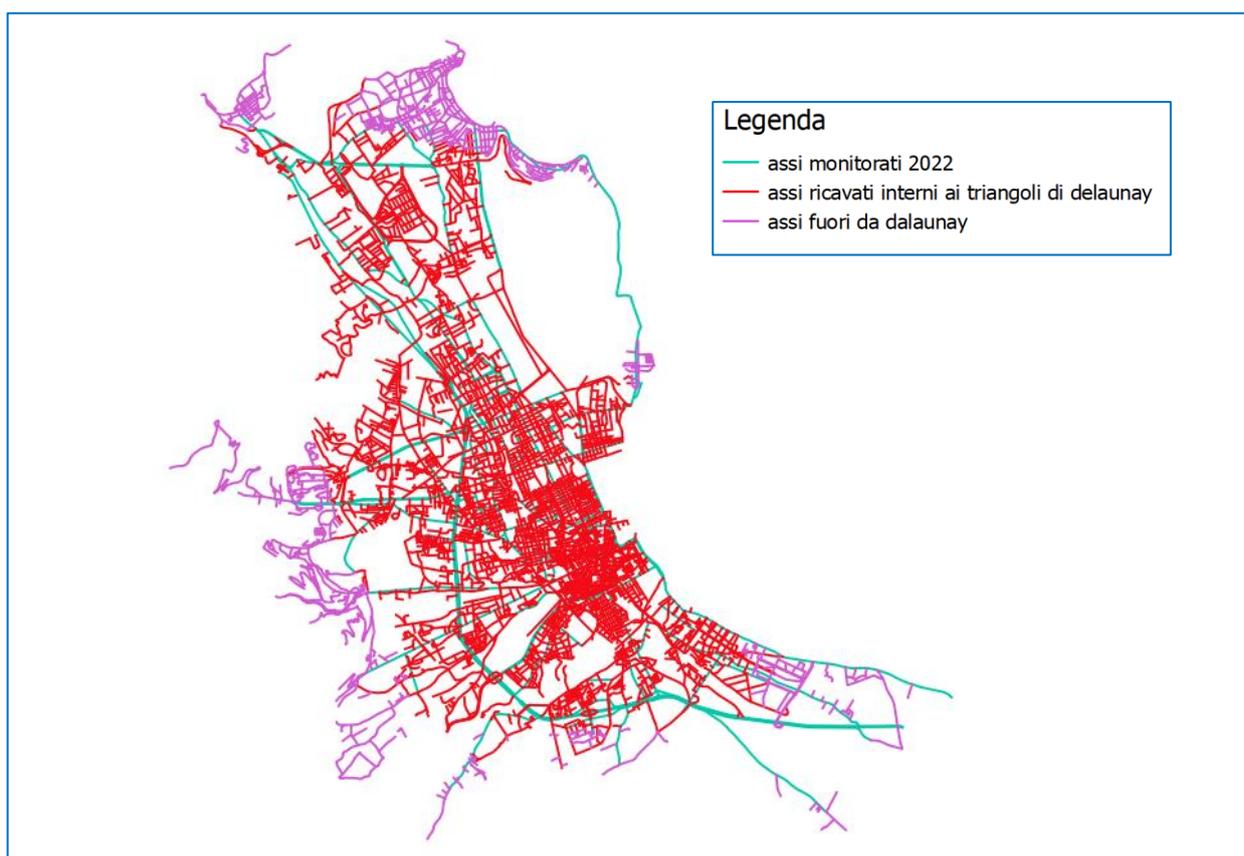


Figura 26 - Suddivisione degli assi stradali per origine dato di traffico

A partire dai dati di traffico e velocità in questi punti, senza effettuare alcuna media come invece avveniva nelle triangolazioni, si è attribuito il dato di traffico alle strade afferenti o prossime a ciascuno dei monitoraggi, avendo cura anche stavolta di proporzionare il tutto alla lunghezza del tratto interessato. Tuttavia in questo caso la proporzione è avvenuta prendendo come strada di riferimento (e quindi come lunghezza massima) quella interessata dal monitoraggio diretto e non più quella con la lunghezza maggiore tra quelle prive di dato di traffico. In questo modo sono stati attribuiti i dati di traffico e di velocità ai restanti 500 tratti di scorrimento dei circa 3560 totali.

Ultimata questa procedura, i dati sono stati dapprima inseriti nella tabella attributi relativa allo shape file dedicato agli assi viari e successivamente, come per gli altri strati informativi, è stato

creato un geofile nel software di simulazione della tipologia “strada” mediante le associazioni tra i records presenti nel file .shp ed i corrispondenti in SoundPlan.

6.3 Procedura di elaborazione della mappatura acustica

Esaurita la fase di preparazione dei dati di input si è potuto impostare ed avviare il calcolo delle mappe del rumore nel software dedicato.

Da un punto di vista della tipologia di calcolo, è stato richiesto di eseguire la simulazione del rumore esterno a 4 metri di altezza rispetto al suolo. Tale settaggio è stato mantenuto per tutte le mappe generate:

- traffico veicolare;
- traffico ferroviario;
- rumore portuale;
- overall sources.

Impostazioni più specifiche sono quelle inerenti al numero di riflessioni da considerare e le distanze entro le quali effettuare le ricerche. Una sintesi di questi parametri è riportata nell’immagine seguente.

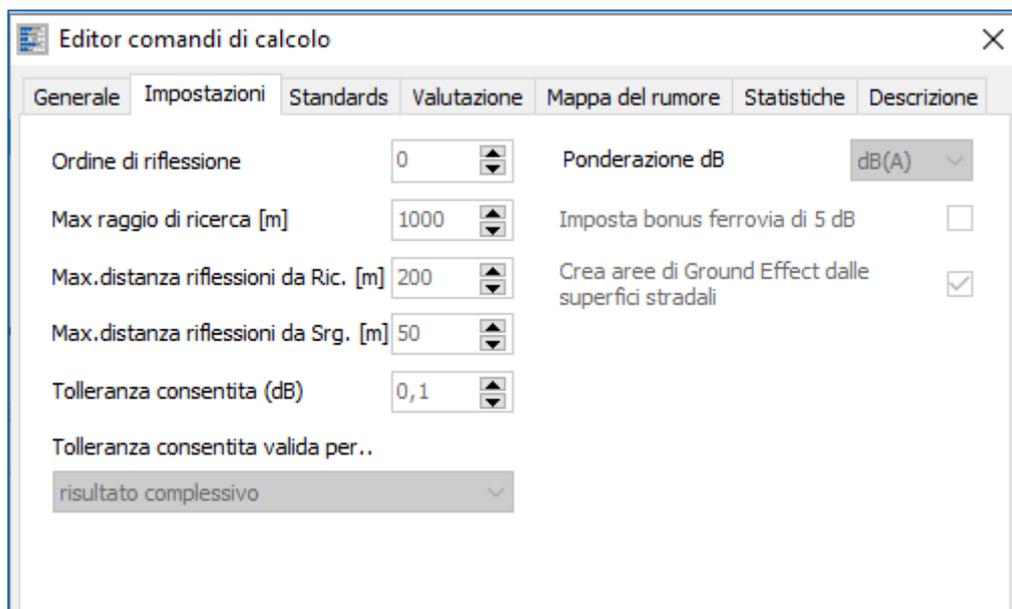


Figura 27 - Comandi di calcolo delle mappe del rumore

In particolare, come indicato nelle note in calce alla formula per il calcolo del descrittore L_{den} , si considera il solo suono incidente e si trascurava il suono riflesso dalla facciata considerata. Per tale ragione si è settato un numero di riflessioni da considerare nel calcolo pari a zero.

Per ciò che concerne lo standard di calcolo inerente al rumore stradale si è fatto riferimento allo standard “CNOSSOS-EU”, cioè quello previsto dalla Direttiva 2015/996/UE, in particolare nell’aggiornamento introdotto dalla Direttiva Delegata 2021/1226/UE.

Gli indicatori scelti per la rappresentazione della mappa sono L_{den} ed L_{night} e la griglia di interpolazione in output è stata impostata pari a 3 x 3 metri.

7. STIMA DEI RESIDENTI, DEGLI EDIFICI ESPOSTI A LIVELLI SONORI IN FASCE STABILITE E RICETTORI SENSIBILI

La procedura di calcolo ha permesso di ottenere i risultati relativi alle mappe del rumore sia da un punto di vista tabellare che mediante dei grafici ad isolinee o isovalori.

La prima tipologia di visualizzazione è poco pratica e si presta, oltre all’archiviazione dei dati, soltanto all’individuazione di valori puntuali singolari o ad approcciare particolari studi sulla microarea. Più pratiche risultano invece le mappe coroplate ad isovalori o per classi di livelli di pressione sonora, alle quali inoltre si fa specifico riferimento nelle Linee Guida del Ministero della Transizione Ecologia (MITE), in particolare nel documento relativo alle “Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna dei set di dati digitali relativi alle mappature acustiche e alle mappature acustiche strategiche” del marzo 2022.

Le specifiche riportate nelle Linee Guida contengono una sintesi in lingua italiana dei documenti redatti dall’Agenzia Europea dell’Ambiente e nel caso specifico del documento “Environmental noise Directive – Reporting guidelines – DF4_8 Strategic noise maps – December 2021, Version 1.1”.

Tabella 10 - Strati informativi richiesti per le diverse sorgenti di rumore (DF4 – DF8 201)

Tipologia	Nome GeoPackage	Geometria	Descrizione
Agglomerati	Agglomerations_StrategicNoiseMaps_2022_CA.gpkg	Poligono	Rappresentazione: <ul style="list-style-type: none"> – delle aree comprese tra due curve di isolivello Lden corrispondenti agli intervalli 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, 70-74 dB, ≥75 dB dovute alle diverse sorgenti di rumore presenti nell’agglomerato; – delle aree comprese tra due curve di isolivello Lnight corrispondenti agli intervalli 50-54 dB, 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, ≥70 dB dovute alle diverse sorgenti di rumore presenti nell’agglomerato; – dei dati di esposizione al rumore in suddette aree
	Agglomerations_StrategicNoiseMaps_LineString_2022_CA.gpkg	Polilinea	Rappresentazione: <ul style="list-style-type: none"> – delle curve di isolivello Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB dovute alle diverse sorgenti di rumore presenti nell’agglomerato; – delle curve di isolivello Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB dovute alle diverse sorgenti di rumore presenti nell’agglomerato; – dei dati di esposizione al rumore relativi a suddette curve
Aeroporti	MajorAirports_StrategicNoiseMaps_2022_ICAOCode.gpkg	Poligono	Rappresentazione: <ul style="list-style-type: none"> – delle aree comprese tra due curve di isolivello Lden corrispondenti agli intervalli 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, 70-74 dB, ≥75 dB dovute all’aeroporto principale oggetto di mappatura; – delle aree comprese tra due curve di isolivello Lnight corrispondenti agli intervalli 50-54 dB, 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, ≥70 dB dovute all’aeroporto principale oggetto di mappatura; – dei dati di esposizione al rumore relativi a suddette aree
	MajorAirports_StrategicNoiseMaps_LineString_2022_ICAOCode.gpkg	Polilinea	Rappresentazione: <ul style="list-style-type: none"> – delle curve di isolivello Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB dovute all’aeroporto principale oggetto di mappatura; – delle curve di isolivello Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB dovute all’aeroporto principale oggetto di mappatura; – dei dati di esposizione al rumore relativi a suddette curve

Figura 28 - Strati informativi per specifica sorgente di rumore (fonte Linee Guida MITE)

Dal menù esterno del software di simulazione SoundPlan 8.2, tramite il tool “Grafici” è possibile definire il set di parametri secondo i quali le mappe devono essere prodotte.

Numero di classi, colorazione, eventuali riferimenti geografici, scala grafica, titolo e opzioni della legenda sono tra i più importanti. Alle mappe vere e proprie è poi possibile aggiungere contestualmente anche l’intera situazione del database geografico o in alternativa uno o più geofiles di interesse, ciascuno corredato da propria simbologia e legenda.

È altresì possibile, determinare in modo automatico per ogni fascia con range di 5 dB e per ciascuna mappa del rumore:

- la superficie in km² ricadente all’interno;

- il numero di abitanti residenti;
- il numero di edifici residenziali, di scuole e di ospedali contenuti.

Queste informazioni sono ricavabili, sottoponendo la singola mappa del rumore alla “Valutazione area EU”, la quale deve essere effettuata secondo quanto previsto dalle ultime Linee Guida fornendo per il dato di popolazione il valore preciso e non più come nel corso delle mappature precedenti arrotondato al centinaio più prossimo.

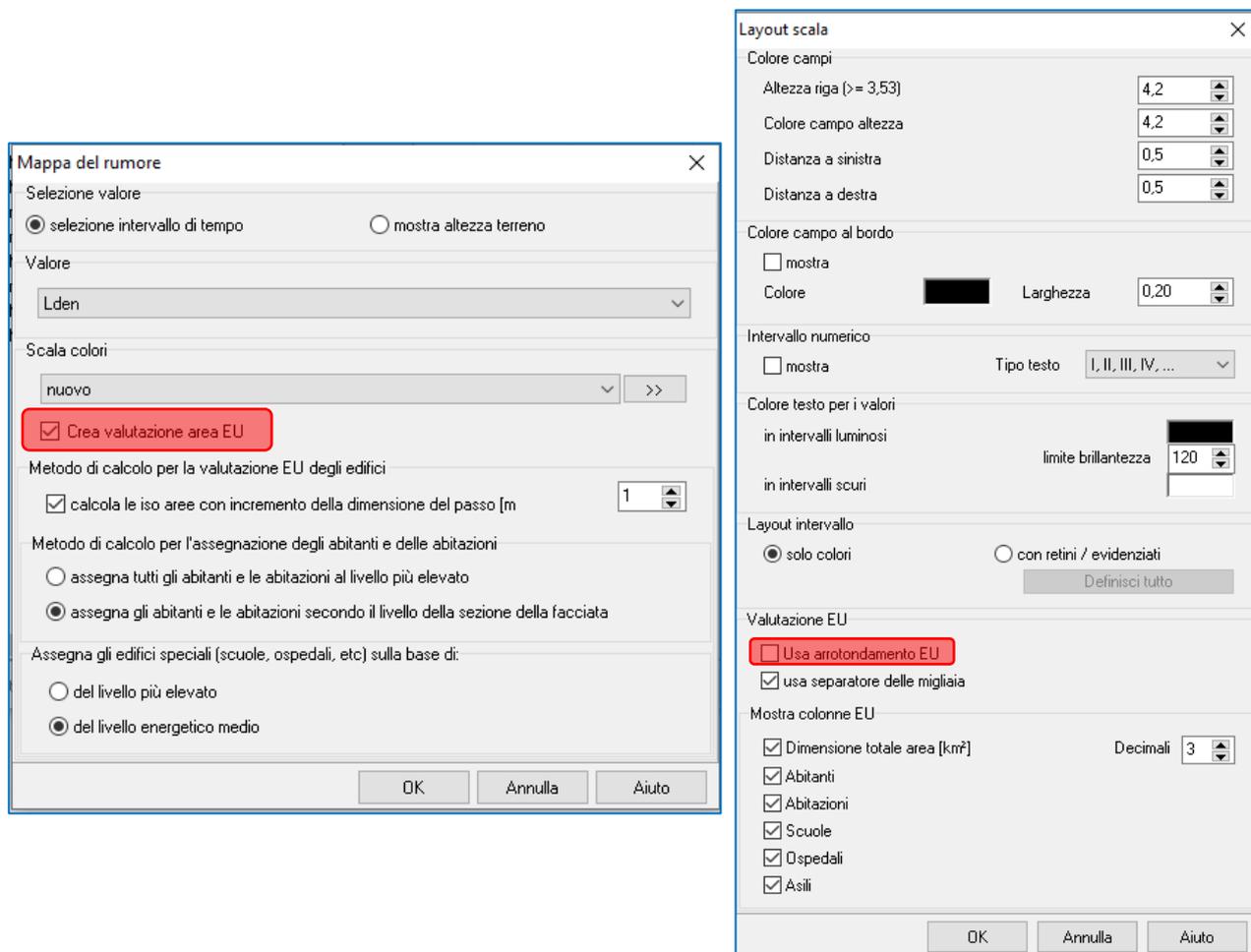


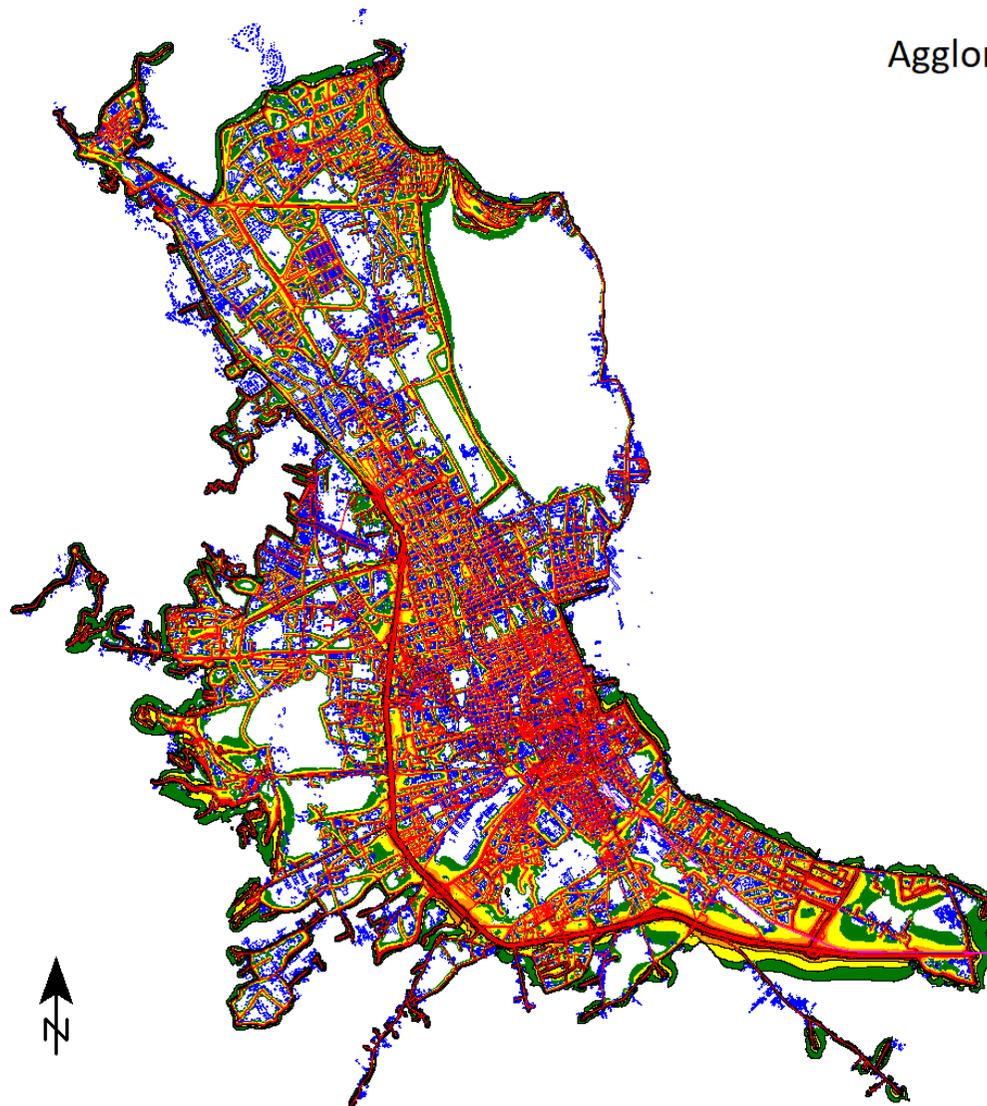
Figura 29 - Valutazione EU dei recettori

Nelle pagine che seguono vengono riportate le mappe del rumore, sia per il descrittore L_{den} che per il descrittore L_{night} , per la sorgente stradale, per quella ferroviaria, per quella industriale (e nello specifico portuale) e quella globale. Come anticipato, oltre alla rappresentazione a colori dei livelli, ciascuna mappa riporta una tabella di sintesi della superficie e dei recettori (abitanti ed obiettivi sensibili) ricadenti all’interno di ogni fascia, in accordo a quanto previsto dalla normativa.

Mappa Acustica Strategica (2022)

Agglomerato urbano di Palermo (AG_IT_00_00008)

Mappa acustica del rumore stradale
(AgglomerationRoad) - Lden



Segni e simboli

	Edificio principale
	Ospedale
	Scuola
	Strada
	Ferrovia
	Asse strada
	Area portuale

Scala 1:100000
0 0,5 1 2 3 4 km



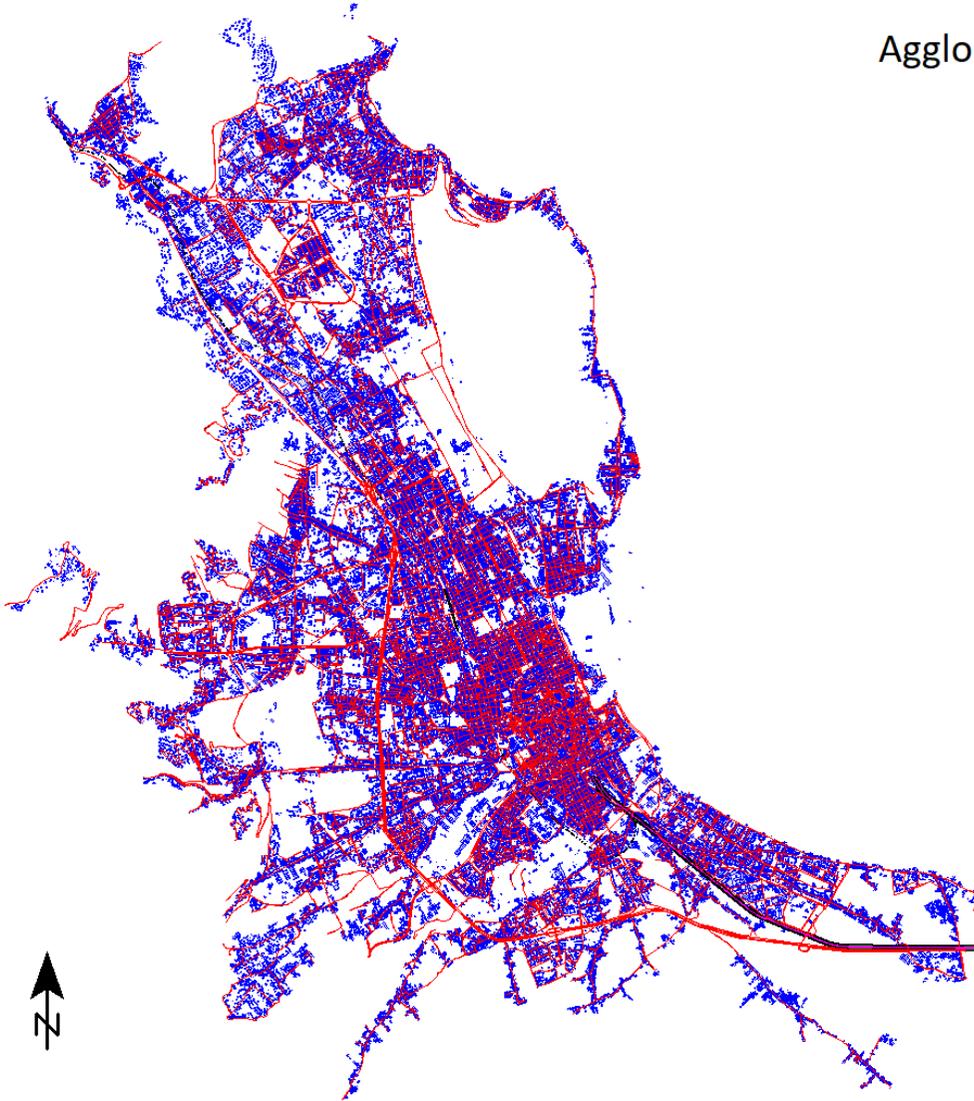
Livello di rumore Lden
in dB(A)

	km ²	Abitanti	Scuole	Ospedali	
55 <	<= 60	15,699	86.249	276	64
60 <	<= 65	13,012	101.294	372	74
65 <	<= 70	12,651	113.842	244	36
70 <	<= 75	7,811	60.914	71	10
75 <		2,313	7.734	5	0

Mappa Acustica Strategica (2022)

Agglomerato urbano di Palermo (AG_IT_00_00008)

Mappa acustica del rumore ferroviario
(AgglomerationMajorRailways) - Lden



Segni e simboli

	Edificio principale
	Ospedale
	Scuola
	Strada
	Ferrovia
	Asse strada
	Area portuale

Scala 1:100000



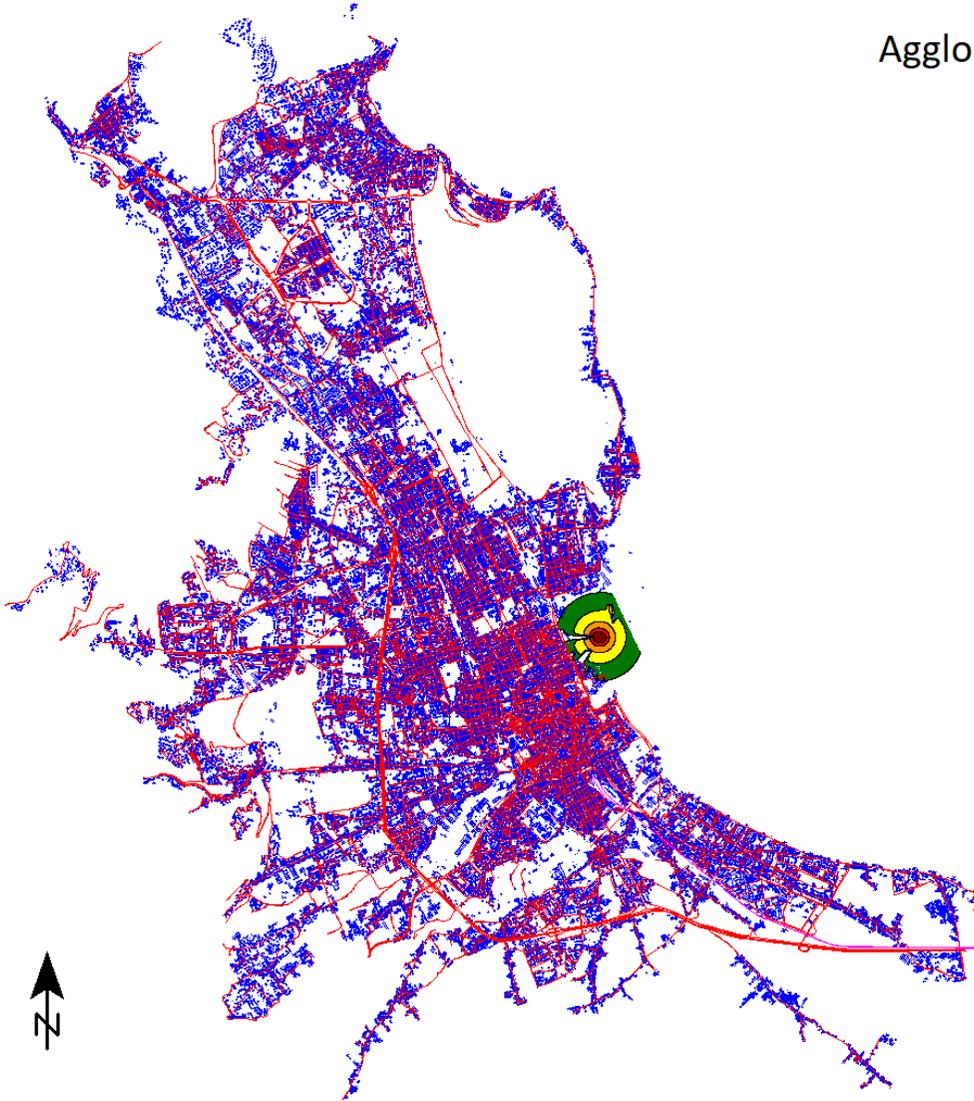
Livello di rumore Lden
in dB(A)

	km ²	Abitanti	Scuole	Ospedali
55 <  <= 60	0,450	466	0	0
60 <  <= 65	0,313	149	0	0
65 <  <= 70	0,001	0	0	0
70 <  <= 75	0,000	0	0	0
75 < 	0,000	0	0	0

Mappa Acustica Strategica (2022)

Agglomerato urbano di Palermo (AG_IT_00_00008)

Mappa acustica del rumore industriale
(AgglomerationIndustry) - Lden



Segni e simboli

	Edificio principale
	Ospedale
	Scuola
	Strada
	Ferrovia
	Asse strada
	Area portuale

Scala 1:100000



Livello di rumore Lden

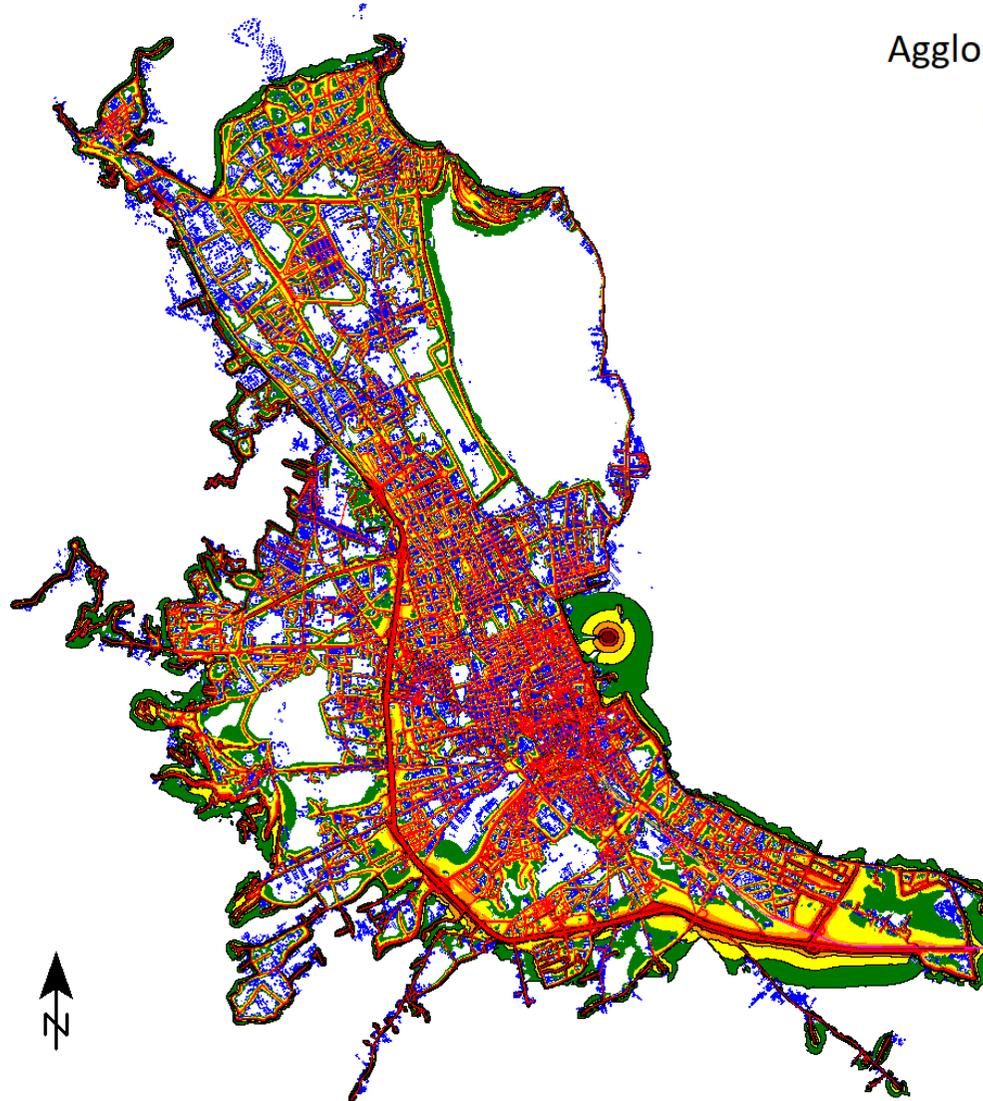
in dB(A)

	km ²	Abitanti	Scuole	Ospedali
55 <  <= 60	0,608	15	0	0
60 <  <= 65	0,314	3	0	0
65 <  <= 70	0,121	3	0	0
70 <  <= 75	0,041	1	0	0
75 < 	0,028	0	0	0

Mappa Acustica Strategica (2022)

Agglomerato urbano di Palermo (AG_IT_00_00008)

Mappa acustica del contributo di tutte le sorgenti
(AgglomerationAllSources) - Lden



Segni e simboli

-  Edificio principale
-  Ospedale
-  Scuola
-  Strada
-  Ferrovia
-  Asse strada
-  Area portuale

Scala 1:100000



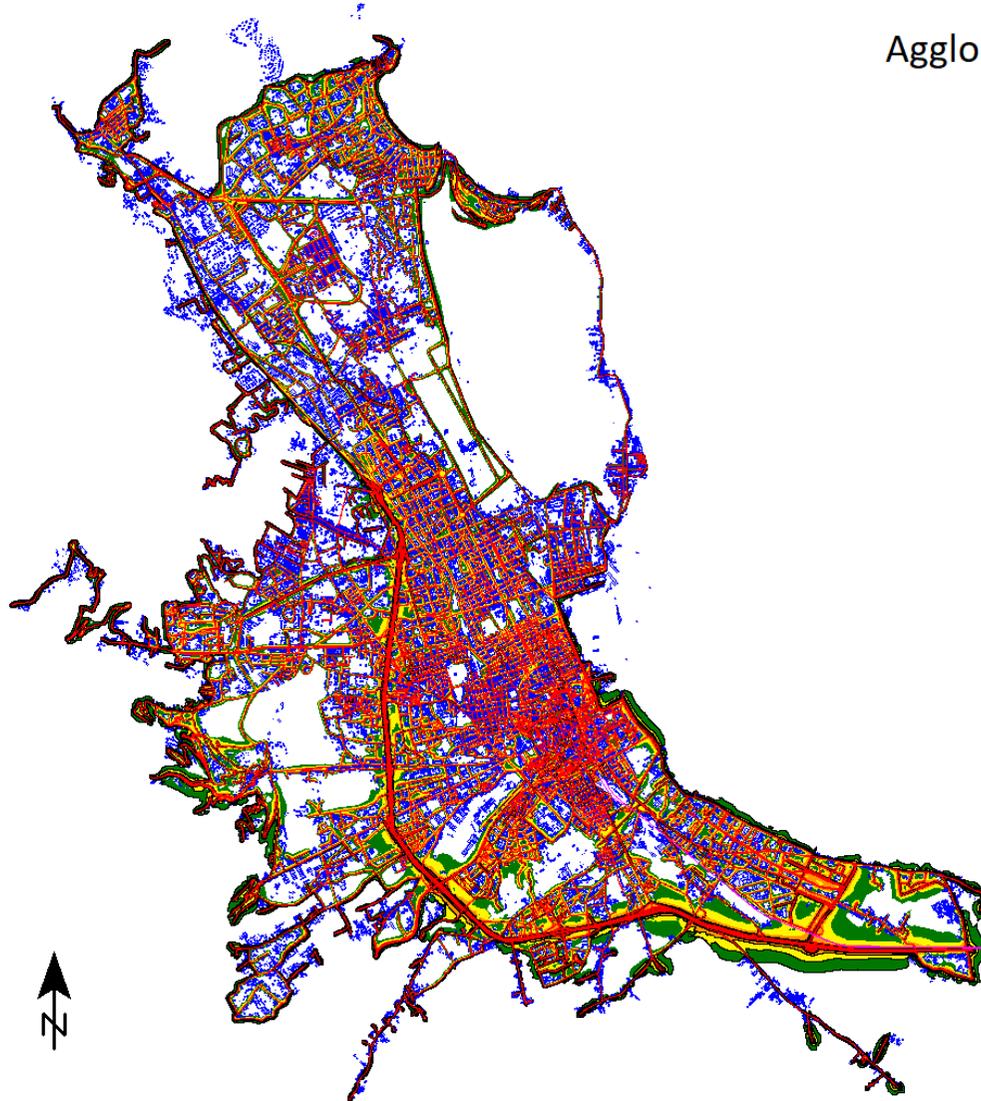
Livello di rumore Lden
in dB(A)

	km ²	Abitanti	Scuole	Ospedali
55 <  <= 60	18,845	88.600	280	63
60 <  <= 65	14,233	102.263	372	76
65 <  <= 70	12,930	114.312	245	36
70 <  <= 75	7,909	61.104	71	10
75 < 	2,353	7.760	5	0

Mappa Acustica Strategica (2022)

Agglomerato urbano di Palermo (AG_IT_00_00008)

Mappa acustica del rumore stradale
(AgglomerationRoad) - Lnight



Segni e simboli

	Edificio principale
	Ospedale
	Scuola
	Strada
	Ferrovia
	Asse strada
	Area portuale

Scala 1:100000



Livello di rumore Lnight

in dB(A)

	km ²	Abitanti	Scuole	Ospedali
50 <  <= 55	14,057	94.952	365	63
55 <  <= 60	12,831	110.207	281	55
60 <  <= 65	9,693	80.777	130	17
65 <  <= 70	3,243	25.744	22	4
70 < 	1,310	1.873	2	0



Mappa Acustica Strategica (2022)

Agglomerato urbano di Palermo (AG_IT_00_00008)

Mappa acustica del rumore ferroviario
(AgglomerationMajorRailways) - Lnight



Segni e simboli

	Edificio principale
	Ospedale
	Scuola
	Strada
	Ferrovia
	Asse strada
	Area portuale

Scala 1:100000



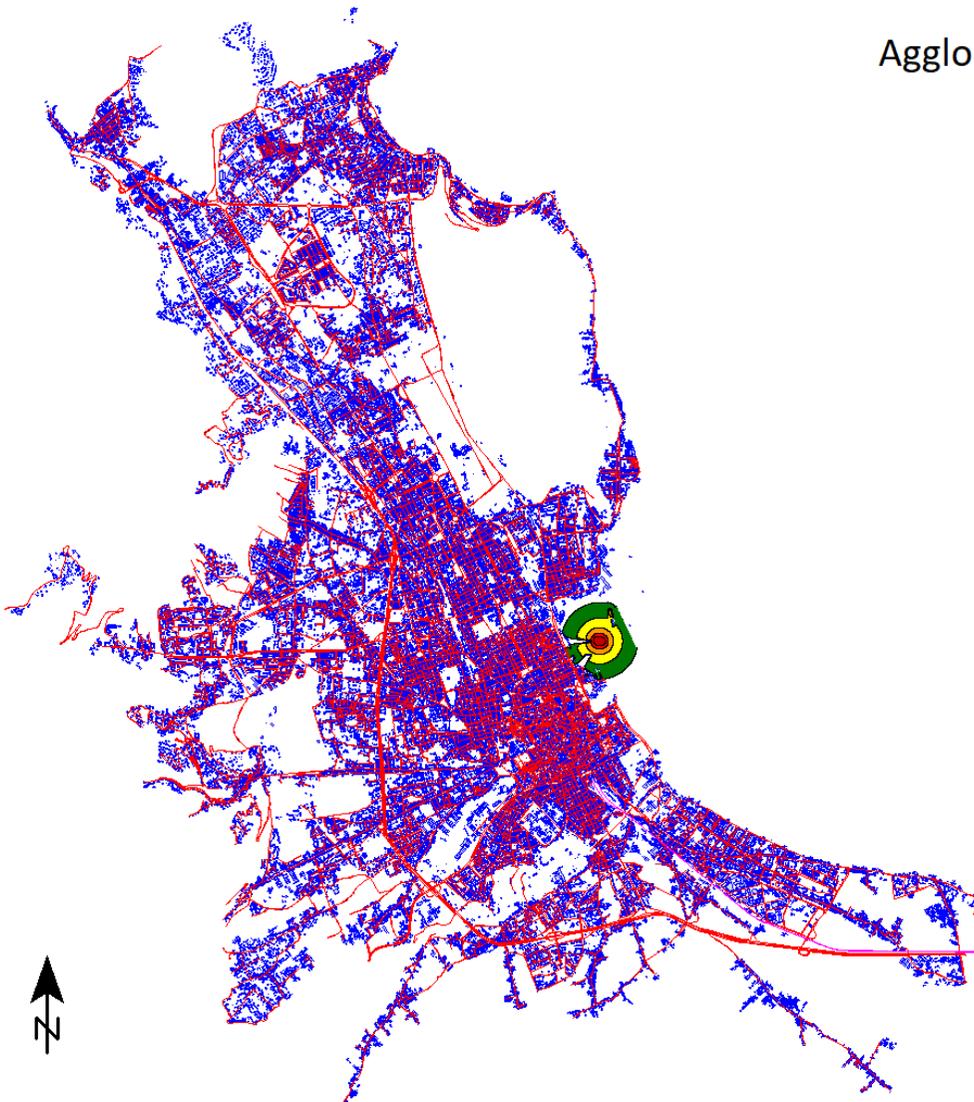
Livello di rumore Lnight in dB(A)

	km ²	Abitanti	Scuole	Ospedali
50 <  <= 55	0,403	251	0	0
55 <  <= 60	0,006	1	0	0
60 <  <= 65	0,000	0	0	0
65 <  <= 70	0,000	0	0	0
70 < 	0,000	0	0	0

Mappa Acustica Strategica (2022)

Agglomerato urbano di Palermo (AG_IT_00_00008)

Mappa acustica del rumore industriale
(AgglomerationIndustry) - Lnight



Segni e simboli

	Edificio principale
	Ospedale
	Scuola
	Strada
	Ferrovia
	Asse strada
	Area portuale

Scala 1:100000



Livello di rumore Lnight

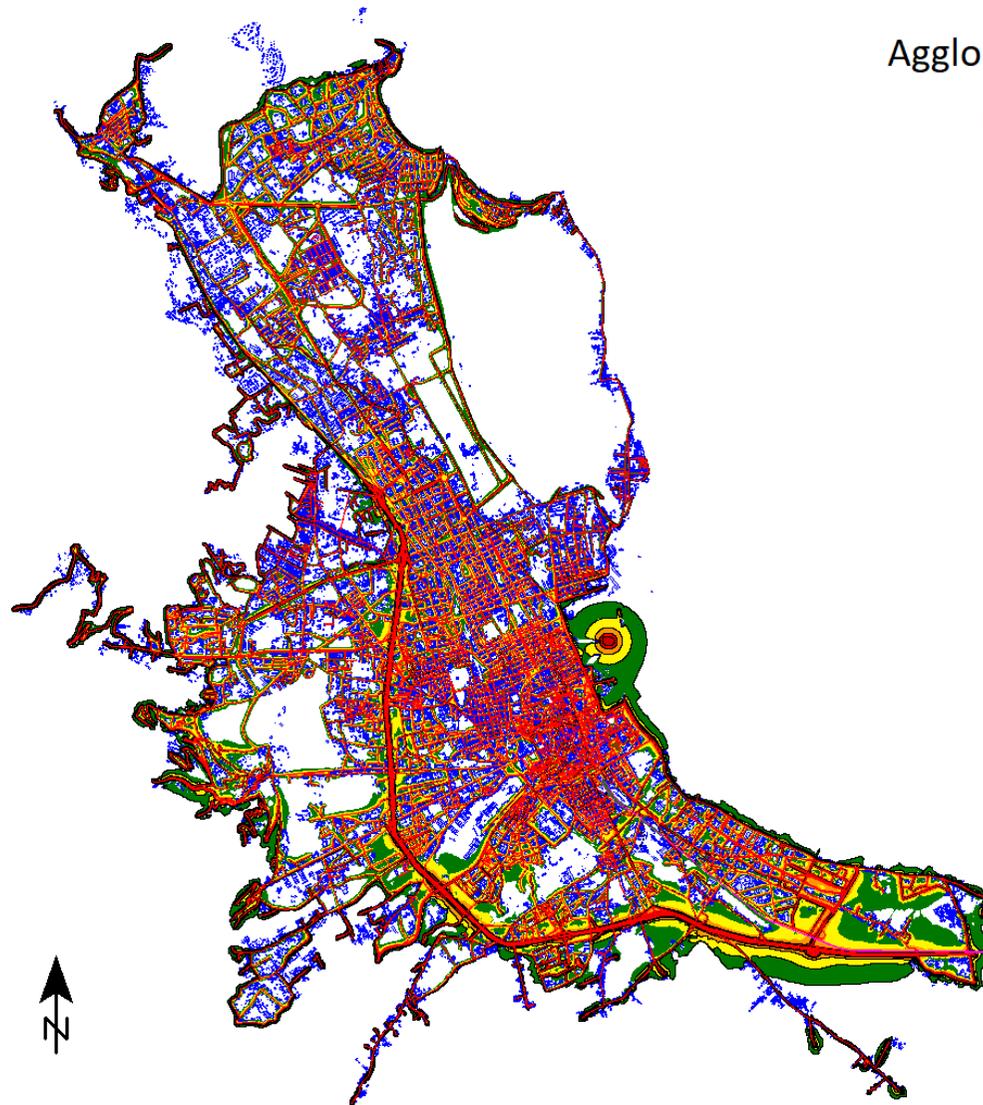
in dB(A)

	km ²	Abitanti	Scuole	Ospedali
50 <  <= 55	0,538	9	0	0
55 <  <= 60	0,243	4	0	0
60 <  <= 65	0,089	2	0	0
65 <  <= 70	0,031	1	0	0
70 < 	0,023	0	0	0

Mappa Acustica Strategica (2022)

Agglomerato urbano di Palermo (AG_IT_00_00008)

Mappa acustica del contributo di tutte le sorgenti
(AgglomerationAllSources) - Lnight



Segni e simboli

	Edificio principale
	Ospedale
	Scuola
	Strada
	Ferrovia
	Asse strada
	Area portuale

Scala 1:100000



Livello di rumore Lnight

in dB(A)

		km ²	Abitanti	Scuole	Ospedali	
50 <		<= 55	16,283	96.754	368	63
55 <		<= 60	13,522	110.948	280	56
60 <		<= 65	9,880	81.081	131	17
65 <		<= 70	3,302	25.823	22	4
70 <			1,338	1.886	2	0

Un'altra possibilità è quella di esportare in formato .shp ogni mappa mediante i tools *Esporta linee di contorno* o *Esporta area isovalore*, ed elaborare successivamente ciascuna mappa su software Gis. Questa procedura è quella messa in atto per la predisposizione degli elaborati da trasmettere alla Commissione Europea.

L'analisi è stata svolta con l'ausilio di QuantumGis.

Negli shape file relativi alle mappe del rumore "*aree isovalore*" si ha di fatto una progressiva sovrapposizione di aree. Infatti, benché in output al programma SoundPlan vengano create delle fasce che abbiano un intervallo costante (impostato a 5 dB), l'estensione areale di tale fasce comprende tutte le superfici con valore maggiore o uguale al limite inferiore dell'intervallo stesso.

Ciò comporta che con eccezione della fascia a valore più elevato, tutte le altre abbiano una estensione pari alla somma di quella di pertinenza (reale) e di quelle delle fasce superiori. Al fine di eliminare tale criticità il file vettoriale è stato reso modificato e quindi reso idoneo al successivo trattamento mediante gli strumenti di geometria e geoprocessing presenti nel software GIS.

8. PROCEDURA DI VALIDAZIONE DEL MODELLO

Al fine di effettuare la validazione del modello acustico applicato, è stato realizzato un confronto tra i monitoraggi acustici mediante centralina fonometrica su dispositivo mobile operati dall'Unità Operativa Agenti Fisici Area Occidentale di Arpa Sicilia ed i valori restituiti nei medesimi punti monitorati dalle procedure di mappatura acustica.

Il set di dati di partenza era costituito dai 46 monitoraggi realizzati nell'arco del biennio 2020-2022. Tuttavia per realizzare un confronto quanto più in linea possibile con i dati in input alle mappe acustiche e quindi con i monitoraggi del traffico effettuati dal 16 Febbraio al 7 Luglio 2022 si è deciso di escludere dalla procedura di comparazione:

- i monitoraggi effettuati nel corso del periodo di lockdown dovuto alla emergenza sanitaria ed epidemiologica, durante il quale le notevoli restrizioni alla circolazione individuale e quindi di veicoli hanno determinato dei livelli di rumore registrati nettamente inferiori a quelli ordinariamente presente;
- alcuni monitoraggi realizzati interamente nel mese di Agosto, nel corso del quale è largamente risaputo che il traffico veicolare urbano è notevolmente ridotto rispetto agli altri periodi dell'anno.

Alla fine della procedura di scrematura, il confronto tra i dati relativi ai descrittori acustici L_{den} ed L_{night} calcolati in seguito a monitoraggio diretto con centralina di rumore e quelli ottenuti negli stessi punti mediante il modello di calcolo del software di simulazione è stato realizzato per 26 punti. Nella tabella che segue è riportato il dettaglio dei dati per i descrittori acustici sopra riportati ed in aggiunta anche per i descrittori L_{day} ed $L_{evening}$.

Si può osservare come la distribuzione delle differenze tra i valori derivanti dal monitoraggio e quelli della simulazione presenti sia valori positivi sia negativi.

In molti casi gli scarti sono contenuti in pochi dB, in alcuni punti invece, nei quali oltre al traffico veicolare si è in presenza anche di altre fonti di rumore (elevata presenza di attività commerciali, rumore antropico, ecc), si presentano differenze più marcate.

Anno di riferimento	Zona	Indirizzo sito di misura	Data di inizio	Data di fine	Ore di monitoraggio totali	Monitoraggio				Mappe acustiche				Differenze			
						Lday	Levening	Lnight	Lden	Lday	Levening	Lnight	Lden	Δ Lday	Δ Levening	Δ Lnight	Δ Lden
2022	III	Corso Calatafimi n.494	24/01/2022	14/02/2022	501	75,5	72,2	67,1	76	67,7	65,6	61,9	69,8	7,8	6,6	5,2	6,2
2021	IV	Corso dei mille n.135	09/03/2021	30/03/2021	499	64,6	64,6	60,6	68	66,3	63,5	61,4	68,9	-1,7	1,1	-0,8	-0,9
2022	III	Corso Tukory n.168	31/08/2022	19/09/2022	454	71,2	69,3	65,4	73,5	69,3	66	64	71,6	1,9	3,3	1,4	1,9
2021	II	Lungomare Cristoforo Colombo - Ingresso Roosevelt	04/03/2021	09/03/2021	124	63,4	62,1	51,3	63,5	64,8	62,1	57,4	66	-1,4	0	-6,1	-2,5
2021	IV	Piazza Francesco Restivo	16/09/2021	01/10/2021	360	63,6	61,6	58,8	66,5	66,9	63,8	59	67,9	-3,3	-2,2	-0,2	-1,4
2022	III	Piazza Mondello n.53	16/05/2022	02/06/2022	417	65	63,3	58,7	67	67,4	65,1	60,7	69	-2,4	-1,8	-2	-2
2020	IV	via Autonomia siciliana n.52	25/08/2020	14/09/2020	479	67,2	65,1	61,8	69,5	68	64,5	60,7	69,2	-0,8	0,6	1,1	0,3
2022	IV	Via Bernini n.59	02/05/2022	16/05/2022	333	69,1	66	62,4	70,5	70,1	67,9	63,5	71,8	-1	-1,9	-1,1	-1,3
2022	IV	Via Bertolino Giuseppe Puglisi n.27	11/01/2022	23/01/2022	300	71,1	68,2	69,6	76	67,3	65,7	62,6	70,1	3,8	2,5	7	5,9
2020	III	Via Cala n. 116 di fronte clinica Zancla	23/10/2020	13/11/2020	504	74,1	72,2	67,4	75,8	76,3	74,7	72	79,3	-2,2	-2,5	-4,6	-3,5
2022	IV	Via Cavour n.163	01/01/2022	11/01/2022	249	71,8	72	68,6	74,5	65,9	64	61,3	68,7	5,9	8	7,3	5,8
2022	IV	Via dei Nebrodi n.61	15/04/2022	02/05/2022	410	66,8	66,4	62,5	70	68,7	66,5	62,2	70,4	-1,9	-0,1	0,3	-0,4
2021	III	Via Ernesto Basile n.218	31/05/2021	14/06/2021	338	73,9	72,5	68,2	76	67,2	65,4	62	69,7	6,7	7,1	6,2	6,3
2021	IV	Via Galileo Galilei n.16	30/03/2021	16/04/2021	407	65,9	69,9	56	68	67,2	64,6	62,6	69,9	-1,3	5,3	-6,6	-1,9
2021	IV	Via Giuseppe Sciuti n.206	04/05/2021	31/05/2021	649	68,1	68,5	61,7	70	72,3	69,8	63,8	73,1	-4,2	-1,3	-2,1	-3,1
2022	IV	Via Isidoro La Lumia n. 29/A	14/02/2022	13/03/2022	657	63,7	65,8	67,3	73	72,2	70,3	67,3	74,8	-8,5	-4,5	0	-1,8
2020	III	Via Messina Marine - Altezza Palazzina Florio	13/11/2020	31/12/2020	1164	71,8	71,1	66	74	67	66,3	63,4	70,6	4,8	4,8	2,6	3,4
2020	IV	Via Notarbartolo n. 27/b	27/05/2020	18/06/2020	527	68,2	65,1	57,3	68	68,1	64,8	59,7	68,8	0,1	0,3	-2,4	-0,8
2020	IV	Via Principe di Paternò n.120	28/04/2020	06/05/2020	191	68,3	68,8	59,6	69,5	69,9	67	63,3	71,5	-1,6	1,8	-3,7	-2
2022	IV	Via Quintino Sella n. 59	21/03/2022	28/03/2022	169	62,8	64,9	69	74,5	71,1	69,5	66,2	73,7	-8,3	-4,6	2,8	0,8
2022	III	Via Sferracavallo n.178	14/06/2022	06/07/2022	529	69,3	68,5	66,7	73,5	66,5	65,6	60,2	68,5	2,8	2,9	6,5	5
2020	IV	Viale del Fante altezza CTO	06/05/2020	08/05/2020	47	71,3	66,1	62,1	71,5	68,2	63,2	60,3	69	3,1	2,9	1,8	2,5
2020	IV	Viale del Fante n. 14	11/05/2020	15/05/2020	94	69,3	66,8	60,6	70	71,3	66,6	63,4	72,1	-2	0,2	-2,8	-2,1
2021	III	Viale della Resurrezione n.6	16/04/2021	04/05/2021	429	68,8	66,7	60,6	70	67,5	64,7	58,7	68,2	1,3	2	1,9	1,8
2020	IV	Viale Lazio n. 60	17/04/2020	28/04/2020	263	67,3	66,6	59,8	68,8	68,4	65,5	61,6	69,9	-1,1	1,1	-1,8	-1,1
2020	III	Viale Michelangelo n. 1482	18/06/2020	02/07/2020	336	72,5	72	67,1	75	72,5	72,8	66,6	74,9	0	-0,8	0,5	0,1

Tabella 4 - Confronto tra i monitoraggi e le simulazioni acustiche

Dalla analisi statistica delle differenze riportate in tabella sopra, per i descrittori acustici L_{den} ed L_{night} risulta la distribuzione sintetizzata nei due grafici che seguono. In entrambi i casi i dati compresi tra il primo ed il terzo quartile sono in valore assoluto inferiori a 3 dB.

Vi è una presenza di outlier che come già accennato sono stati rilevati in quei rilievi condotti nei punti nei quali il traffico veicolare non è l'unica presente.

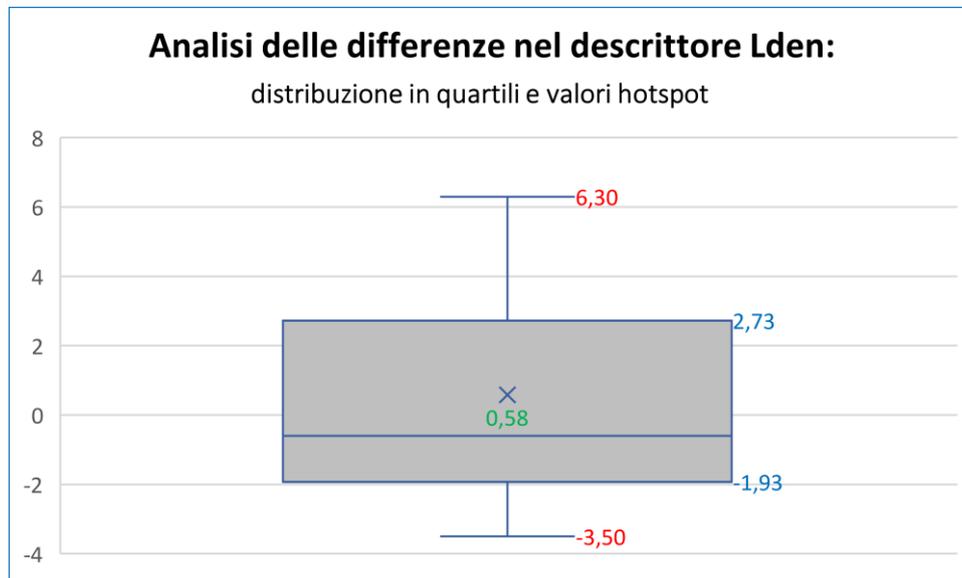


Figura 30 - Distribuzione degli scarti tra valore misurato e simulato: descrittore L_{den}

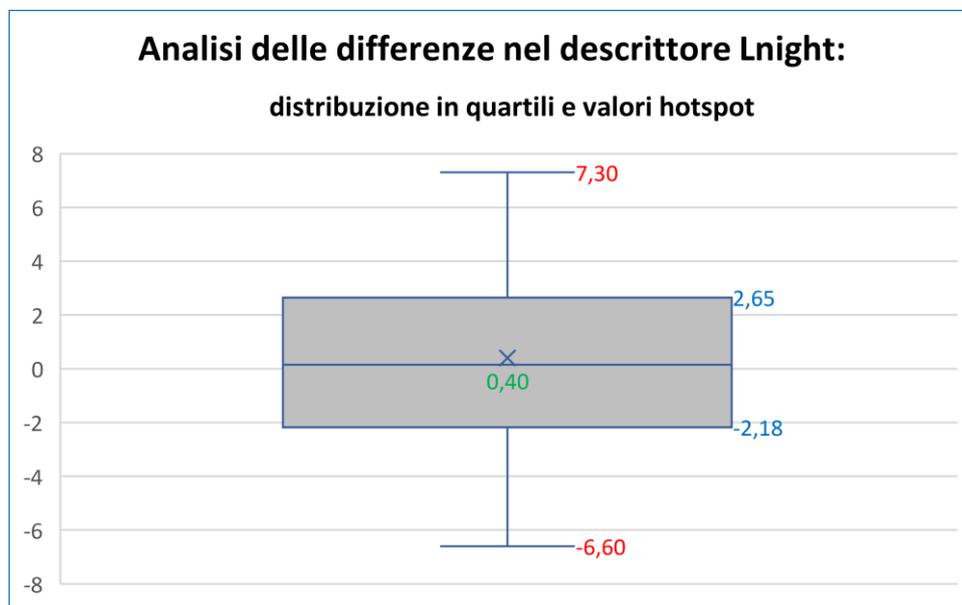


Figura 31 - Distribuzione degli scarti tra valore misurato e simulato: descrittore L_{night}

In ultimo, la media dei valori assoluti delle differenze è risultata essere di 2,5 dB(A) per il descrittore L_{den} e di 2,9 dB(A) per il descrittore L_{night} , pertanto contenuti entro i 3 dB(A) richiesti dalla procedura di validazione.

9. SINTESI DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Gli abitanti dell'agglomerato urbano di Palermo interessati dalla simulazione sono stati 640.720, pari al 100% della popolazione residente. Come riportato nel corso della relazione il numero di edifici totali afferenti a strutture scolastiche di ogni ordine e grado è pari a 1483, mentre per ciò che riguarda gli edifici appartenenti ad Ospedali, case di cura e di riposo o assimilabili il numero totale all'interno dell'agglomerato è pari a 577.

Nella tabella che segue viene riportata una sintesi dei risultati delle mappature acustiche determinate dalla presenza contemporanea di tutte le sorgenti di rumore considerate ("overall sources").

Overall sources L_{den}				Overall sources L_{night}			
Fascia	Abitanti	Scuole	Ospedali	Fascia	Abitanti	Scuole	Ospedali
< 55	266681	515	393	< 50	324228	680	437
55 < 60	88600	280	64	50 < 55	96754	368	63
60 < 65	102263	372	74	55 < 60	110948	280	56
65 < 70	114312	245	36	60 < 65	81081	131	17
70 < 75	61104	71	10	65 < 70	25823	22	4
> 75	7760	5	0	> 70	1886	2	0

Tabella 5 - Dati di sintesi di popolazione, edifici e recettori sensibili esposti a livelli di L_{den} tenendo conto di tutte le sorgenti presenti

9.1 La valutazione della popolazione residente

Come si può notare dalla analisi dei dati in tabella e di quanto riportato nella immagine seguente, della mappa del rumore L_{den} relativa a tutte le sorgenti è risultato che circa il 42% della popolazione vive sottoposta ad un livello di pressione sonora inferiore ai 55 dB, mentre oltre il 28% si trovi a fronteggiare dei valori superiori ai 65 dB nell'arco dell'intera giornata. Vi è infine una piccola percentuale di circa l'1% (pari comunque ad oltre 7.000 individui) costretta a dover risiedere in luoghi interessati da livelli di L_{den} addirittura superiori ai 75 dB.

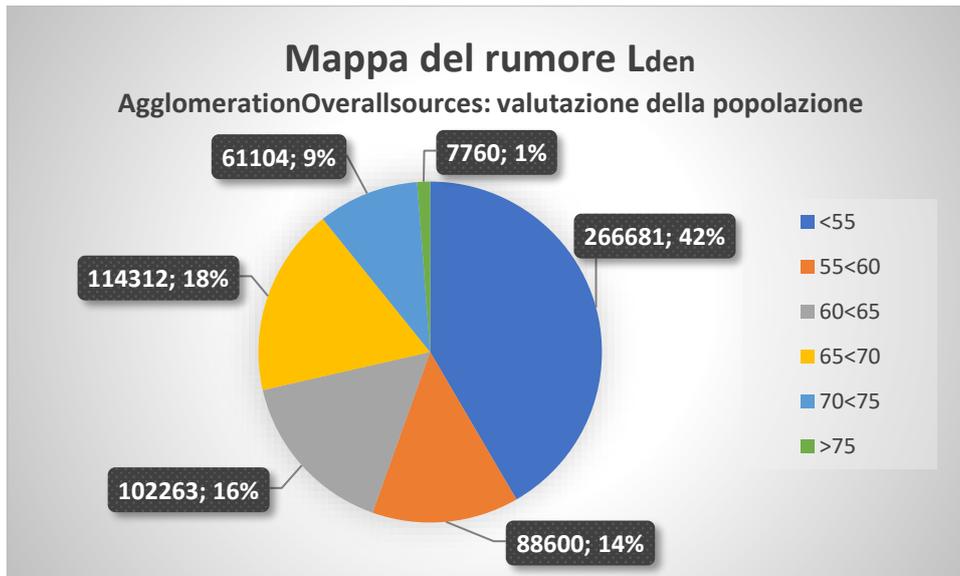


Figura 32 - Mappa L_{den} overall sources: valutazione degli abitanti esposti

Per quanto riguarda invece la mappa L_{night} si può affermare che circa il 50 % della popolazione investigata sia interessata da un valore di pressione sonora inferiore o uguale ai 50 dB, ma è da rilevare come una aliquota superiore al 17 % (pari a circa 108.000 abitanti) sia sottoposta nelle ore notturne a valori superiori ai 60 dB.

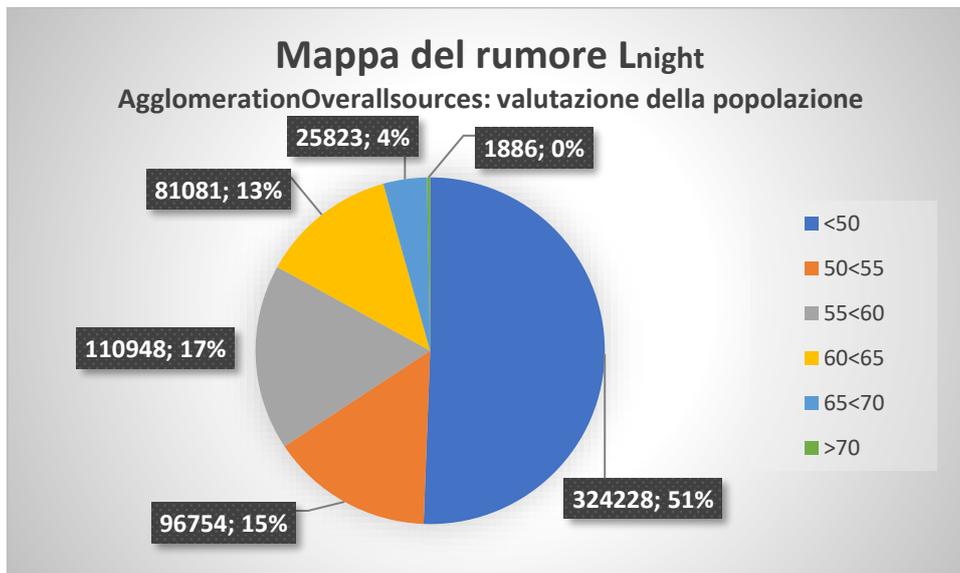


Figura 33 - Mappa L_{night} overall sources: valutazione degli abitanti esposti

9.2 La valutazione dei recettori sensibili

Come richiesto dalla normativa è stata anche effettuata la stima del numero di edifici afferenti ai recettori sensibili che occupassero ciascuna fascia di rumore nelle due mappe generate. L'operazione è stata resa possibile dalla intersezione tra le singole fasce di rumore ed i geofile del

software SoundPlan a loro volta importati dagli shapefile precedentemente vettorializzati relativi rispettivamente alle scuole ed agli ospedali.

La valutazione per completezza di informazione, anche nel caso degli edifici scolastici, è stata svolta per entrambi gli indicatori, benché solo pochissime svolgono attività serale e conseguentemente sono occupate nelle ore notturne.

Per quanto riguarda le scuole è emerso che il 35% degli edifici afferenti a strutture scolastiche ha un valore di rumore relativo al descrittore L_{den} nella facciata più esposta inferiore a 55 dB. Le tre fasce che racchiudono i valori dai 55 ai 70 dB raggruppano pressoché con una divisione pressoché omogenea circa il 60% delle strutture. Vi sono infine circa 5 edifici nei quali il livello di pressione sonora massimo è addirittura superiore ai 75 dB in facciata.

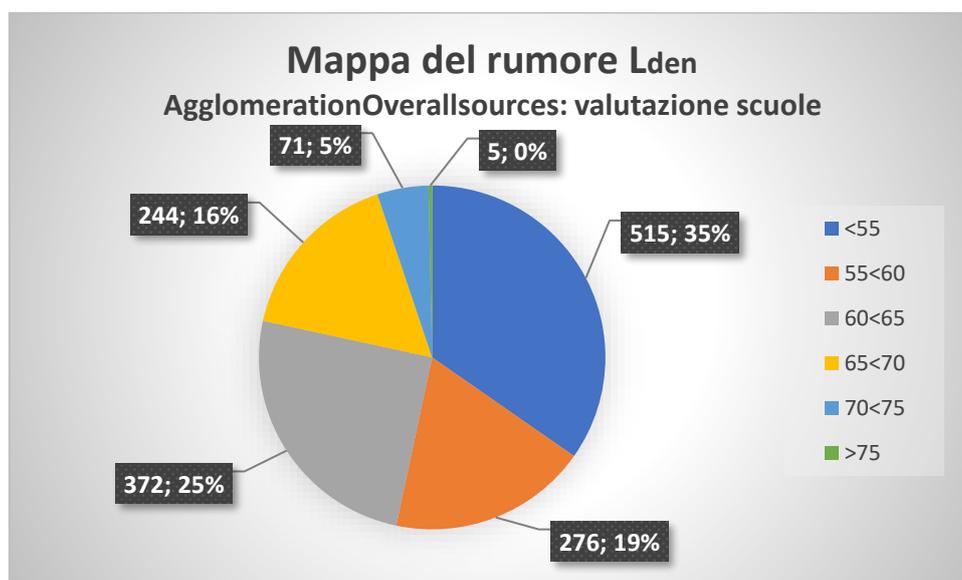


Figura 34 - Mappa L_{den} overall sources: valutazione delle scuole

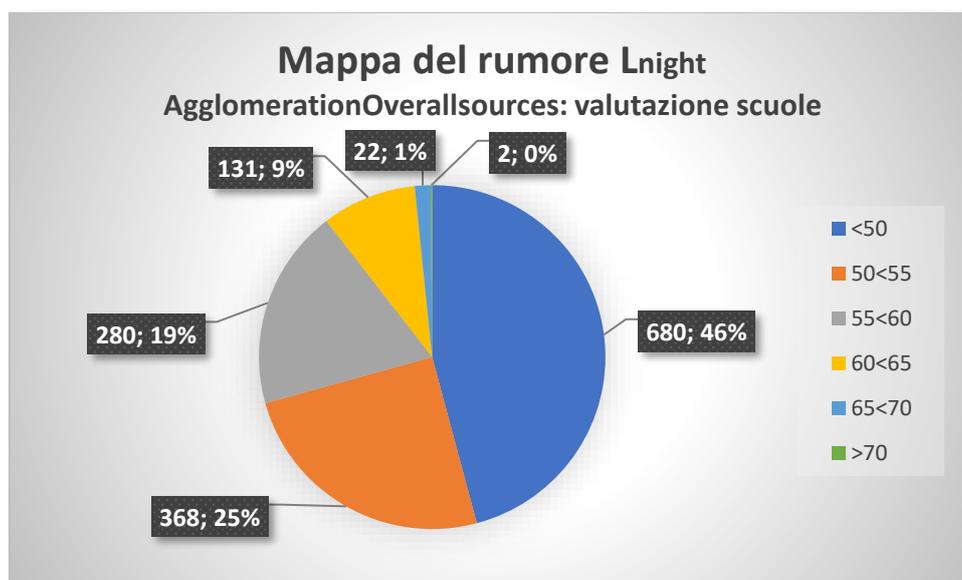


Figura 35 - Mappa L_{night} overall sources: valutazione delle scuole

Per ciò che concerne le strutture ospedaliere, l'analisi della mappa giornaliera L_{den} ha restituito una collocazione di quasi il 70% degli edifici afferenti nella fascia con livello di rumore inferiore ai 55 dB. Si riscontrano tuttavia 10 edifici (pari a circa il 2% del totale) che si stima abbiano nella facciata più esposta valori superiori ai 70 dB nell'arco dell'intera giornata.

La stima sulla mappa del rumore notturno L_{night} ha restituito che oltre i 3/4 degli edifici ospedalieri è interessato da livelli inferiori ai 50 dB. Le due fasce intermedie sono popolate senza grandi differenze da poco più del 20 %. Il 3% ricade nell'intervallo 60-65 dB. Vi sono infine 4 edifici che rientrano nella fascia con valori superiori ai 65 dB.

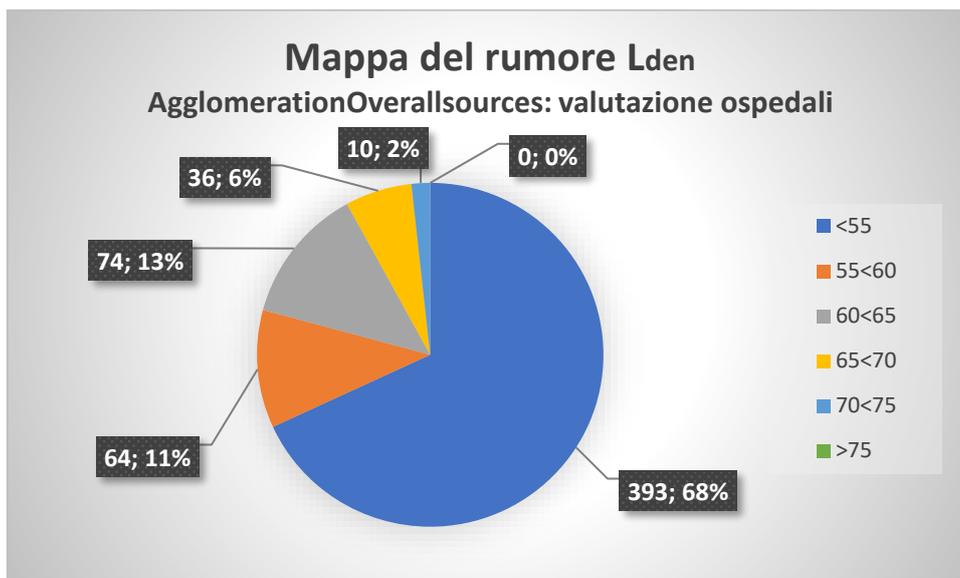


Figura 36 - Mappa L_{den} overall sources: valutazione delle strutture ospedaliere

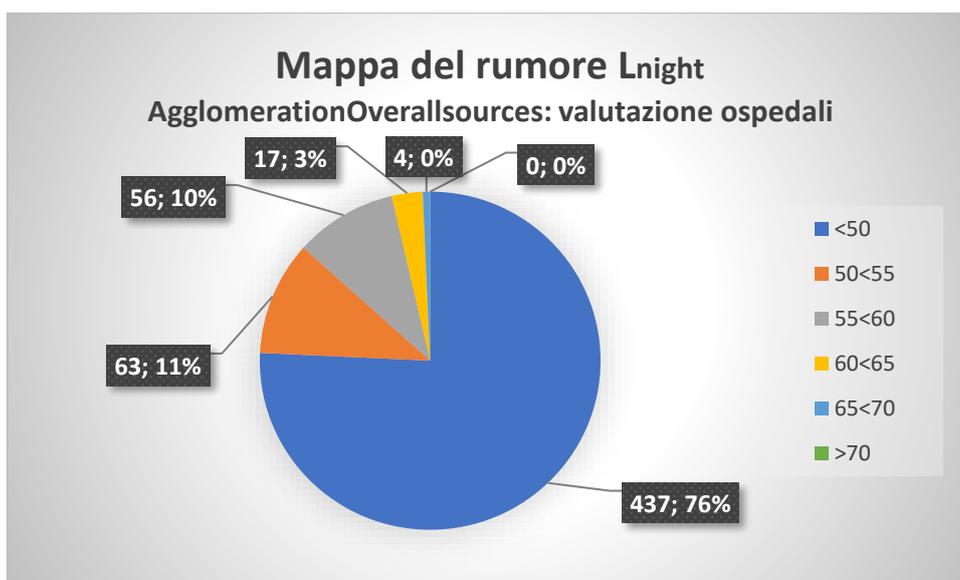


Figura 37 - Mappa L_{night} overall sources: valutazione delle strutture ospedaliere

9.3 Confronto con i dati della mappatura 2017

La tabella che segue riporta un raffronto numerico del numero di residenti e di recettori sensibili inseriti in ciascuna fascia con range di 5 dB(A) tra la mappa acustica realizzata nel 2017 e quella attuale.

Per completezza si precisa che il dato della popolazione totale è pressoché invariato rispetto a quella del quinquennio precedente e che invece il numero di recettori sensibili è aumentato poiché nel corso della valutazione attuale sono stati inclusi anche degli edifici secondari afferenti alle strutture scolastiche o ospedaliere che precedentemente non erano stati considerati.

Si sottolinea altresì che la variazione è calcolata sottraendo del dato attuale quello del 2017.

Per ciò che concerne il numero di residenti si riscontra sia per il descrittore L_{den} che per L_{night} un aumento delle occorrenze nelle classi più rumorose. In contrapposizione a tale tendenza si evince però una diminuzione del numero di edifici sensibili all'interno delle classi a valori più elevati ed un conseguente popolamento delle classi con livelli più bassi.

	Livello (dBA)	Mappatura 2017			Mappatura 2022			Variazioni		
		Residenti	Scuole	Ospedali	Residenti	Scuole	Ospedali	Residenti	Scuole	Ospedali
L_{den}	55 < 59	114.065	26	21	88.600	280	64	-25.465	+254	+43
	60 < 64	96.016	185	12	102.236	372	74	+6.220	+187	+62
	65 < 69	73.782	188	10	114.312	245	36	+40.530	+57	+26
	70 < 74	43.015	234	23	61.104	71	10	+18.089	-163	-13
	> 75	7.379	91	4	7.760	5	0	+381	-86	-4
L_{night}	50 < 54	99.499	/	16	96.754	/	63	-2.745	/	+47
	55 < 59	79.157	/	12	110.948	/	56	+31.791	/	+44
	60 < 64	53.671	/	15	81.081	/	17	+27.410	/	+2
	65 < 69	15.548	/	15	25.823	/	4	+10.275	/	-11
	> 70	1.064	/	2	1.886	/	0	+822	/	-2

Tabella 6 - Confronto tra i risultati della mappatura 2017 e quella del 2022

9.4 Considerazioni conclusive

Le simulazioni effettuate con il software dedicato SoundPlan 8.2 hanno evidenziato un clima acustico dovuto al traffico veicolare nell'agglomerato urbano di Palermo in accordo con le attese ed in linea con quelli evidenziati nel corso della mappatura acustica realizzata nel precedente quinquennio.

Livelli di pressione sonora superiori ai 75 dB non sono stati una eccezione nelle mappe giornaliere (L_{den}), così come si sono riscontrati superamenti del limite di 70 dB nelle ore della notte (L_{night}).

Lo studio sulla popolazione coinvolta nelle varie fasce di rumore ha mostrato, anche in accordo ad altri studi condotti a livello nazionale e comunitario per città con caratteristiche urbanistiche e di popolazione simili a quelle del capoluogo siciliano, uno scenario poco lusinghiero ed anzi

preoccupante: oltre la metà della popolazione del capoluogo siciliano convive con un livello di rumore dovuto al solo traffico veicolare superiore ai 55 dB nell'arco dell'intera giornata, mentre il 28% (pari ad oltre 183.000 abitanti) è costretto a subire un valore di pressione sonora maggiore di 65 dB, dato questo in aumento di circa il 10% rispetto a quanto riscontrato nel 2017.

Nelle ore notturne, pur subendo una generale e fisiologica attenuazione, i livelli di rumore dovuti al traffico urbano permangono spesso alti e sicuramente non idonei a consentire il riposo. Infatti quasi il 35% della popolazione è interessato da livelli superiori ai 55 dB e, cosa ancora più preoccupante, circa il 4% dei residenti nell'agglomerato deve far fronte ad un rumore nella facciata più esposta della propria abitazione superiore ai 65 dB nelle ore della notte.

Per ciò che concerne gli obiettivi sensibili si presentano due scenari distinti e con notevoli differenze.

Dall'analisi degli istituti scolastici di ogni ordine e grado, pubblici e privati, è emerso che circa il 75% delle strutture è interessato da livelli di rumore L_{den} superiori ai 55 dB nella facciata più esposta. Si presentano inoltre 76 situazioni (pari al 5% del totale) nelle quali il livello è pari o superiore ai 70 dB.

Un risultato più virtuoso è quello inerente agli ospedali, le case di cura e quelle di riposo. Degli edifici censiti, circa il 68% evidenzia un livello inferiore ai 55 dB nell'arco delle 24 ore, mentre si riduce a circa il 2% la percentuale di quelli con livelli superiori ai 70 dB. I livelli subiscono una notevole attenuazione nelle ore notturne: si riscontrano oltre il 76% degli edifici nelle fasce inferiori ai 55 dB e non vi sono strutture che intercettano valori maggiori di 70 dB.

10. MATERIALE TRASMESSO

Per la trasmissione al Ministero della Transizione Ecologica sono stati predisposti gli elaborati riportati nella tabella seguente.

MAPPA ACUSTICA STRATEGICA (2022) – AGGLOMERATO DI PALERMO (AG_IT_00008) – ELENCO ELABORATI		
XLS – DF_2		
File	Descrizione	Tipo
AG_IT_00_00008_Compentent_Authority_DF2_2022.xls	Contiene informazioni relative alle autorità competenti per l'agglomerato	xls
GEOPACKAGE_METADATA – DF1_DF5		
Agglomerationsource_2022_AG_IT_00_00008.gpkg	Contiene informazioni relative all'agglomerato	gpkg
GEOPACKAGE_METADATA – DF4_DF8		
Agglomerations_StrategicNoiseMaps_2022_AG_IT_00_00008.gpkg	<p>Mappa acustica strategica (aree) dell'agglomerato. Rappresentazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ delle aree comprese tra due curve di isolivello Lden corrispondenti agli intervalli 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, 70-74 dB, =75 dB dovute alle diverse sorgenti di rumore presenti nell'agglomerato; ▪ delle aree comprese tra due curve di isolivello Lnight corrispondenti agli intervalli 50-54 dB, 55-59 dB, 60-64 dB, 65-69 dB, =70 dB dovute alle diverse sorgenti di rumore presenti nell'agglomerato; ▪ dei dati di esposizione al rumore relativi a suddette aree. 	gpkg
Agglomerations_StrategicNoiseMaps_LineString_2022_AG_IT_00_00008.gpkg	<p>Mappa acustica strategica (linee) dell'agglomerato. Rappresentazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ delle curve di isolivello Lden 55, 60, 65, 70, 75 dB dovute alle diverse sorgenti di rumore presenti nell'agglomerato; ▪ delle curve di isolivello Lnight 50,55, 60, 65, 70 dB dovute alle diverse sorgenti di rumore presenti nell'agglomerato; ▪ dei dati di esposizione al rumore relativi a suddette curve 	gpkg
REPORT – DF4_DF8		
AG_IT_00_00008_report_2022.pdf	Relazione tecnica descrittiva redatta secondo le linee guida Marzo 2022 "Definizione del contenuto minimo delle relazioni inerenti alla metodologia di determinazione delle mappe acustiche e valori descrittivi delle zone soggette ai livelli di rumore"	pdf

Tabella 7 - Elenco del materiale trasmesso

11. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. D.Lgs. n. 194 del 19 agosto 2005 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”.
2. DIRETTIVA 2002/49/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
3. DIRETTIVA 2015/996/UE della commissione del 19 maggio 2015 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio.
4. DIRETTIVA DELEGATA 2021/1226/UE della Commissione del 21 dicembre 2020 che modifica, adeguandolo al progresso scientifico e tecnico, l'allegato II della Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio (EN Official Journal of the European Union L. 269/65 del 28/07/2021, entrata in vigore il 29/07/2021).
5. Environmental Noise Directive - Reporting guidelines – December 2021, Version 1.1
6. Linee Guida per la predisposizione delle Mappe Acustiche e delle Mappe Acustiche Strategiche (Registro Ufficiale del Ministero della Transizione Ecologica – MiTE numero 0029946 del 09/03/2022).
7. R.F.I. S.p.A.: “Mappatura acustica degli assi ferroviari principali con più di 30.000 convogli all'anno all'interno degli agglomerati con più di 100.000 abitanti ai sensi del D. Lgs.194/05”.
8. Autostrade per l'Italia S.p.A.: “Attuazione della Direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e gestione del rumore ambientale - mappatura acustica della rete di Autostrade per l'Italia S.p.A., decreto legislativo 19 agosto 2005, n° 19. Aggiornamento delle immissioni negli agglomerati urbani con più di 100.000 abitanti”.
9. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise - (WG-AEN), Position Paper Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, Versione 2 13/08/2007.

12. INDICE DELLE FIGURE E DELLE TABELLE

FIGURA 1 - INQUADRAMENTO DELL'AGGLOMERATO DI PALERMO (FONTE GOOGLE EARTH).....	9
FIGURA 2 - SUDDIVISIONE DELL'AGGLOMERATO ED INFORMAZIONI SU SUPERFICIE E POPOLAZIONE RESIDENTE	10
FIGURA 3 – RAPPRESENTAZIONE SEMPLIFICATA DELLE “MAJORROAD” RICADENTI NELL’AGGLOMERATO.....	11
FIGURA 4 - DELIMITAZIONE DELLA Z.T.L. (FONTE HTTPS://ZTL.COMUNE.PALERMO.IT).....	13
FIGURA 5 - RAPPRESENTAZIONE DELLA LINEA FERROVIARIA	15
FIGURA 6 - SISTEMA TRAM DI PALERMO (FONTE HTTP://AMAT.PA.IT)	16
FIGURA 7 - IL PORTO DI PALERMO (TRATTA DA GOOGLE EARTH)	17
FIGURA 8 – SCREEN SHOT DEL FILE VETTORIALE CONTENENTE LE SCUOLE E RELATIVA TABELLA ATTRIBUTI (PARTICOLARE)	26
FIGURA 9 - SCREENSHOT DEL FILE VETTORIALE CONTENENTE GLI OSPEDALI E RELATIVA TABELLA ATTRIBUTI (PARTICOLARE).....	27
FIGURA 10 - SEZIONI CENSUARIE: CONFINI E POPOLAZIONE RESIDENTE (CLASSIFICAZIONE IN QUANTILI).....	28
FIGURA 11 - DENSITÀ ABITATIVA: NUMERO DI RESIDENTI PER SINGOLO EDIFICIO.....	29
FIGURA 12 - I DISPOSITIVI CONTATRAFFICO (A SINISTRA VIACOUNT II, A DESTRA TMS-SA)	30
FIGURA 13 - LOCALIZZAZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO DEL TRAFFICO VEICOLARE	32
FIGURA 14 - ESEMPIO DI ANDAMENTO ORARIO DEL TRAFFICO VEICOLARE DISTINTO PER CATEGORIE DI VEICOLI.....	33
FIGURA 15 - DATI DI TRAFFICO FERROVIARIO (FONTE RFI)	35
FIGURA 16 - PUNTI DI MONITORAGGIO DELL'AREA PORTUALE.....	37
FIGURA 17 - L'IMPOSTAZIONE PER IL CALCOLO DEL MODELLO DIGITALE DEL TERRENO (DGM)	38
FIGURA 18 - DGM DELL'AGGLOMERATO DI PALERMO (PARTICOLARE).....	39
FIGURA 19 - VISUALIZZAZIONE IN 3D DELL'EDIFICATO (PARTICOLARE).....	40
FIGURA 20 - SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EDIFICI AL DGM	40
FIGURA 21 - AREE A VERDE RICADENTI ALL'INTERNO DELL'AGGLOMERATO DI PALERMO.....	41
FIGURA 22 - ELENCO STRADE PEDONALI (FONTE SERVIZIO AMBIENTE DEL COMUNE DI PALERMO).....	42
FIGURA 23 - RAPPRESENTAZIONE DEGLI ASSI VIARI DELL'AGGLOMERATO (IN ROSSO I TRATTI PEDONALI O CHIUSI AL TRAFFICO).....	43
FIGURA 24 - CARATTERIZZAZIONE DEGLI ASSI CHIUSI AL TRAFFICO VEICOLARE (PARTICOLARE DELLA TABELLA ATTRIBUTI DELLO SHAPE FILE).....	43
FIGURA 25 - LA RAPPRESENTAZIONE DELLE ZONE A "TRAFFICO OMOGENEO"	44
FIGURA 26 - SUDDIVISIONE DEGLI ASSI STRADALI PER ORIGINE DATO DI TRAFFICO	45
FIGURA 27 - COMANDI DI CALCOLO DELLE MAPPE DEL RUMORE	46
FIGURA 28 - STRATI INFORMATIVI PER SPECIFICA SORGENTE DI RUMORE (FONTE LINEE GUIDA MITE).....	47
FIGURA 29 - VALUTAZIONE EU DEI RECETTORI	48
FIGURA 30 - DISTRIBUZIONE DEGLI SCARTI TRA VALORE MISURATO E SIMULATO: DESCRITTORE L_{DEN}	60
FIGURA 31 - DISTRIBUZIONE DEGLI SCARTI TRA VALORE MISURATO E SIMULATO: DESCRITTORE L_{NIGHT}	60
FIGURA 32 - MAPPA L_{DEN} OVERALL SOURCES: VALUTAZIONE DEGLI ABITANTI ESPOSTI	62
FIGURA 33 - MAPPA L_{NIGHT} OVERALL SOURCES: VALUTAZIONE DEGLI ABITANTI ESPOSTI.....	62
FIGURA 34 - MAPPA L_{DEN} OVERALL SOURCES: VALUTAZIONE DELLE SCUOLE.....	63
FIGURA 35 - MAPPA L_{NIGHT} OVERALL SOURCES: VALUTAZIONE DELLE SCUOLE.....	63
FIGURA 36 - MAPPA L_{DEN} OVERALL SOURCES: VALUTAZIONE DELLE STRUTTURE OSPEDALIERE	64
FIGURA 37 - MAPPA L_{NIGHT} OVERALL SOURCES: VALUTAZIONE DELLE STRUTTURE OSPEDALIERE.....	64

TABELLA 1 - STATO DI ATTUAZIONE DEL PIANO DI AZIONE DELLA CITTÀ DI PALERMO, AI SENSI DEL D.LGS 194/05, CON RIFERIMENTO AL PERIODO 2018-2022 (FONTE: SERVIZIO AMBIENTE DEL COMUNE DI PALERMO).....	22
TABELLA 2 - ELENCO MONITORAGGI DEL TRAFFICO (IN BLU I NUOVI PUNTI DI MISURA)	31
TABELLA 3 - MONITORAGGI DEL RUMORE STRADALE 2020-2022.....	34
TABELLA 4 - CONFRONTO TRA I MONITORAGGI E LE SIMULAZIONI ACUSTICHE.....	59
TABELLA 5 - DATI DI SINTESI DI POPOLAZIONE, EDIFICI E RECETTORI SENSIBILI ESPOSTI A LIVELLI DI L_{DEN} TENENDO CONTO DI TUTTE LE SORGENTI PRESENTI	61
TABELLA 6 - CONFRONTO TRA I RISULTATI DELLA MAPPATURA 2017 E QUELLA DEL 2022	65
TABELLA 7 - ELENCO DEL MATERIALE TRASMESSO.....	67