



ENVIRONMENTAL NOISE DIRECTIVE
ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA COMUNITARIA N. 2002/49/CE
RELATIVA ALLA DETERMINAZIONE E ALLA GESTIONE DEL RUMORE AMBIENTALE

**DATI DA TRASMETTERE ALLA COMMISSIONE
EUROPEA NELL'AMBITO DELLA MAPPATURA ACUSTICA
DELL'AGGLOMERATO DI PALERMO AI SENSI DEL d.lgs 194/05**

RELAZIONE DESCRITTIVA

Autorità competente:
Comune di Palermo con il supporto di Arpa Sicilia

Gruppo di lavoro:
ARPA Sicilia Struttura Territoriale di Palermo
Dott. Antonio Sansone Santamaria, Ing. Marretta Rosario, Arch. Fabio Patricolo

Indice generale

1. Introduzione generale.....	3
2. Quadro normativo di riferimento.....	4
2.1 Normativa europea.....	4
2.2 Normativa nazionale.....	5
3. Contesto di riferimento.....	7
3.1 L’agglomerato di Palermo.....	7
3.2 Le infrastrutture presenti nell’ambito territoriale di riferimento.....	8
4. Metodologia utilizzata e criteri di elaborazione dati.....	13
4.1 Raccolta dati informativi e territoriali.....	13
4.1.1 L’aspetto plano-altimetrico e la georeferenziazione degli edifici.....	13
4.1.2 La vettorializzazione degli strati informativi relativi agli obiettivi sensibili.....	14
4.1.3 L’informazione relativa agli assi viari.....	16
4.1.4 Le sezioni censuarie e la popolazione globale.....	16
4.1.5 Il dato di popolazione residente: il valore derivato per singolo edificio.....	17
4.1.6 L’area portuale: descrizione e mappa del rumore.....	18
4.1.7 La sorgente ferroviaria: descrizione e mappa del rumore.....	23
4.1.8 Valutazione e riepilogo.....	27
4.2 La predisposizione del sistema di calcolo.....	27
4.2.1 Andamento altimetrico del terreno.....	28
4.2.2 Localizzazione e caratterizzazione degli edifici.....	28
4.2.3 Copertura del suolo.....	30
4.2.4 Caratterizzazione dell’emissione sonora delle sorgenti.....	30
4.3 Elaborazione della mappatura acustica.....	37
5. Sintesi dei risultati.....	38
5.1 La valutazione della popolazione residente.....	38
5.2 La valutazione degli obiettivi sensibili.....	40
5.3 La validazione del modello.....	42
6. Il problema “movida”.....	46
7. Conclusioni.....	49
8. Materiale trasmesso.....	51
8.1 Allegato A – Tavole.....	51
8.2 Allegato B – File.....	78
9. Riferimenti bibliografici.....	84

1. Introduzione generale

La Regione Sicilia - Assessorato Regionale del Territorio e dell'Ambiente - attraverso il D.A. n. 16 / GAB del febbraio 2007 ha individuato l' ARPA Sicilia quale autorità competente per l'esecuzione delle attività previste dal decreto legislativo n. 194 del 19 agosto 2005 "Attuazione della direttiva 2002/46/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" e riguardante nello specifico la predisposizione della Mappatura Acustica Strategica e dei relativi Piani di Azione per l'agglomerato urbano di Palermo (codice identificativo ag00008).

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 Autorità competente il Comune di Palermo.

Tuttavia, in ragione del fatto che alla data di emanazione del nuovo D.A. ARPA Sicilia aveva già posto in essere un programma e messo in campo le risorse tecniche e finanziarie per la realizzazione della Mappatura Acustica, si è proseguito con le attività poste in programma in una ottica di ottimizzazione delle risorse e con piena collaborazione del Comune di Palermo.

L'ARPA Sicilia con l'obiettivo di elaborare e predisporre i dati da trasmettere alla Commissione Europea, così come definito nell'Allegato 6 del D.Lgs.194/05, nell'ambito delle proprie competenze, ha così attivato le procedure necessarie alla realizzazione della mappatura acustica strategica dell'agglomerato di Palermo.

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

2. Quadro normativo di riferimento

Gli atti normativi a cui si è fatto riferimento per le modalità e 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.

Nell'Allegato II della Direttiva vengono raccomandati i metodi provvisori di calcolo per la determinazione degli indicatori comuni L_{den} e L_{night} per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico veicolare e ferroviario per gli Stati Membri che non dispongono di un metodo nazionale di calcolo e per quelli che desiderano cambiare il metodo di calcolo.

Per il rumore da traffico veicolare viene indicato il metodo di calcolo ufficiale francese "NMPB-Routes-96" (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)

Per il rumore ferroviario occorre utilizzare il metodo ufficiale di calcolo dei Paesi Bassi

pubblicato in “Rekenen Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai “96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996 (RMR)”.

Per il rumore dell'attività industriale il metodo di calcolo utilizzabile è rappresentato dalla norma ISO 9613-2 “Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2; General method of calculation”.

Per il rumore degli aeromobili il riferimento è costituito dal documento 29 ECAC.CEAC “Report of Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports”, 1997. Tra i diversi approcci per la modellizzazione delle linee di volo, va usata la tecnica di segmentazione di cui alla sezione 7.5 del documento 29 ECAC.CEAC.

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

1. 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);
2. 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);
3. 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.

2.2 Normativa nazionale

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

D.M. 29 novembre 2000 “Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore”

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.

Il Decreto prevede inoltre che le società e gli enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture elaborino e trasmettano, entro il 31 dicembre 2006, alla Regione o alla Provincia autonoma competente, e nel caso di infrastrutture che interessano più regioni anche al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, la mappatura acustica, nonché i dati di cui all'Allegato 6 del citato Decreto, riferiti al precedente anno solare, degli assi stradali principali su cui transitano più di 6.000.000 di veicoli all'anno, ricadenti negli agglomerati con più di 250.000 abitanti.

In particolare devono essere trasmessi i dati relativi alla caratterizzazione degli agglomerati e delle infrastrutture principali di trasporto attraverso informazioni geomorfologiche e indicatori statistici di popolazione, superfici e abitazioni esposte al rumore, oltre che informazioni sui metodi di calcolo adottati dagli enti gestori.

Secondo quanto disciplinato dal D.Lgs. 194/2005, la Mappa Acustica Strategica deve fornire informazioni relativamente ai seguenti aspetti:

1. situazione di rumore esistente o prevista in funzione degli indicatori L_{den} e L_{night} valutati come riportato nell'Allegato 1 del D.Lgs. 194/2005 (mappe di livello);
2. numero stimato di edifici abitativi, scuole e ospedali che risultano esposti a ciascuno dei seguenti intervalli di livello di L_{den} in dB a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-75, >75;
3. numero stimato di edifici abitativi e ospedali che risultano esposti a ciascuno dei seguenti intervalli di livello di L_{night} in dB a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70;
4. numero totale, arrotondato al centinaio, di persone che vivono nelle abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livello di L_{den} in dB a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 55-59, 60-64, 65-69, 70-75, >75, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. Numero di persone negli intervalli di cui sopra che occupano edifici dotati di una facciata silenziosa;
5. numero totale, arrotondato al centinaio, di persone che vivono nelle abitazioni esposte a ciascuno dei seguenti intervalli di livello di L_{night} in dB a 4 m di altezza e sulla facciata più esposta: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70, con distinzione fra rumore del traffico veicolare, ferroviario e aereo o dell'attività industriale. Numero di persone negli intervalli di cui sopra che occupano edifici dotati di una facciata silenziosa.

3. Contesto di riferimento

3.1 L'agglomerato di Palermo

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 popolazione superiore ai 250.000 abitanti, risultava costituito da 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 interessava quindi 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, comma 1, 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 77,5 Km² e una popolazione pari a circa 655.000 abitanti. Le frazioni di Ciaculli e Bellolampo costituiscono soltanto un'area molto ridotta rispetto al totale e vi insistono un numero di residenti molto esiguo. (Figura 1 - L'agglomerato urbano di Palermo (aggiornamento 2016))

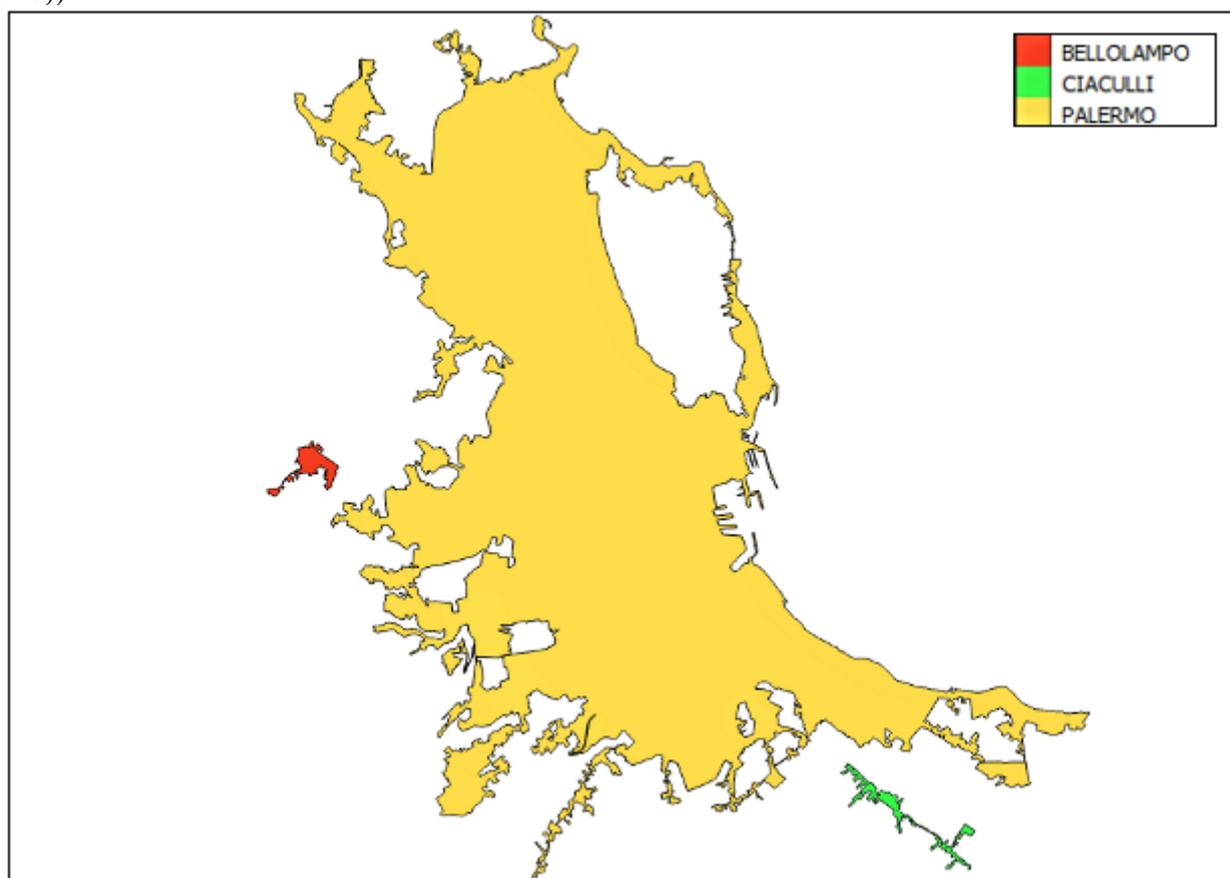


Figura 1 – L'agglomerato urbano di Palermo (aggiornamento 2016)

3.2 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, 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-Bv. Volpe);
- la S.P. 5 di Piana (Villagrazia-Altofonte-Piana degli Albanesi-Bv. 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, 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 (noto anche come circonvallazione di Palermo) è un'arteria viaria di scorrimento della città. La "circonvallazione", che ha assunto oggi la funzione di arteria interna rispetto agli insediamenti, ha una sezione di tipo autostradale, una lunghezza di circa 12 chilometri ed è essenzialmente utilizzata come tangenziale urbana, essendo la componente di traffico di attraversamento piuttosto modesta. Essa crea al piano di campagna 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 es. 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 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 in quattro settori ("mandamenti") il Centro Storico (compreso tra Via Volturmo-Via Cavour, Corso Tukory-Via Lincoln, Corso Alberto Amedeo-Corso Re Ruggero e 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 Politeama.

Come accennato la situazione della viabilità è stata recentemente 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, andando ad alterare, in particolar modo nelle ore diurne (8:00-20:00 dal lunedì al venerdì e 8:00-13:00 nelle giornate di sabato), i flussi di traffico veicolare relativi a Corso Vittorio Emanuele e soprattutto a Via Roma, che 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 2 - Rappresentazione della Z.T.L.)



Figura 2 - Rappresentazione della Z.T.L. (fonte <https://mobilitasostenibile.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 F.sco 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 N. Turrisi, si collega con la viabilità principale del centro città;
- l'asse costituito dalle Vie R. Nicoletti - Lanza di Scalea – Strasburgo – Restivo – Sciuti - Terrasanta – Cusmano - B. 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 (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 (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 Volturno che, sul tracciato delle vecchie mura e bastioni Nord, prosegue con Corso Finocchiaro Aprile-Via Noce-Via E. Di Blasi-Via Castellana verso Borgo Nuovo (tale itinerario è però interamente percorribile solo nel senso verso il centro);
- 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 R. Nicoletti e lo svincolo “Tommaso Natale”.

In generale si evidenzia che la confluenza d'assi stradali primari e secondari verso la città ed i forti movimenti veicolari che v'insistono, 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 (cittadella universitaria, polo ospedaliero, area ex manicomio, zona Danisinni), ha portato progressivamente (in carenza di nuove e strategiche previsioni infrastrutturali) a far confluire impropriamente il traffico di attraversamento anche sulla viabilità urbana centrale.

Riguardo alle Ferrovie presenti la Stazione di Palermo Centrale è il principale scalo ferroviario della città; è una stazione di testa, in quanto in essa confluiscono, terminando con un paraurti, i binari dalle varie direzioni di arrivo. È situata nel cuore della città, in Piazza Giulio Cesare.

È anche la stazione d'origine della linea per Punta Raisi (Linea A) del servizio ferroviario metropolitano. (Figura 3 – Rappresentazione del sistema di trasporto metropolitano)

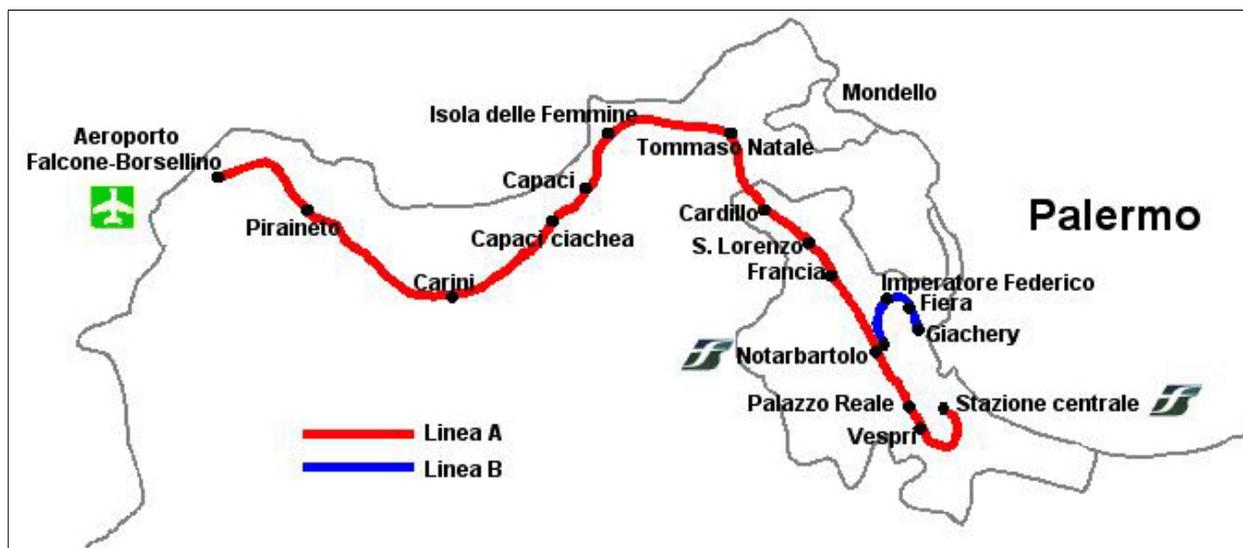


Figura 3 - Rappresentazione del sistema di trasporto metropolitano (fonte <http://metropalermo.xoom.it>)

Il Comune di Palermo si è recentemente dotato di un sistema tranviario (Figura 4 – Sistema Tram di Palermo). Attualmente questo risulta costituito da quattro linee 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;
- linea 3 “C.E.P. - Notarbartolo”: lunga circa 5 Km, collega il grosso insediamento abitativo del quartiere CEP con la Stazione FS Notarbartolo;
- linea 4 “Notarbartolo – Calatafimi – Notarbartolo”: lunga circa 8 Km (in un anello circolare), collega il grosso insediamento abitativo del quartiere Notarbartolo con l’area est della Città nella zona nevralgica attraversata da Corso Calatafimi.



Figura 4 – Sistema Tram di Palermo (fonte <http://amat.pa.it>)

Per quanto riguarda i trasporti marittimi il principale approdo è il porto di Palermo, importante scalo mercantile, di passeggeri, crocieristico e diportistico che si estende per alcuni chilometri,

interamente racchiuso dal tessuto urbano della città ed a stretto contatto con le zone residenziali limitrofe. (Figura 5 – Delimitazione del porto di Palermo)



Figura 5 – Delimitazione del porto di Palermo (tratta da Google Earth)

Esistono, 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. Metodologia utilizzata e criteri di elaborazione dati

La Struttura Territoriale di Palermo dell'ARPA Sicilia, nell'ambito delle attività propedeutiche alla realizzazione della Mappatura Acustica Strategica dell'agglomerato urbano di Palermo, ha seguito un iter procedurale (suggerito dalle Linee Guida ISPRA) sintetizzabile nei seguenti step:

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

Segue la descrizione di ciascuna delle fasi sopraelencate.

4.1 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 è stata effettuata su supporto GIS, il formato digitale preferibile per la cartografia di base è sicuramente lo shape file (.shp). In particolare si è verificata l'idoneità degli strati informativi presenti nella Carta Tecnica Regionale (C.T.R. Aggiornamento 2012), forniti dall'Assessorato Reg.le Siciliano Territorio ed Ambiente.

4.1.1 L'aspetto plano-altimetrico e la georeferenziazione degli edifici

La prima verifica effettuata è stata quella inerente la morfologia della zona analizzata e gli edifici ivi presenti. A tal proposito si è riscontrata una corretta caratterizzazione geometrica degli shape file relativi alle curve di livello ed ai punti quotati, mentre 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 records dedicati alle informazioni sul volume (o sul numero di piani) di ciascuna unità. Come si evince dalla figura seguente, nella tabella attributi relativa all'edificato la descrizione avviene per generica tipologia (ad esempio "Edificio civile, sociale, amministrativo"), non permettendo sostanzialmente di risalire alla specifica destinazione d'uso e non consentendo in particolare di identificare gli edifici sensibili (scuole ed ospedali) per i quali sono richieste particolari valutazioni. (Figura 6 – Tabella attributi dello shape file relativo all'edificato (CTR 2012))

F595010_B_Edificato_1_A_C :: Features total: 180, filtered: 180, selected: 0

ID	FOGLIO	CODICE	DESCRIZIONE	TIPO	PUNTI	IDENT	BORDO	ANNORILEV	FLAGSTATO
1	595010	B007	Tettoia, pensilina	A	11	3 ?		2012	C
2	595010	B007	Tettoia, pensilina	A	27	14 ?		2012	C
3	595010	B007	Tettoia, pensilina	A	7	20 ?		2012	C
4	595010	B007	Tettoia, pensilina	A	7	38 ?		2012	C
5	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	7	2 ?		2012	C
6	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	7	3 ?		2012	C
7	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	11	5 ?		2012	C
8	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	30	8 ?		2012	C
9	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	7	10 ?		2012	C
10	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	7	11 ?		2012	C
11	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	31	12 ?		2012	C
12	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	71	14 ?		2012	C
13	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	7	15 ?		2012	C
14	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	7	16 ?		2012	C
15	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	7	22 ?		2012	C
16	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	17	23 ?		2012	C
17	595010	B002	Stabilimento industriale, capannone , edificio co...	A	19	25 ?		2012	C
18	595010	B010	Serra stabile	A	4	6 T		2012	C
19	595010	B010	Serra stabile	A	4	7 T		2012	C
20	595010	B001	Edificio civile,sociale,amministrativo	A	5	182 ?		2012	C
21	595010	B001	Edificio civile,sociale,amministrativo	A	7	191 ?		2012	C
22	595010	B001	Edificio civile,sociale,amministrativo	A	7	215 ?		2012	C
23	595010	B001	Edificio civile,sociale,amministrativo	A	5	217 ?		2012	C
24	595010	B001	Edificio civile,sociale,amministrativo	A	5	223 ?		2012	C
25	595010	B001	Edificio civile,sociale,amministrativo	A	5	468 ?		2012	C
26	595010	B001	Edificio civile,sociale,amministrativo	A	5	471 ?		2012	C

Figura 6 - Tabella attributi dello shape file relativo all'edificato (CTR 2012)

La 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), e 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 si è verificata l'assenza delle 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.

4.1.2 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 in un nuovo shape file degli edifici scolastici. Come si evince anche dalla figura che segue (Figura 7 – Screen shot del file vettoriale contenente le scuole e relativa tabella attributi) le scuole sono state classificate sia per tipologia e denominazione sia in funzione del codice meccanografico (chiave primaria per l'analisi del database). Infatti la denominazione, così come l'indirizzo, non è una informazione che permette di identificare in modo univoco una scuola, poiché è frequente la situazione nella quale più scuole hanno lo stesso nome e differiscono per indirizzo, ed è altro modo frequente che più scuole con diversa denominazione siano di fatto facenti parte di un unico blocco edificativo. Ulteriori casi di conflitto si hanno in quelle situazioni nelle quali le scuole facciano parte di circoli didattici o istituti comprensivi.

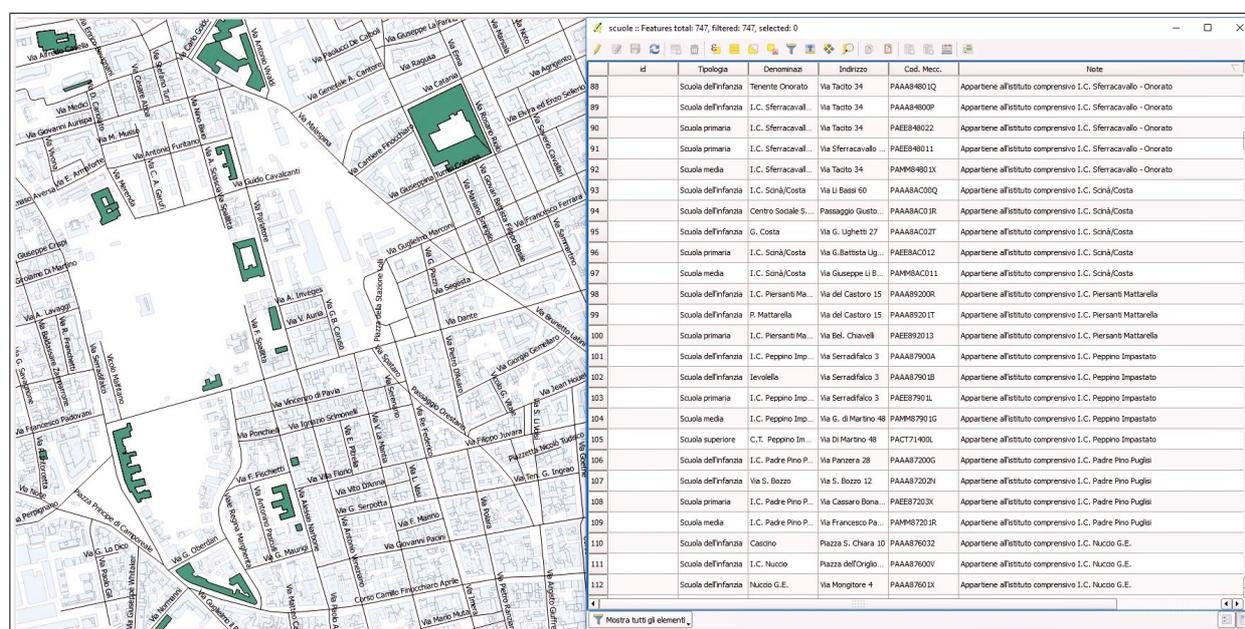


Figura 7 - Screen shot del file vettoriale contenente le scuole e relativa tabella attributi (particolare)

Per quanto riguarda le strutture ospedaliere sono stati censiti 29 tra ospedali pubblici, case di cura e di riposo (pubblici e privati) per un totale di 152 edifici interessati. Come per lo shape file relativo alle scuole si è proceduto alla vettorializzazione di ciascuna entità areale, popolando la tabella attributi con i campi relativi alla denominazione ed all'indirizzo. (Figura 8 – Screen shot del file vettoriale contenente gli ospedali e relativa tabella attributi)

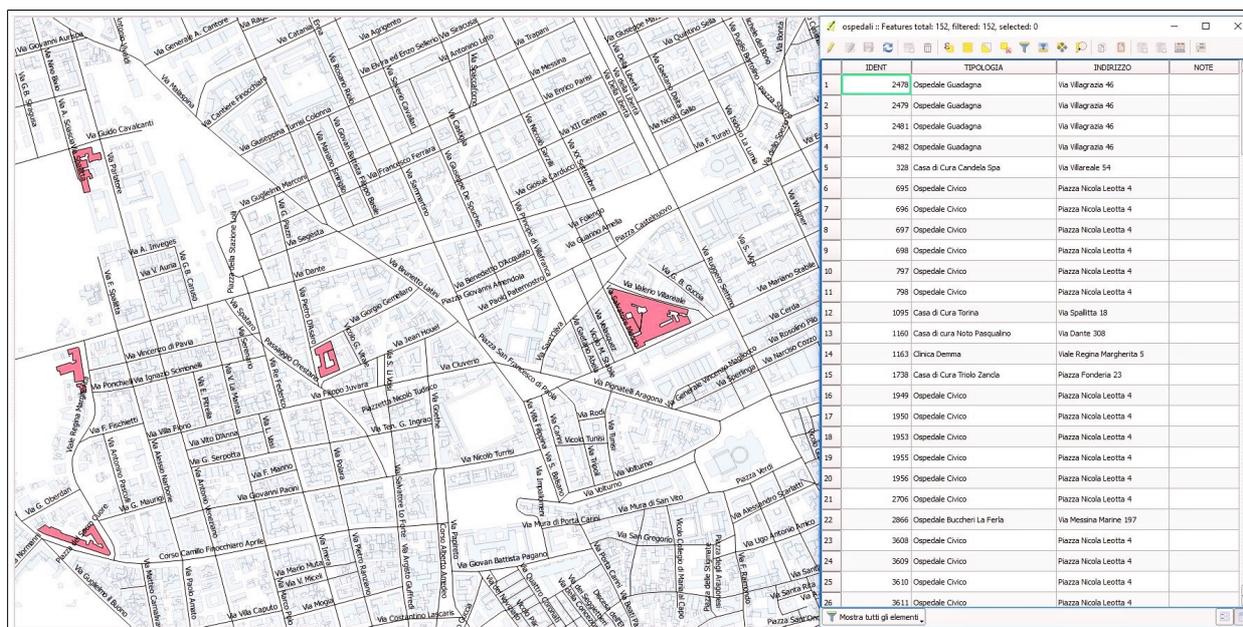


Figura 8 - Screen shot del file vettoriale contenente gli ospedali e relativa tabella attributi (particolare)

4.1.3 L'informazione relativa agli assi viari

Passando in rassegna gli shape file della C.T.R. inerenti gli 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 speditiva 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 3563 assi stradali, distinti per tipologia.

4.1.4 Le sezioni censuarie e la popolazione globale

L'informazione inerente la perimetrazione (confini georiferiti) ed il dato di popolazione residente relativa alle singole sezioni censuarie (2830 elementi), anch'essa fornita dalla Società Sispi, è risultata essere completa ed idonea alle successive elaborazioni. (Figura 9 – Sezioni censuarie: confini e popolazione)

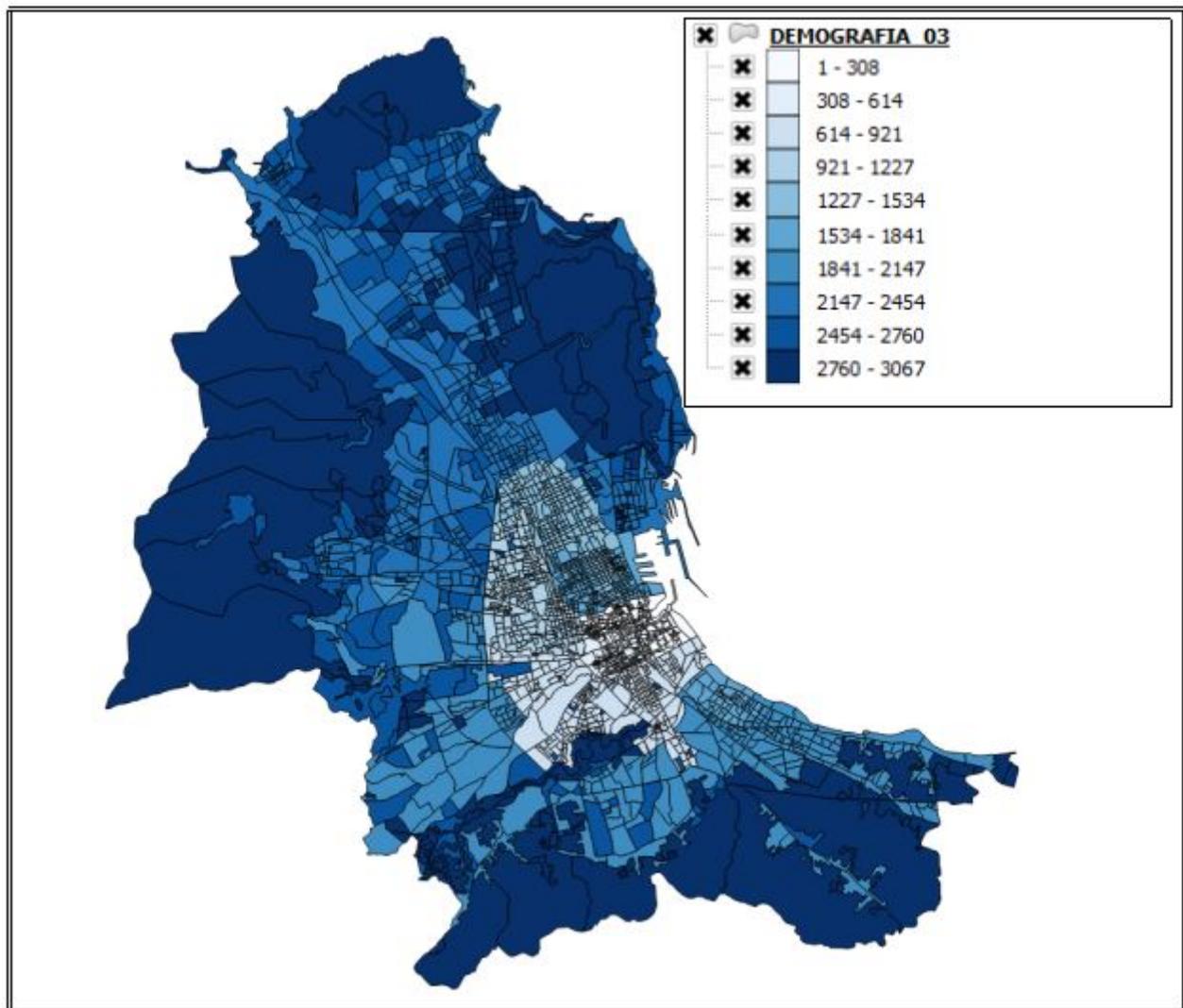


Figura 9 – Sezioni censuarie: confini e popolazione

4.1.5 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 degli edifici ed a quello inerente i confini ed il dato della popolazione delle sezioni censuarie aggiornate al 2016. In questo modo la procedura, nella quale si è ipotizzata una densità abitativa che fosse uniforme soltanto relativamente alla singola sezione censuaria e che riguardasse solamente l'area relativa all'edificato, ha portato alla creazione di un file di tipo raster alla risoluzione di 1m x 1m. (Figura 10 – Densità abitativa (particolare))

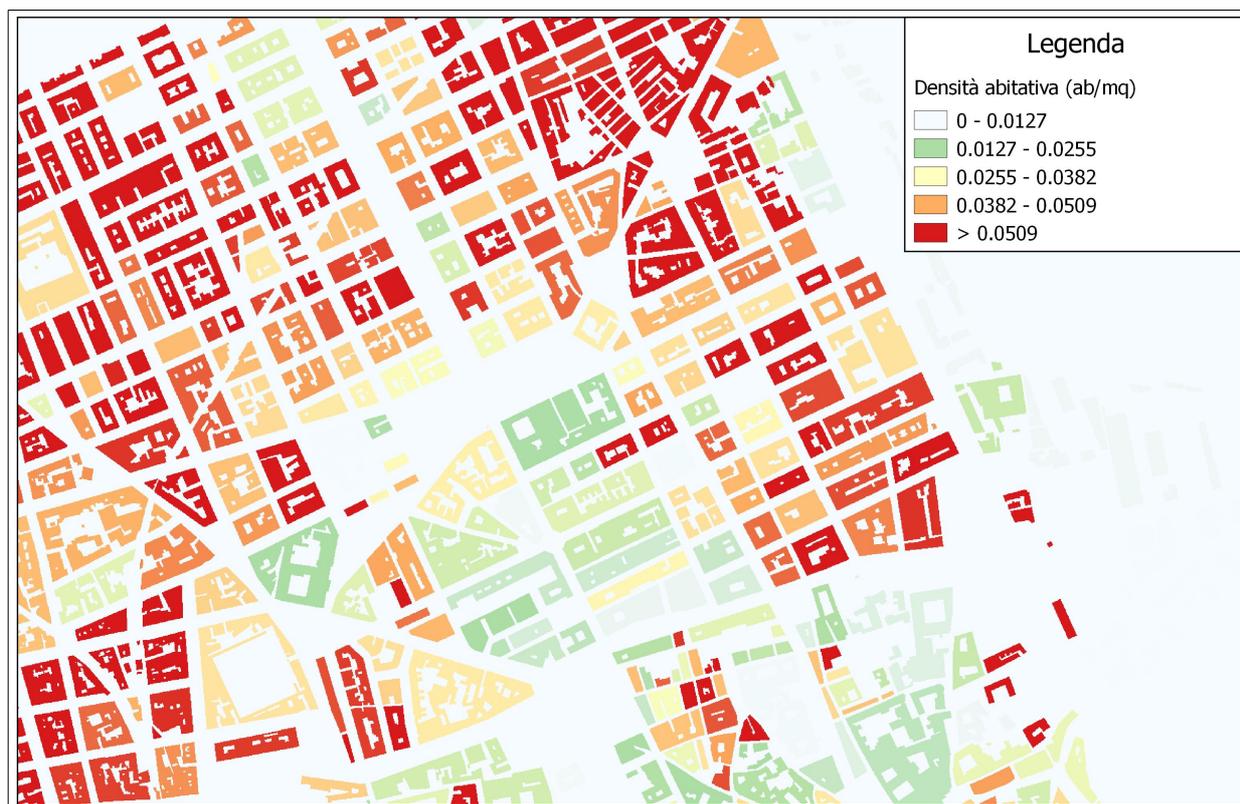


Figura 10 – Densità abitativa (particolare)

4.1.6 L'area portuale: descrizione e mappa del rumore

L'area portuale di Palermo è stata già oggetto di studio da parte di Arpa nell'anno 2009. Di seguito si riporta, sinteticamente, lo studio effettuato evidenziando la corrispondenza delle mappe acustiche del rumore allora calcolate con le odierne.

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, 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.

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 la successiva mappatura acustica ha interessato la zona adibita a traffico commerciale e la zona adibita a trasporto passeggeri e attività crocieristica, le costruzioni residenziali, in particolare sull'asse via Francesco Crispi e sull'asse via Cristoforo Colombo, adiacenti alle aree esaminate.

Le attività di movimentazione container (gru, navi LO-LO) sono concentrate nella Banchina Quattro Venti, mentre nella Banchina Sammuzzo si concentra prevalentemente il traffico commerciale RO-RO. Le Banchine Santa Lucia, Piave e Vittorio Veneto sono interessate da traffico passeggeri di linea e crocieristico, ma anche da traffico commerciale, perlopiù tir provenienti da Napoli, Livorno e Civitavecchia.

Come anticipato la campagna di monitoraggio fonometrico è stata svolta nel 2009 ed ha interessato otto siti ubicati sia all'interno del limite giurisdizionale dell'Autorità Portuale di Palermo sia nella zona immediatamente adiacente. (Figura 11 – Mappa dei siti monitorati nel 2009 (tratta da Google Earth))



Figura 11 - Mappa dei siti monitorati nel 2009 (tratta da Google Earth)

Ogni sito è stato selezionato e classificato sulla base della tipologia di rumore da cui è interessato; in particolare in alcuni siti è prevalente il rumore prodotto dal traffico stradale, altri, come le banchine di approdo, sono interessati principalmente dal rumore della navi in sosta e/o in movimento, infine in alcuni altri siti è predominante la movimentazione dei container ed il traffico veicolare interno. L'aver scelto dei siti che hanno una caratterizzazione abbastanza chiara del rumore rilevato ha permesso di ottenere informazioni dettagliate sulle sorgenti, in modo da potere determinare il rumore in ogni punto dell'area esaminata per mezzo di strumenti di calcolo della propagazione sonora adeguatamente implementati di tutte le informazioni raccolte.

La posizione dei siti di misura ha permesso inoltre, tramite la conoscenza delle tempistiche e della collocazione spaziale degli eventi portuali rumorosi, di estrarre dai suddetti dati informazioni sui contributi delle varie sorgenti nei vari momenti della giornata.

Si è proceduto anche all'installazione di alcune centraline sulle arterie stradali nell'intorno dell'area portuale (via Francesco Crispi e via Cristoforo Colombo). Nei due siti citati il rumore viene prodotto sia dal traffico veicolare cittadino sia dal rumore portuale.

In possesso dei dati di rumore per ciascun sito monitorato, si è stabilito di sviluppare tramite l'ausilio del software dedicato IMMI tre simulazioni dello stato dell'inquinamento acustico. Sono state considerate dapprima le diverse sorgenti separatamente per valutarne l'impatto prodotto, poi congiuntamente per ottenere la mappatura acustica completa e quindi più vicina alla realtà:

- Simulazione "Traffico stradale": sono attive solo le sorgenti di traffico stradale della via F. Crispi e la sorgente di via C. Colombo;

- Simulazione “*Rumore portuale*”: sono attive solo le sorgenti interne al limite giurisdizionale dell’Autorità Portuale, che riproducono il rumore navale e il rumore delle attività portuali;
- Simulazione “*Rumore complessivo*”: sono attive tutte le sorgenti digitalizzate sulla mappa, per modellizzare le condizioni della propagazione rumorosa nel modo più realistico possibile.

Si riportano di seguito le mappe acustiche relative ai livelli L_{den} ed L_{night} , per le tre simulazioni svolte.

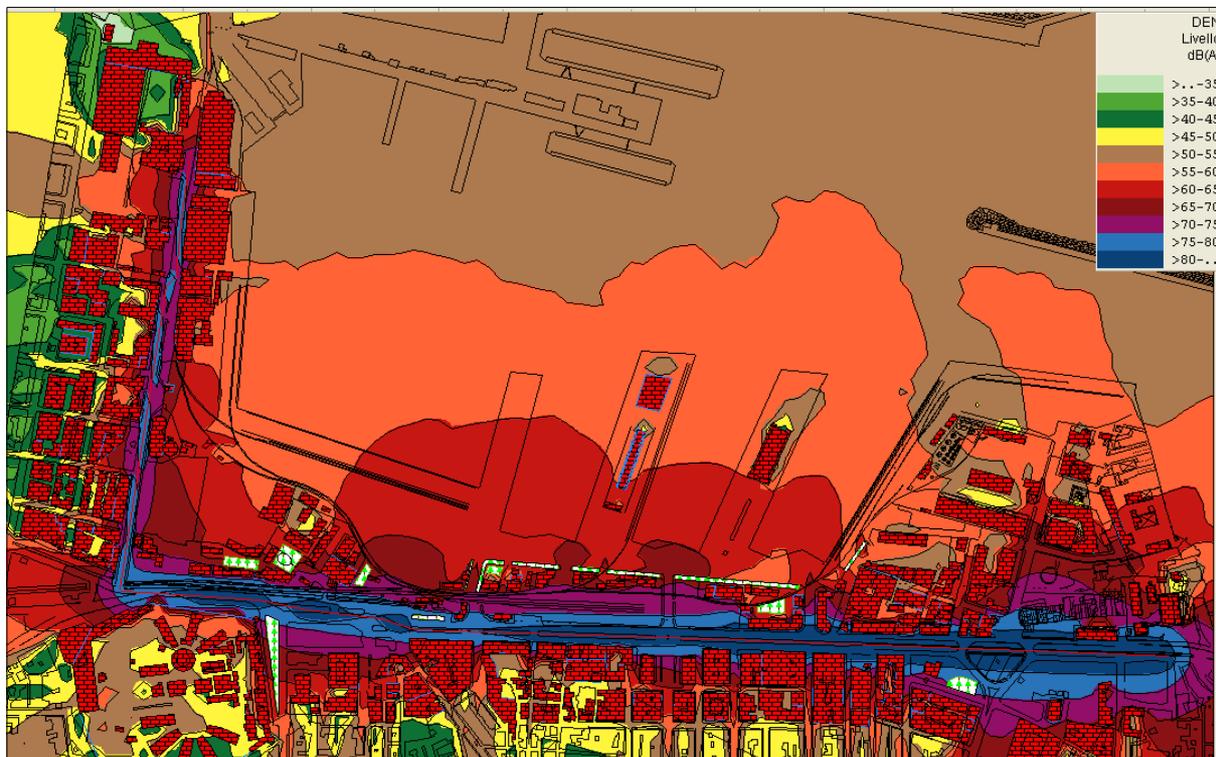


Figura 12 – Mappa dell’area portuale L_{den} nella simulazione “*Traffico stradale*”

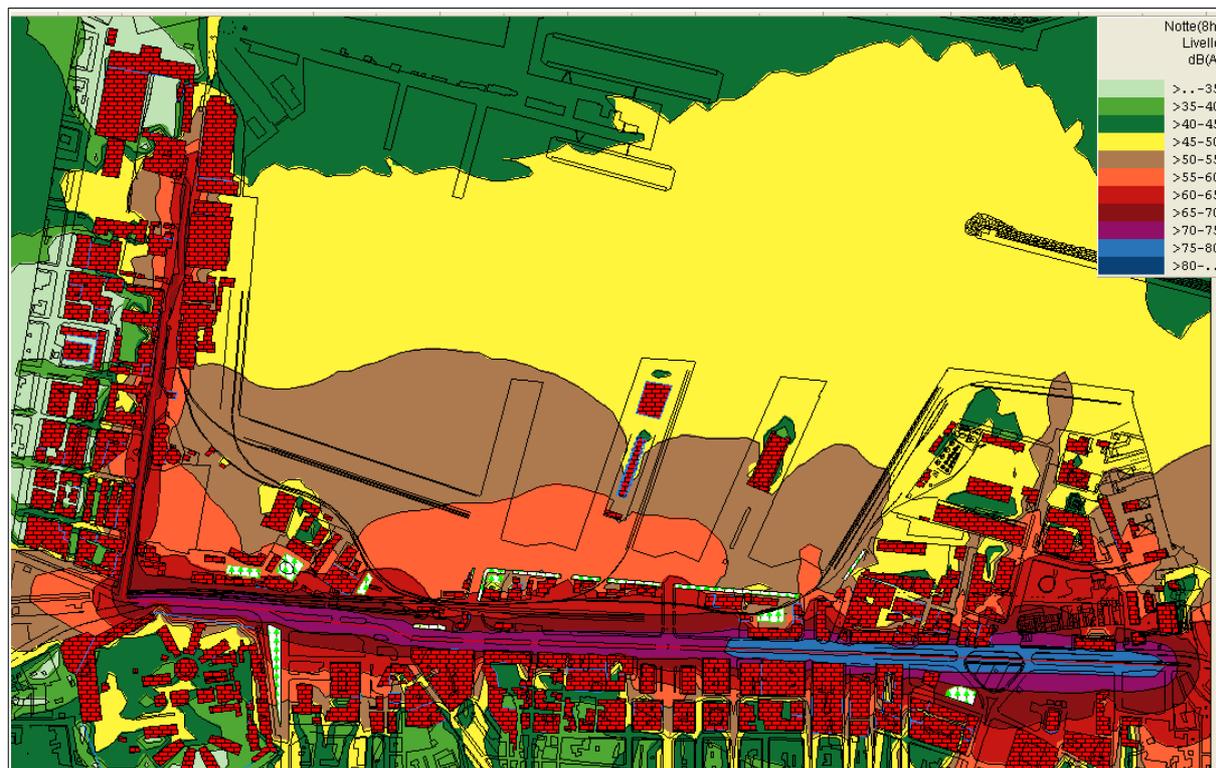


Figura 13 – Mappa dell’area portuale L_{night} nella simulazione “*Traffico stradale*”

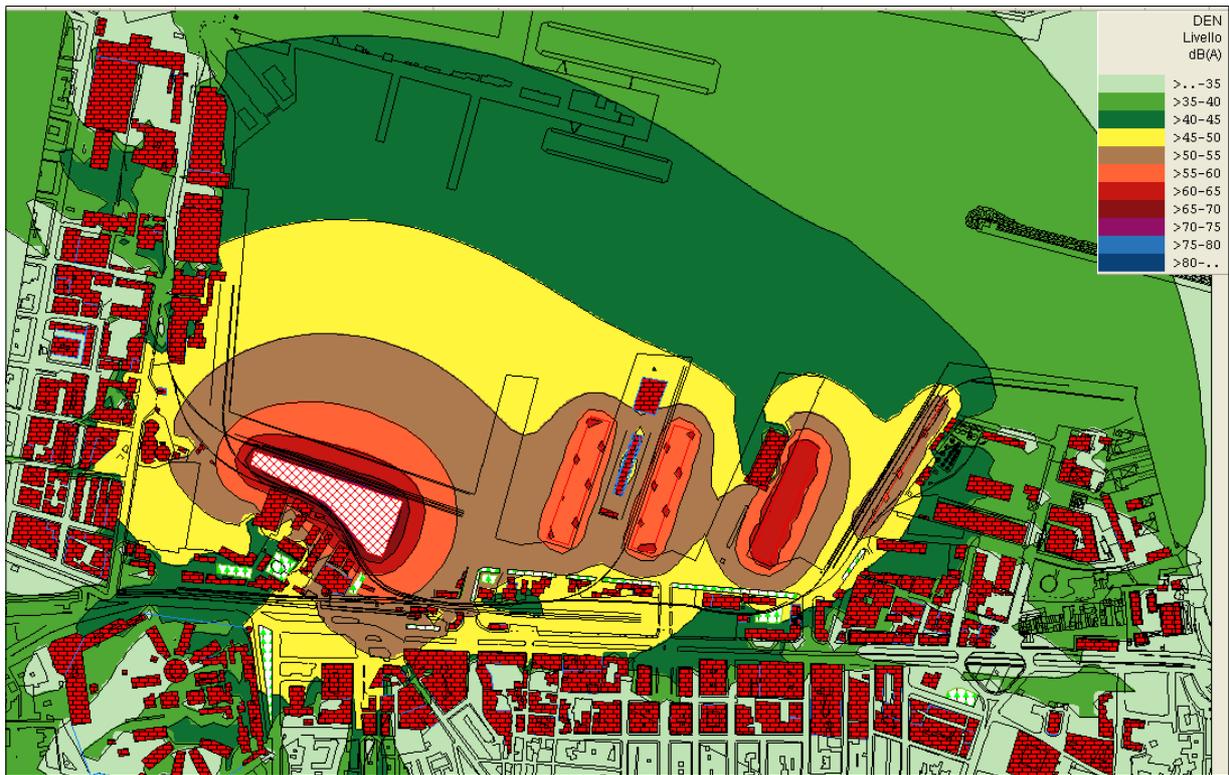


Figura 14 – Mappa dell'area portuale L_{den} nella simulazione “Rumore portuale”

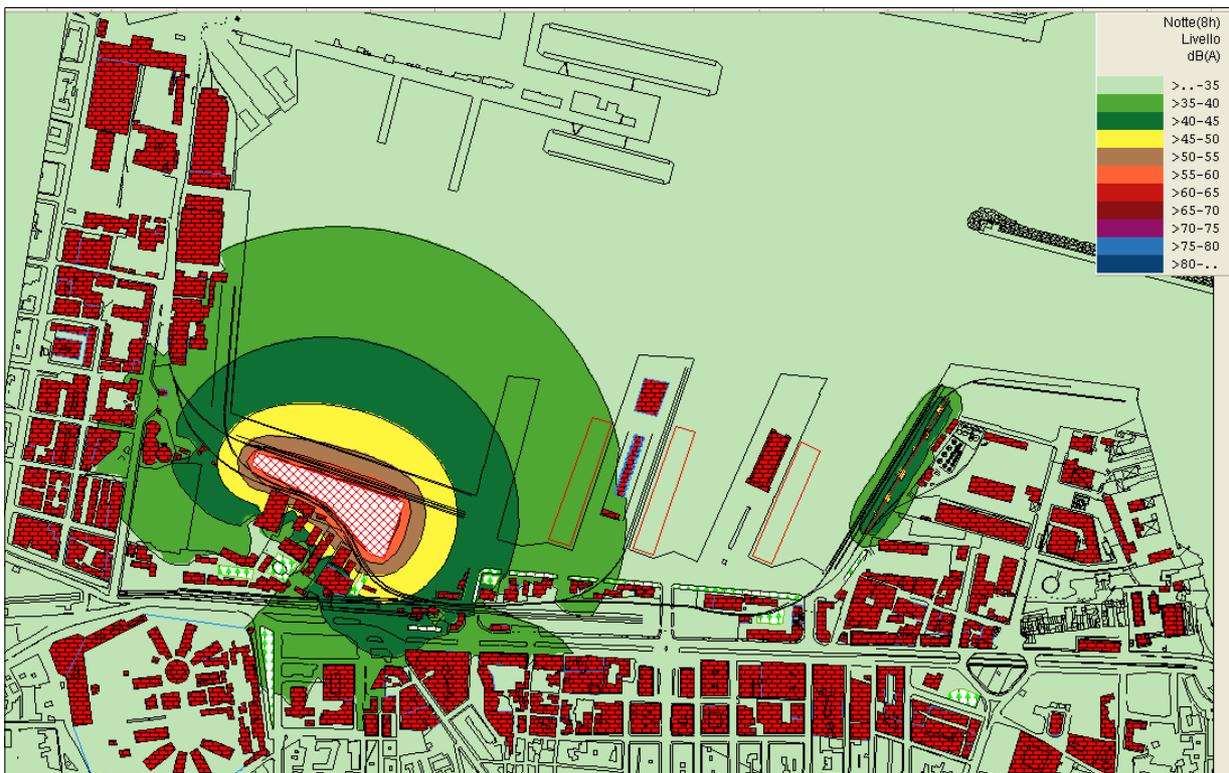


Figura 15 – Mappa dell'area portuale L_{night} nella simulazione “Rumore portuale”

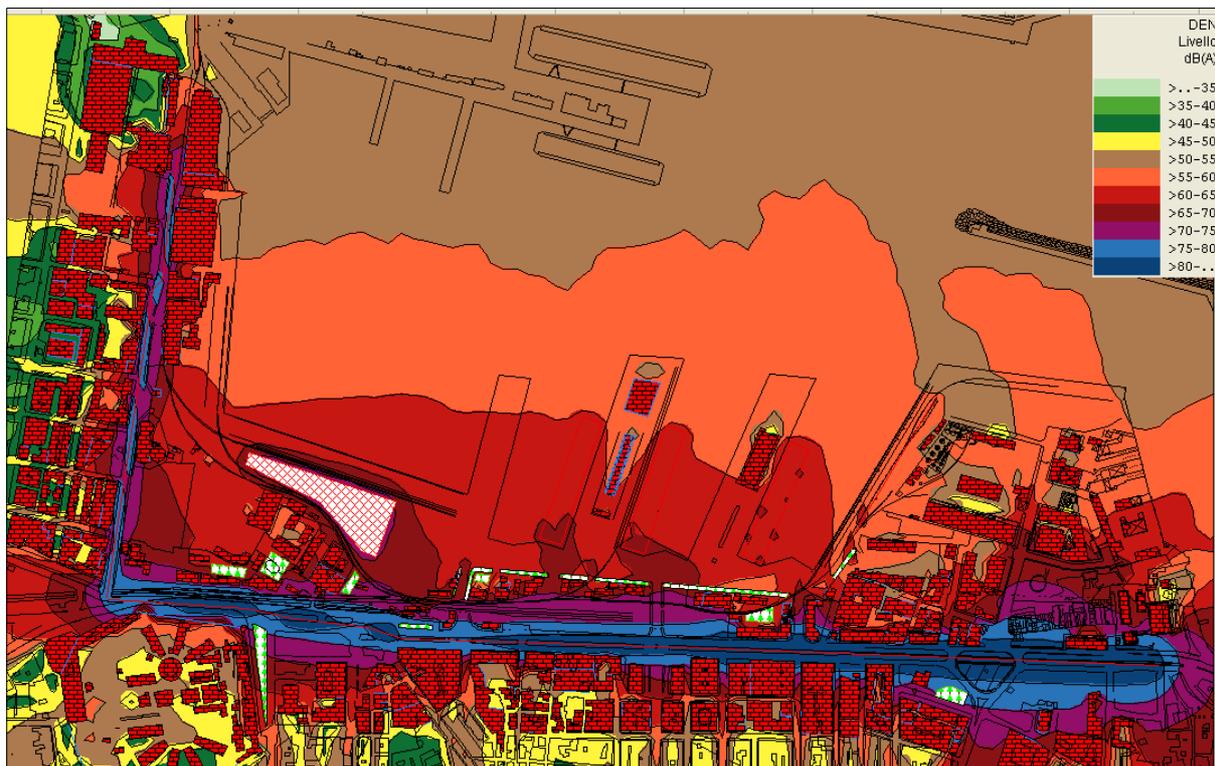


Figura 16 – Mappa dell'area portuale L_{den} nella simulazione “Rumore complessivo”

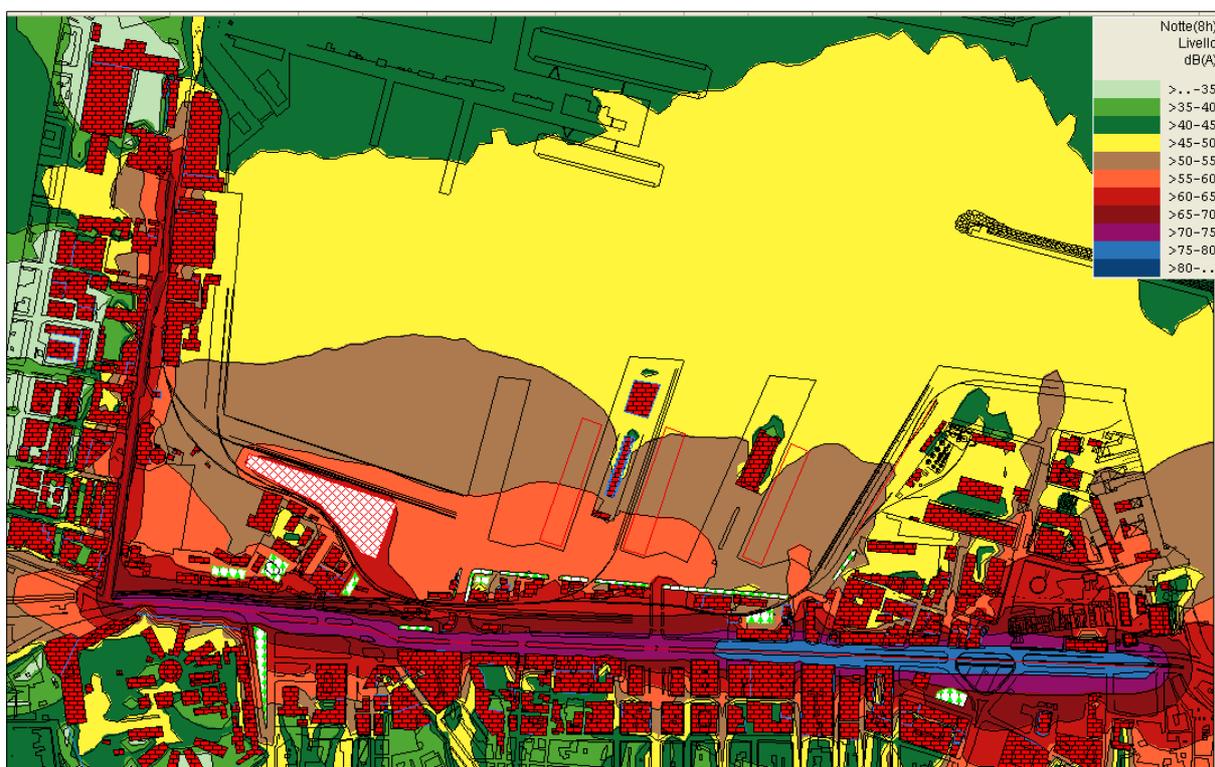


Figura 17 – Mappa dell'area portuale L_{night} nella simulazione “Rumore complessivo”

I risultati delle simulazioni rafforzano le conclusioni a cui si era giunti dall'analisi dei dati di monitoraggio. Le mappe acustiche in scala cromatica forniscono una rappresentazione chiara della propagazione del rumore nell'area portuale: il rumore da traffico stradale per la zona residenziale è sempre preponderante rispetto al rumore indotto dall'attività portuale. Inoltre le mappe prodotte

dalle simulazioni, che analizzano separatamente le due classi di sorgenti, evidenziano un contributo dei rumori portuali sempre inferiore al rumore da traffico stradale, anche negli edifici ricadenti all'interno del porto e del Molo Trapezoidale (principalmente ad uso non abitativo).

Nel corso delle attività propedeutiche alla realizzazione della mappatura acustica dell'intero agglomerato sono state realizzati nuovi monitoraggi all'interno dell'area portuale che tuttavia non sono ancora ultimati. Questo non permette ad oggi di aggiornare le mappe del rumore inerenti la specifica sorgente e realizzate nel 2009. Tuttavia le mappe ottenute nel corso delle simulazioni attuali confermano sia per i livelli giornalieri che per quelli notturni dei valori praticamente coincidenti a quelli dello scenario "Traffico stradale" precedentemente descritto in merito all'area portuale.

4.1.7 La sorgente ferroviaria: descrizione e mappa del rumore

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

I risultati delle simulazioni effettuate con software dedicato sono stati forniti ad ARPA Sicilia soltanto in formato immagine e malgrado siano state effettuate diverse richieste ad RFI dei dati grezzi in input al modello, questi non sono stati forniti.

Ciò premesso sono state tuttavia analizzate le mappe del rumore. Ad una prima visione delle mappe fornite appare evidente che il contributo della sorgente ferroviaria è in larga parte trascurabile rispetto ai livelli dovuti al traffico veicolare. E' infatti abbastanza contenuto il numero di edifici residenziali che ricade nelle fasce di rumore più elevate, sia per quanto riguarda i livelli diurni che per quelli notturni.

In particolare emerge che i livelli di rumore più elevati (maggiori di 65 dB nel corso del periodo diurno e di 60 dB durante la notte) sono presenti nel tratto ferroviario che dalla parte della città ove insiste la zona industriale (area sud-est) conduce alla Stazione Centrale sita in Piazza Giulio Cesare. (Figura 18 – Mappa dei livelli diurni del rumore ferroviario_tavola n° 406938 relativa all'area della Stazione Centrale; Figura 19 – Mappa dei livelli notturni del rumore ferroviario_tavola n° 407459 relativa alla zona sud-est dell'agglomerato urbano).

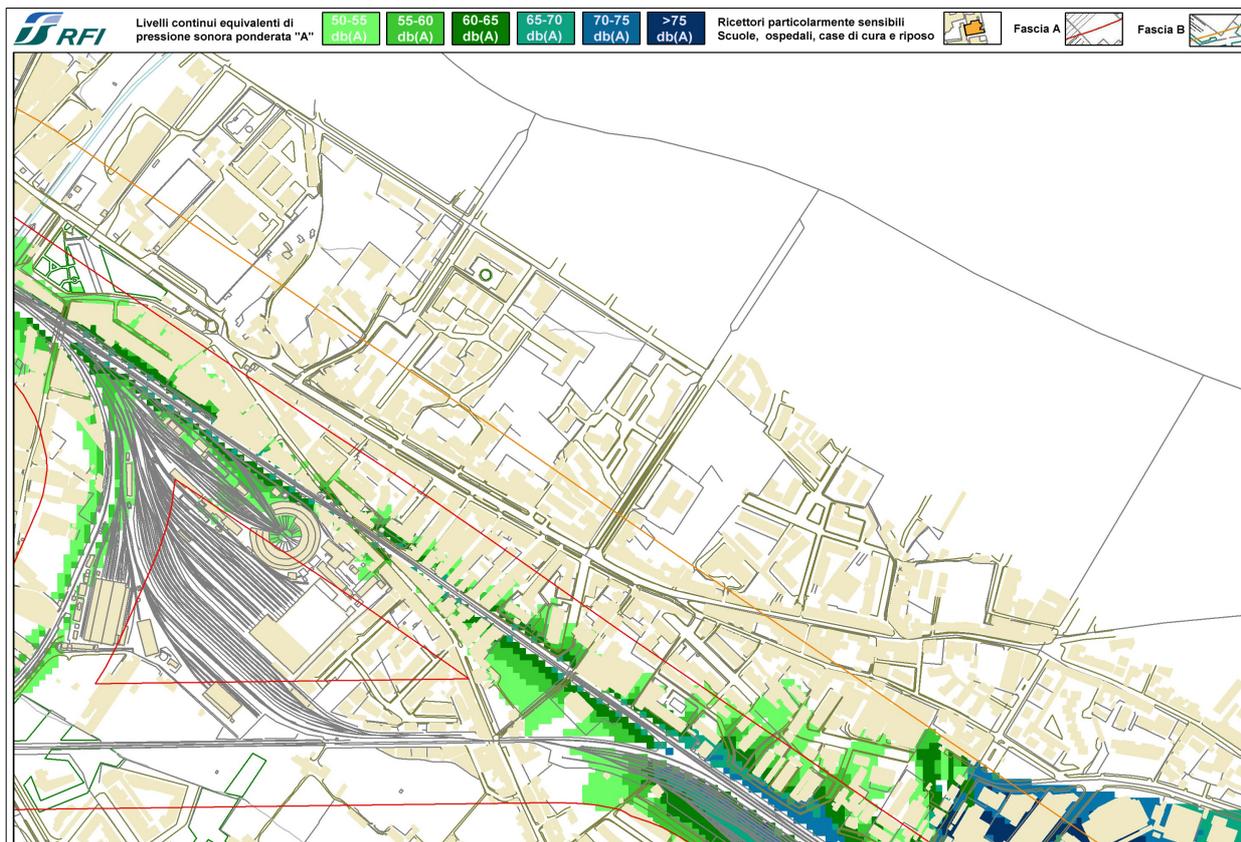


Figura 18 - Mappa dei livelli diurni del rumore ferroviario _tavola n° 406938 relativa all'area della Stazione Centrale

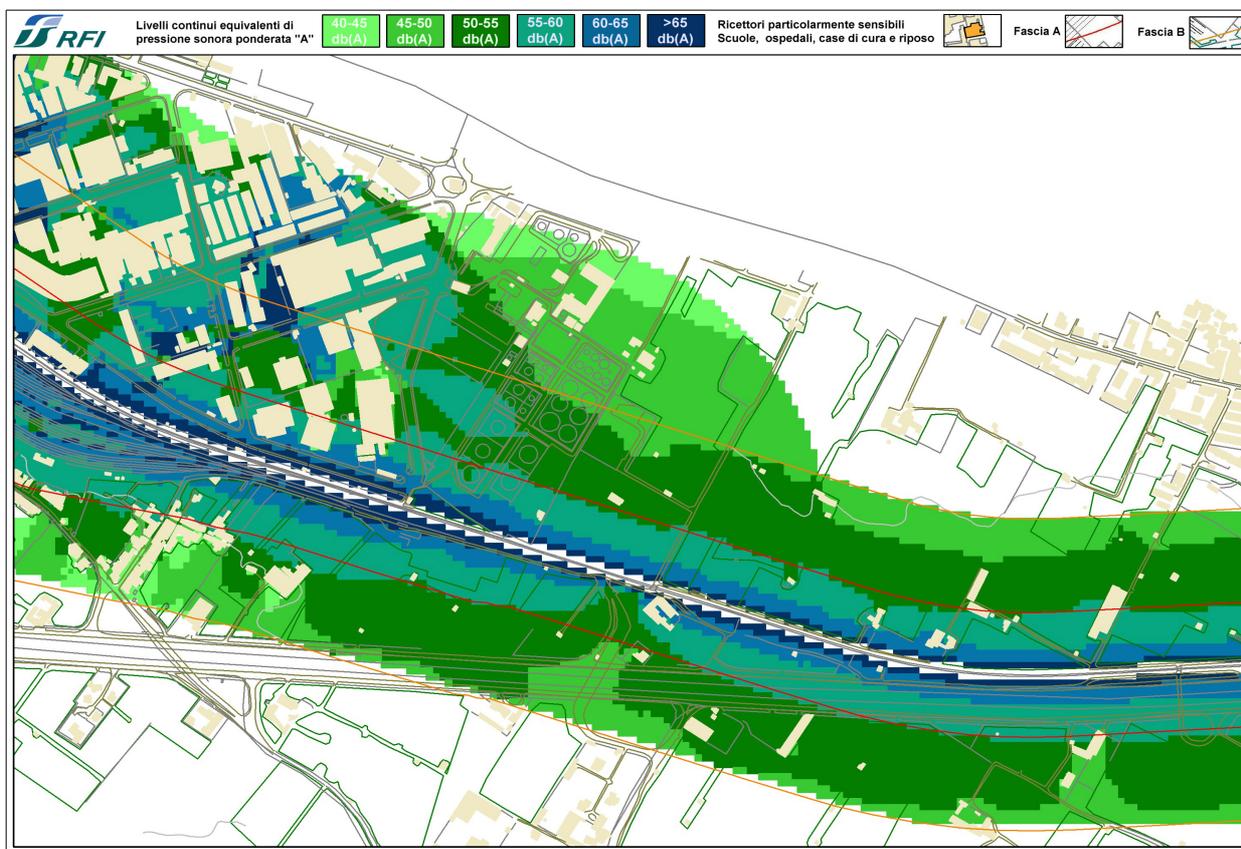


Figura 19 - Mappa dei livelli notturni del rumore ferroviario _tavola n° 407459 relativa alla zona sud-est dell'agglomerato urbano

Proprio il tratto di ferrovia tra la zona industriale e la Stazione Centrale è ad oggi l'unico in esercizio poiché sono da tempo in atto sostanziali lavori di manutenzione ed ampliamento del sistema ferroviario.

Per il tratto menzionato, al fine di valutare il numero di residenti esposti a ciascuna fascia di rumore prevista dalla normativa si è proceduto presso la Struttura Territoriale di Palermo di ARPA alla vettorializzazione in formato shapefile delle mappa del rumore L_{den} . In questo modo è stata ottenuta una mappa delle aree ad isovalore simile e confrontabile con le mappe del rumore generate per il traffico veicolare. (Figura 20 – Mappa del rumore ferroviario L_{den} (tratto zona industriale-Stazione Centrale))

Mappa del rumore ferroviario L_{den}

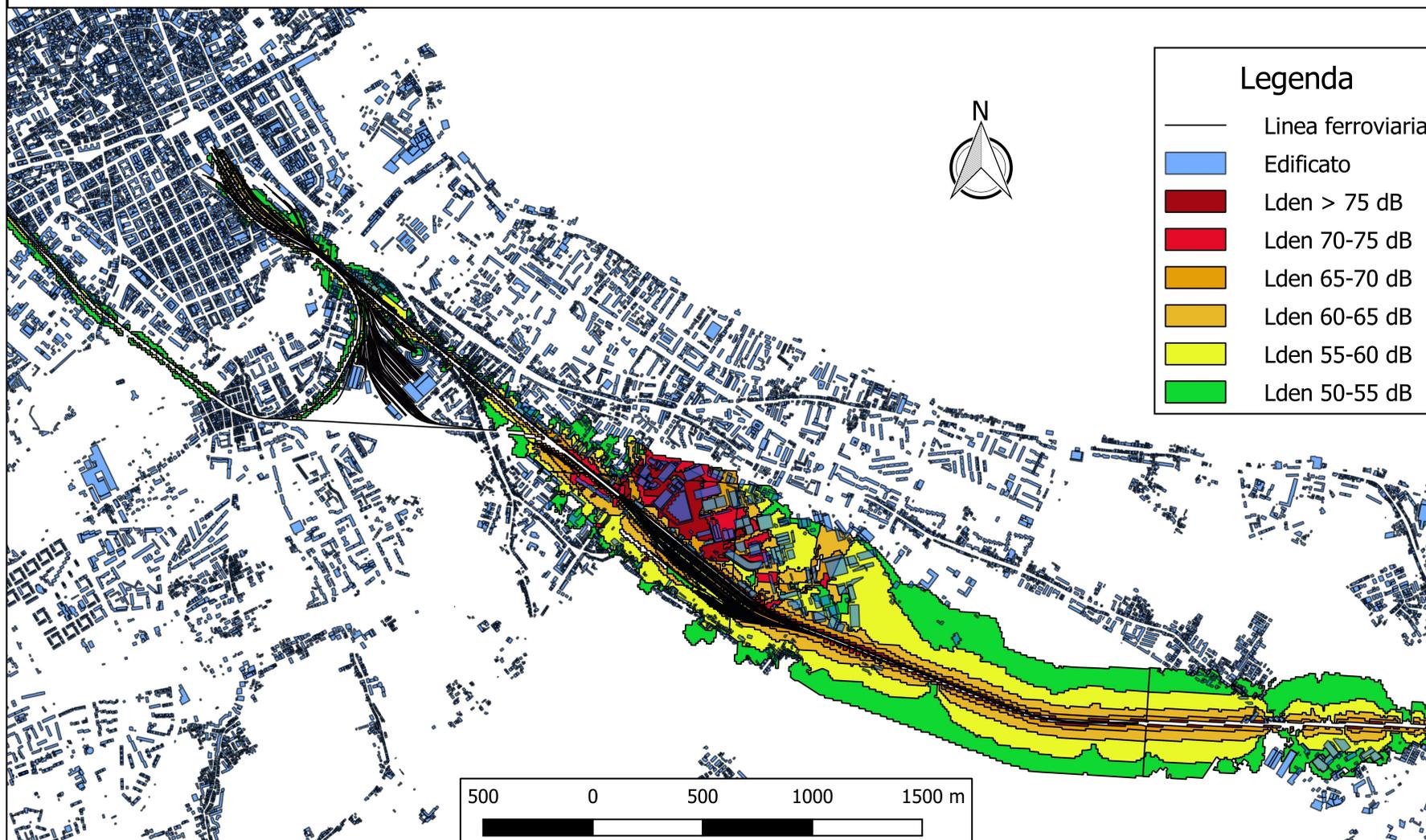


Figura 20 – Mappa del rumore ferroviario L_{den} (tratto zona industriale-Stazione Centrale)

Dall'intersezione dei dati relativi ai dati della densità abitativa (raster) con la mappa del rumore è emerso che sono circa 5250 le persone interessate da valori di L_{den} maggiori di 50 dB dovuti al traffico ferroviario. Tuttavia, come si evince nella tabella che segue si riscontra che sono meno di 400 i residenti in abitazioni nelle quali il livello di rumore in facciata è pari o superiore a 65 dB. (Tabella 1 – Dati di sintesi L_{den} ferroviario)

Periodo di riferimento	Livello (dB)	Popolazione esposta	Area edifici abitativi (m ²)
Intervalli L_{den} rumore ferroviario	50 - 54	2.305	800.811
	55 - 59	1.819	750.465
	60 - 64	635	374.267
	65 - 69	286	234.928
	70 - 74	180	129.290
	> 75	23	85.915

Tabella 1 – Dati di sintesi L_{den} ferroviario

L'analisi dei recettori sensibili censiti da RFI all'interno delle fasce di rispetto (A e B) evidenzia altresì che il rumore dovuto al transito dei convogli non influenza di fatto gli edifici inerenti scuole, ospedali, case di cura e riposo, attestandosi su livelli comunque inferiori a quelli risultanti dal traffico veicolare urbano.

4.1.8 Valutazione e riepilogo

La iniziale raccolta presso gli enti proprietari e la successiva onerosa fase di integrazione degli strati informativi (Tabella 2 – Strati informativi realizzati ex-novo) ha in definitiva condotto a caratterizzare in modo completo e dettagliato il database relativo alle informazioni territoriali dell'agglomerato urbano di Palermo, condizione necessaria per la successiva predisposizione del sistema di calcolo nel software dedicato.

Sistema Informativo	Tipologia	Records (n°)
Edifici sensibili (Ospedali, Case di Cura e Case di Riposo)	Vector areale	152
Edifici sensibili (Scuole)	Vector areale	747
Assi Viari	Vector lineare	3563
Densità abitativa	Raster	*Risoluzione 1m x 1m

Tabella 2 – Strati informativi realizzati ex-novo

4.2 La predisposizione del sistema di calcolo

Ultimata la raccolta dei dati informativi e territoriali, si è proceduto mediante il software dedicato SoundPlan 7.4 della Spectra S.R.L. in dotazione presso la Struttura Territoriale 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.

4.2.1 Andamento altimetrico del terreno

In possesso degli strati informativi relativi all'andamento altimetrico del terreno è stato realizzato mediante il software dedicato SoundPlan 7.4 il modello in 3D dell'area in esame 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 CTR e nello shape realizzato sugli assi viari. (Figura 21 – TIN in 3D dell'agglomerato di Palermo)

L'importazione all'interno del software delle informazioni contenute nei file .shp precedentemente predisposti avviene attraverso una procedura che consente le corrispondenze tra i campi delle tabelle attributi degli stessi shape file ed i records contenuti nel software di simulazione ed appartenenti a ciascuna tipologia di oggetto (edificio, strada, ecc.) e che vanno a creare dei nuovi file nel formato proprietario di SoundPlan ("geofile", estensione .geo).

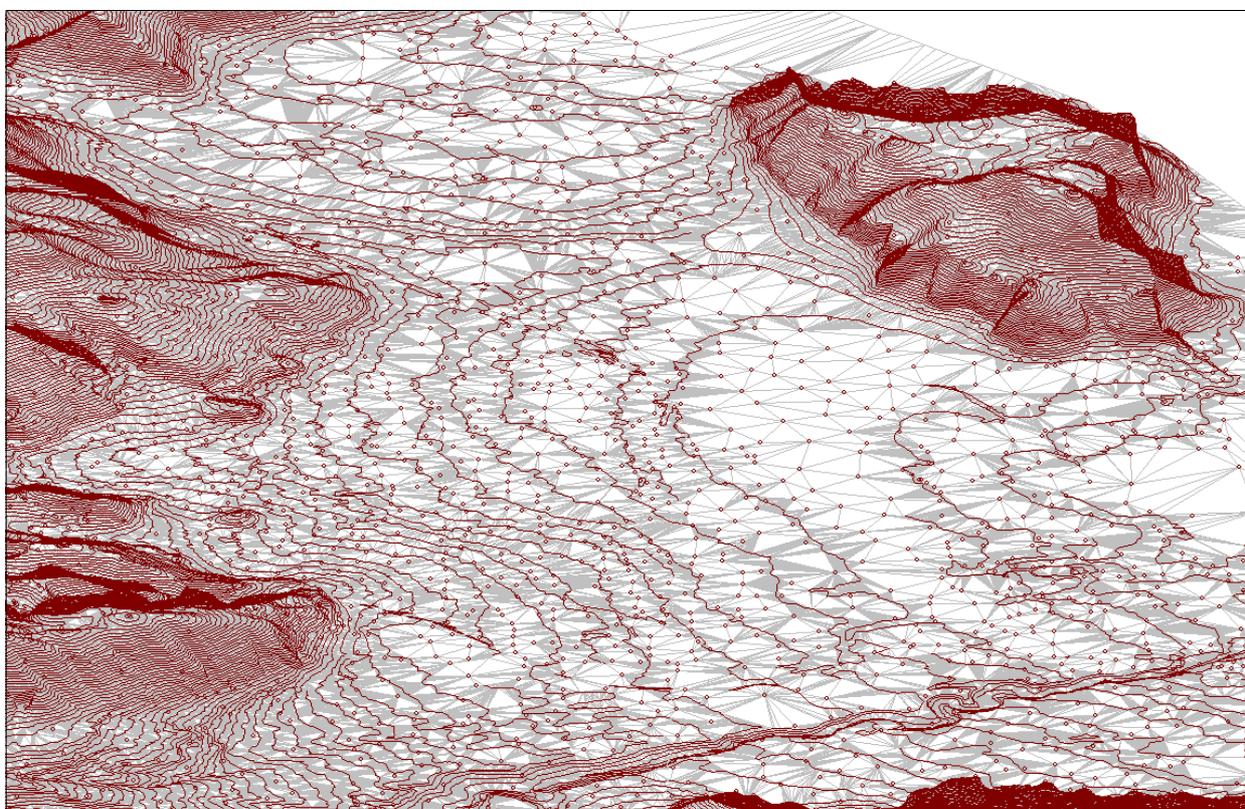


Figura 21 - TIN in 3D dell'agglomerato di Palermo (particolare)

4.2.2 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 l'attributo "altezza" assumendo così carattere tridimensionale. (Figura 22 – L'edificato in 3D).

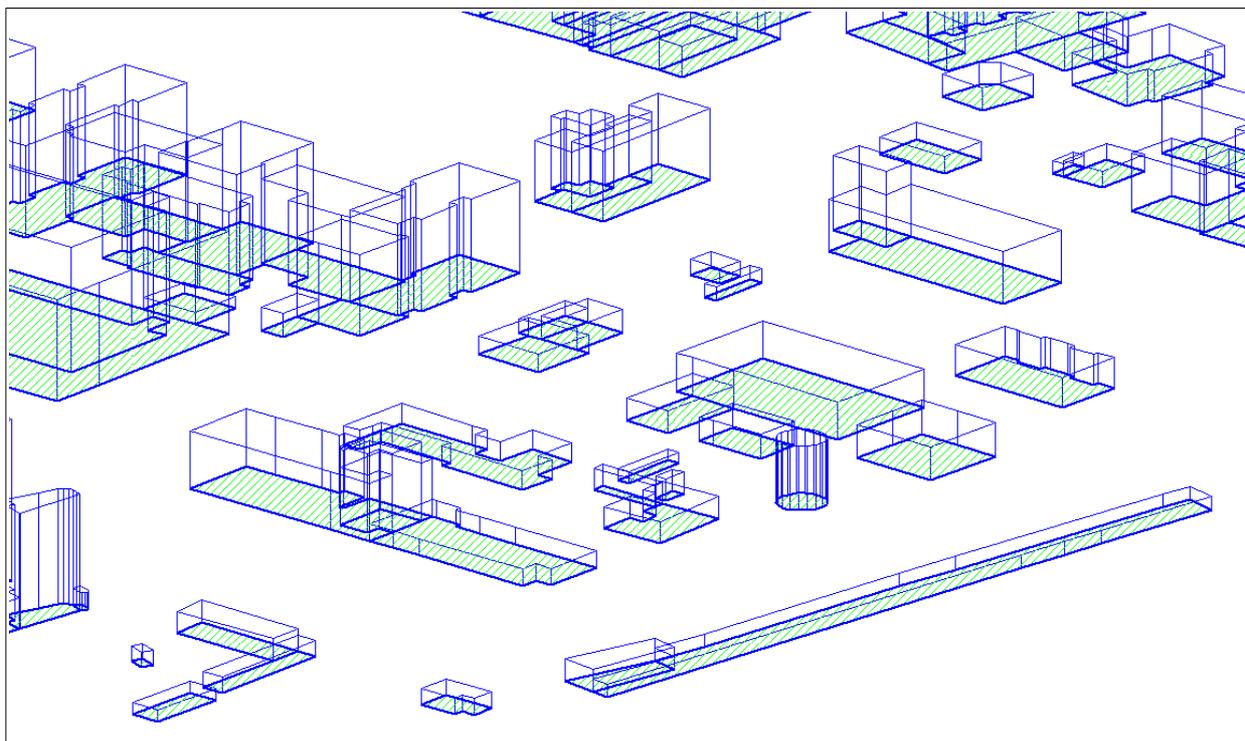


Figura 22- L'edificato in 3D (particolare)

Poiché inoltre nello shape file era presente un campo relativo alla quota al piede, è stato agevole ottenere che gli edifici si sono automaticamente “appoggiati” esattamente sul Modello Digitale del Terreno (DGM) creato precedentemente. (Figura 23 – Sovrapposizione degli edifici al DGM)

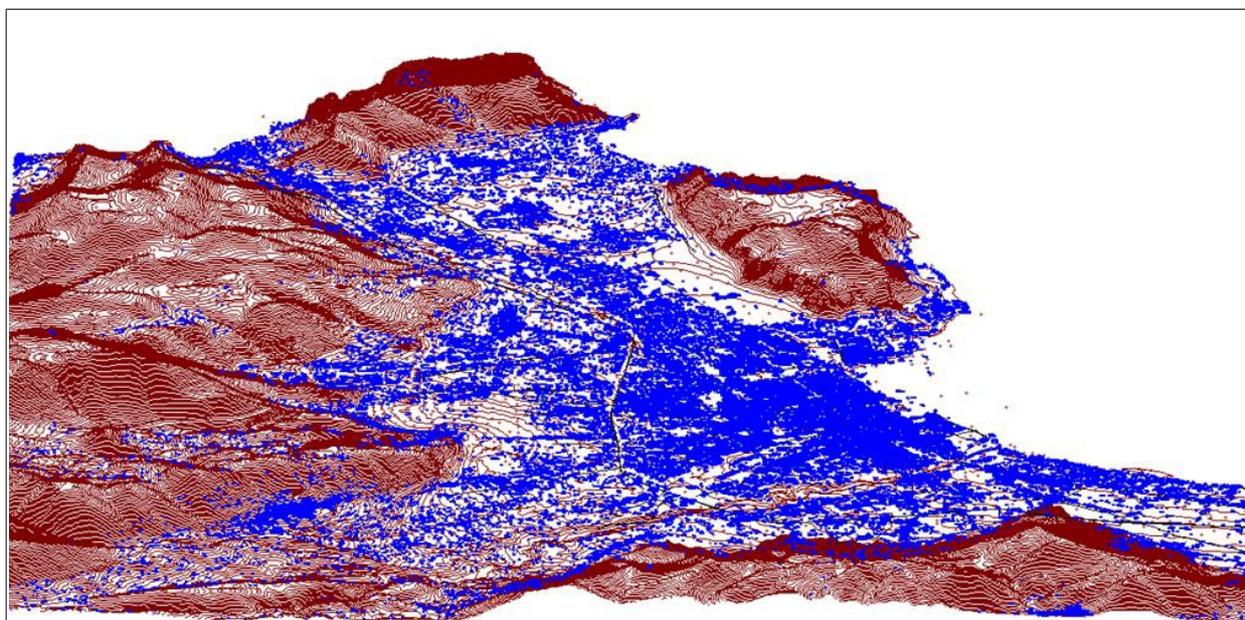


Figura 23 - Sovrapposizione degli edifici al DGM

4.2.3 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.

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 (Figura 24 – Le aree a verde) 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 le aree a verde è stato caricato anch’esso nel modello di calcolo.

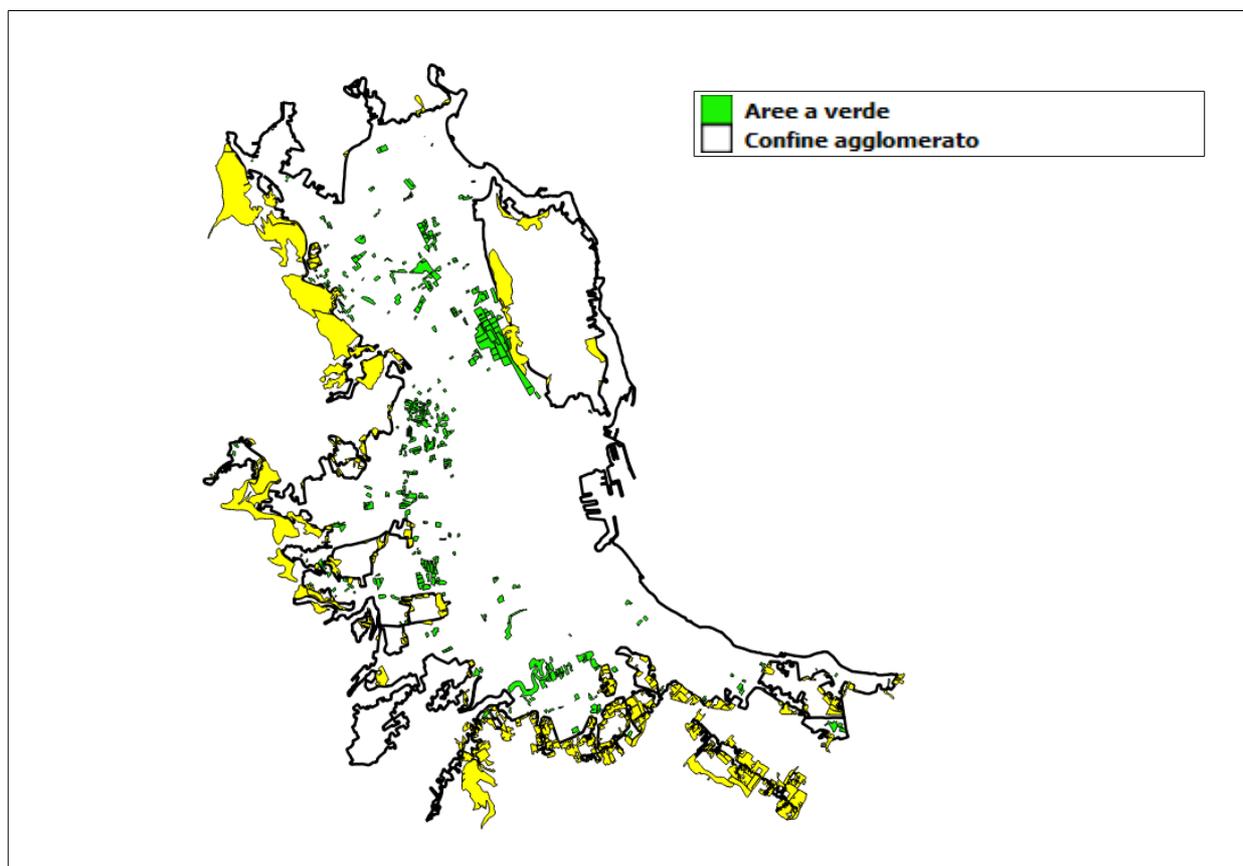


Figura 24 – Le aree a verde

4.2.4 Caratterizzazione dell’emissione sonora delle sorgenti

Detto nei paragrafi precedenti della caratterizzazione geometrica della sorgente, ovvero gli assi viari, 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 popolata con i dati derivati dalla campagna di monitoraggio realizzata con l’ausilio di strumenti contatraffico basati su sensoristica radar in dotazione ad ARPA Sicilia del modello Viacount II. (Figura 25 – Installazione dello strumento contatraffico (monitoraggio Corso Vittorio Emanuele))



Figura 25 - Installazione dello strumento contatraffico (monitoraggio Corso Vittorio Emanuele)

Di ogni veicolo il Viacount II misura 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 (gg.mm.aa) e l'ora (oo.mm.ss) dell'orologio in tempo reale e archiviato nella Flash-RAM. Mediante i software dedicati (ViaTerm e Via Graph) è possibile in post-elaborazione ottenere la classificazione per le fasce orarie stabilite dei veicoli archiviati e l'andamento della velocità degli stessi (Figura 26 – Classificazione numero di veicoli per tipologia e fascia oraria (esempio di output dal software ViaGraph))

in arrivo_veicoli diretti verso P.zza Indipendenza																					
Ora		Numero veicoli					Velocità media					Velocità massima					Percentuale				
		motocicli	automobili	trasporter	autocam	autotreni	Totale	motocicli	automobili	trasporter	autocam	autotreni	Totale	motocicli	automobili	trasporter	autocam	autotreni	Totale	V65	V10
18/04/2017	12:05-17	1353	5949	998	743	320	9363	21	33	32	29	33	31	71	74	57	66	61	74	40	6
	12:05-13:00	137	1565	258	135	73	2168	35	37	37	34	33	37	59	74	59	54	59	74	45	27
	13:00-14:00	1490	7914	1256	875	401	11936	22	34	33	30	29	32	71	74	59	66	61	74	41	12
	14:00-15:00	61	1439	219	73	30	1819	38	40	40	37	36	40	59	70	73	73	49	73	45	32
	15:00-16:00	1551	8953	1475	945	431	13355	23	35	34	31	29	33	71	74	70	73	61	74	42	17
18/04/2017	13:05-17	1135	10175	1741	955	455	14464	23	36	36	32	31	35	67	78	62	66	75	82	44	25
	13:05-14:00	375	794	110	57	38	1374	10	30	31	21	24	24	65	67	65	46	51	67	40	6
	14:00-15:00	1510	10969	1851	1015	453	19828	24	36	36	32	30	34	67	78	62	66	75	82	43	21
	15:00-16:00	140	4180	677	199	138	5324	37	40	41	34	33	40	66	81	66	60	73	86	48	30
	16:00-17:00	1650	15149	2528	1214	621	21162	25	37	37	32	31	36	67	81	86	66	75	96	45	24
18/04/2017	14:05-17	648	8922	1526	655	408	12159	28	37	37	32	30	36	63	94	77	76	57	94	45	25
	14:05-15:00	72	1566	272	152	70	2132	27	34	34	28	30	33	63	69	64	47	59	69	42	21
	15:00-16:00	720	10482	1786	807	476	14281	28	37	37	31	30	36	63	84	77	76	59	94	44	28
	16:00-17:00	129	5077	909	319	238	6672	37	39	39	35	32	39	68	87	83	72	64	87	46	29
	17:00-18:00	849	15565	2707	1126	716	20963	30	37	37	32	31	37	68	94	83	76	64	94	45	26
18/04/2017	15:05-17	1840	11236	1716	1243	579	16664	27	34	33	31	28	33	72	87	66	63	64	87	41	19
	15:05-16:00	132	1559	283	119	63	2166	37	39	39	34	33	39	63	63	66	54	50	63	45	30
	16:00-17:00	1972	12855	1999	1362	642	18830	28	35	34	31	29	33	72	87	66	63	64	87	42	21
	17:00-18:00	79	2589	404	94	37	3203	37	44	46	40	44	44	64	91	88	61	79	91	52	34
	18:00-19:00	2051	15444	2403	1456	679	22033	28	36	36	31	30	35	72	91	88	63	79	91	44	23
18/04/2017	16:05-17	112	1490	246	147	69	2064	38	39	39	35	35	39	62	77	62	51	65	77	46	29
	16:05-17:00	2374	11745	1918	1390	694	18121	22	33	32	28	27	31	63	82	79	63	65	82	41	12
	17:00-18:00	75	2016	333	69	33	2926	39	44	44	40	37	44	67	90	80	59	61	90	32	33
	18:00-19:00	2448	13751	2251	1459	727	20647	23	34	34	29	28	32	67	87	80	63	65	90	43	13
18/04/2017	17:05-17	0	0	0	0	0	3918	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	17:05-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18:00-19:00	940	2960	365	256	95	3918	22	33	33	29	28	31	63	73	75	57	45	75	42	12
	19:00-20:00	35	1092	174	34	13	1349	41	45	47	41	39	46	65	84	82	62	45	84	55	35
	20:00-21:00	575	3753	539	292	108	5267	23	37	38	30	29	35	65	84	82	62	48	84	47	16

Figura 26 – Classificazione numero di veicoli per tipologia e fascia oraria (esempio di output dal software ViaGraph)

La campagna di monitoraggio, iniziata a Febbraio 2017 e terminata a Luglio, ha interessato 88 tra gli assi stradali principali dell'agglomerato (Tabella 3 – Monitoraggi del traffico 2017).

MONITORAGGI REALIZZATI 2017	
Corso Alberto Amedeo	Via Guglielmo il Buono
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	Via Lancia di Brolo
Corso Vittorio Emanuele	Via Lanza di Scalea
E90 (in prossimità dell'ingresso alla A19_direzione Palermo)	Via Lincoln
E90 (in prossimità dell'ingresso alla A19_direzione Catania)	Via Mariano Stabile
E90 (in prossimità di Corso Calatafimi)	Via Mattei
Foro Umberto I	Via Messina Marine
Piazza Indipendenza	Via Monte Pellegrino
Via Agostino Catalano	Via Noce
Via Albiri	Via Oreto
Via Ammiraglio Rizzo	Via Papa Sergio
Via Belgio	Via Perpignano
Via Belmonte Chiavelli	Via Pipitone Federico
Via Brancaccio	Via Pitrè (tratto ad Est di Viale Regione Siciliana)
Via Brigata Verona	Via Pitrè (tratto ad Ovest di Viale Regione Siciliana)
Via Buonriposo	Via Principe di Palagonia
Via Castelforte	Via Principe di Paternò
Via Castellana	Via Principe di Scordia
Via Catania	Via Principe di Villafranca
Via Cavour	Via Roccazzo
Via Cesare Terranova	Via Roma
Via Ciaculli	Via Santa Maria di Gesù
Via Cruillas	Via Sardegna
Via Dante	Via Sciuti
Via De Gasperi	Via Scobar
Via Dei Cantieri	Via Sferracavallo
Via dei Quartieri	Via Tommaso Natale
Via del Levriere	Via Uditore
Via dell'Ermellino	Via Ugo La Malfa
Via dell'Olimpo	Via Umberto Giordano
Via dell'Orsa Minore	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 (tratto in prossimità di C. Calatafimi)
Via Duca della Verdura	Viale Regione Siciliana (tratto in prossimità di P.le Lennon)
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
Via Francesco Crispi	Viale Piemonte
Via Galilei Galilei	Viale Principe di Scalea
Via Giafar	Viale Strasburgo

Tabella 3 – Monitoraggi del traffico 2017

Si è inoltre in possesso di altri 9 monitoraggi del traffico effettuati nel corso della elaborazione della prima mappatura acustica realizzata nel 2015 e riguardanti Via Tricomi, Via

Perez, Via Cusmano, Via dei Benedettini, Viale Michelangelo da Vinci, Via Crispi in entrambi i sensi di marcia, Via Roccella, Via Papireto. L'unione di questi dati ha portato ad avere una buona distribuzione dei monitoraggi del traffico in tutto l'agglomerato urbano di Palermo per un totale di 97 assi viari interessati (Figura 27 - I punti di monitoraggio del traffico).

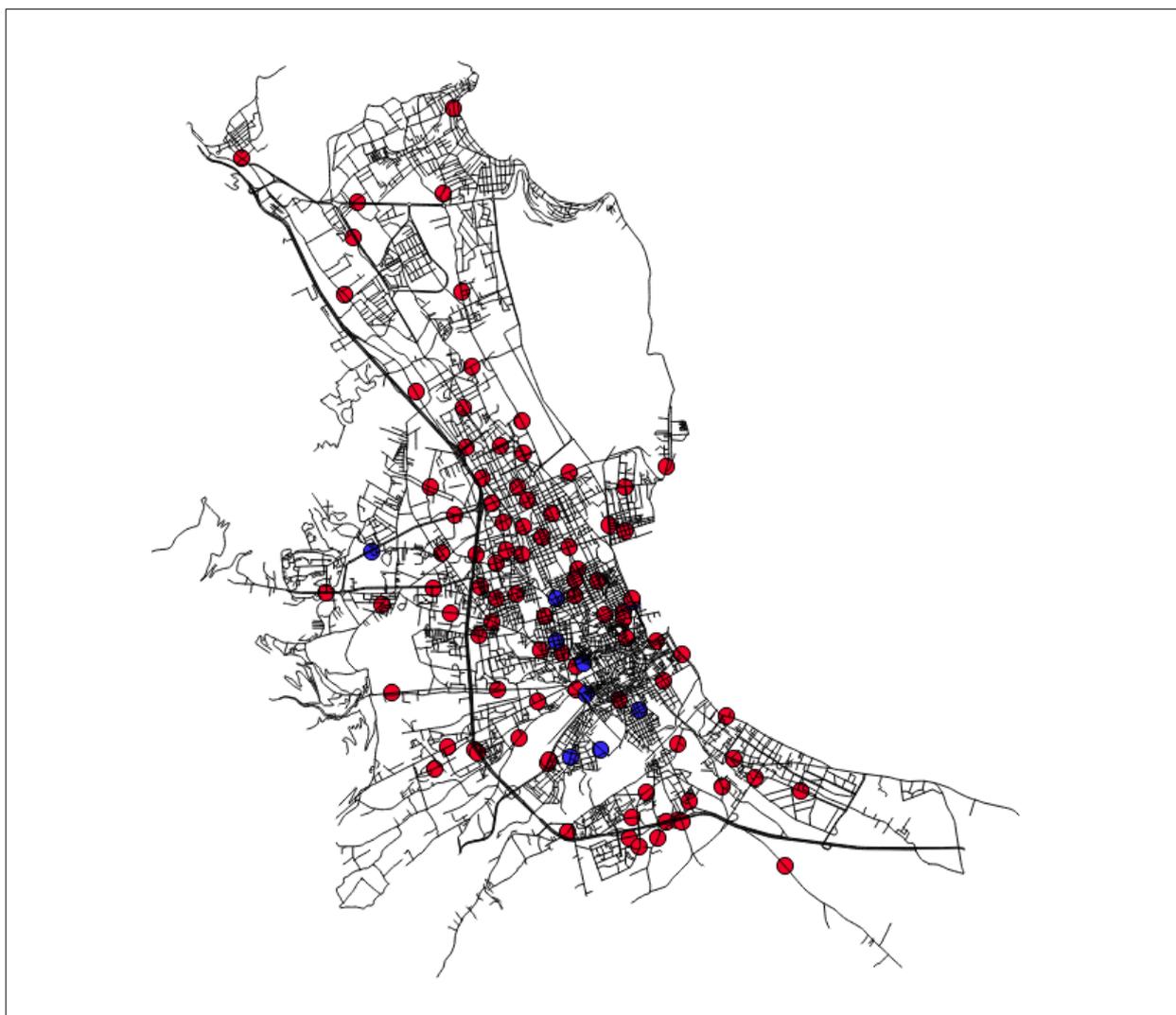


Figura 27 – I punti di monitoraggio del traffico (in rosso quelli della campagna 2017, in blu quelli relativi al 2015)

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.

Gli unici dati di traffico veicolare disponibili presso il Comune sono quelli relativi a dei monitoraggi del traffico effettuati con procedura manuale da operatori che nell'arco temporale 8:00-11:00 di una singola giornata hanno annotato su apposito taccuino i veicoli in transito in una determinata strada, differenziandoli tra leggeri e pesanti. Questi dati, riportati nel Piano Urbano del Traffico del 2009 ed utilizzati per redigere la prima bozza della mappatura acustica nel 2015, risultano essere insufficienti alla caratterizzazione dell'intera giornata ed inoltre si presentano affetti dagli inevitabili errori che nascono dal conteggio manuale, per di più diviso per categorie, di migliaia di veicoli effettuati da un addetto. La stessa procedura è stata ripetuta recentemente per verificare quanto l'introduzione della Zona a Traffico Limitato avesse modificato il flusso di veicoli. Anche in questo caso, degli addetti muniti di taccuino hanno annotato nel periodo 8:00-9:00 il numero di veicoli in ingresso alla Z.T.L. in alcuni punti di collegamento con il resto del centro urbano.

Per quanto premesso si è deciso di porre in essere una procedura semiautomatizzata di estensione del dato di traffico che a partire dai monitoraggi diretti effettuati con apparecchi contatraffico 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 97 monitoraggi ad altre 104 strade.

Successivamente si è poi deciso di imporre di default dei valori di traffico a tutte le tipologie di strade di minore importanza, 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, 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 e di velocità media a circa 700 tratti.

Il passo seguente ha visto l'estensione del dato di traffico 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 185 triangoli e conseguentemente lo stesso numero di zone ipotizzate a traffico omogeneo. (Figura 28 – La rappresentazione delle zone a traffico omogeneo)

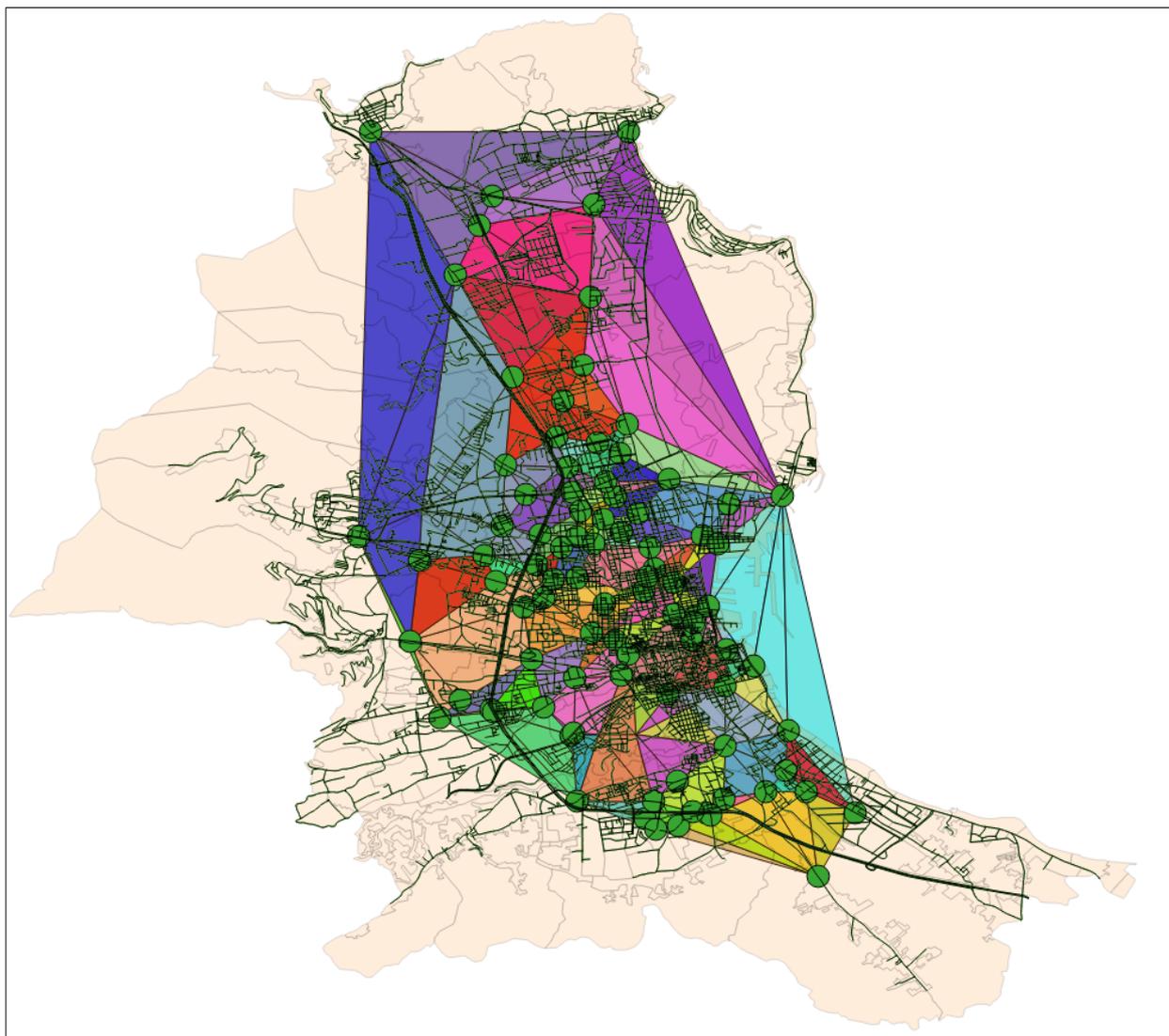


Figura 28– La rappresentazione delle zone a traffico omogeneo

In possesso di queste zone si sono determinati i valori di traffico e delle velocità 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). Nelle immagini che seguono è riportato un esempio di come sono stati determinati i valori di traffico e di velocità per ciascun periodo di riferimento (diurno D, serale S e notturno N) e per ciascuna categoria di veicoli (leggeri L e pesanti P). (Figura 29 – Assegnazione del dato di traffico alla “strada di riferimento”; Figura 30 – Attribuzione del dato di traffico a tutte le strade contenute nella zona omogenea di traffico)

	Via Agostino Catalano		Viale della Regione siciliana-calatafimi		Via Pitrè-camarda		
DIURNO							
media veicoli leggeri/ora	65	317	625		220	218	433
media veicoli pesanti/ora	28	105	125		56	79	118
velocità media veicoli leggeri (km/h)	39,0	33,0	44,2		26,0	28	35,6
velocità media veicoli pesanti (km/h)	37,3	33,8	41,5		25,7	29	34,6
SERALE							
media veicoli leggeri/ora	32	150	624		187	117	333
media veicoli pesanti/ora	0	5	84		46	58	58
velocità media veicoli leggeri (km/h)	44,3	39,8	47,9		26,6	24	39,6
velocità media veicoli pesanti (km/h)	0,0	37,8	42,0		26,8	32	26,7
NOTTURNO							
media veicoli leggeri/ora	26	36	194		67	32	107
media veicoli pesanti/ora	7	12	15		15	16	20
velocità media veicoli leggeri (km/h)	45,0	38,0	52,5		33,8	32	42,3
velocità media veicoli pesanti (km/h)	39,2	39,0	43,1		37,1	34	39,6

Figura 29 – Assegnazione del dato di traffico alla “strada di riferimento”

Nome	Lunghezza	I/Imax	L/h D	P/h D	Vel L	Vel P	L/h S	P/h S	Vel L	Vel P	L/h N	P/h N	Vel L	Vel P
Via Mancinelli	108,9	0,202	88	24	36	35	333	58	40	27	107	20	42	40
Via V. M. Vanzo	108,5	0,201	87	24	36	35	67	12	40	27	22	4	42	40
Via Alfredo Cuscina	159	0,295	128	35	36	35	98	17	40	27	31	6	42	40
Via Gustavo Natale	137,8	0,256	111	30	36	35	85	15	40	27	27	5	42	40
Via Porrazzi	220	0,408	177	48	36	35	136	24	40	27	44	8	42	40
Via Raffaele La Valle	157,5	0,292	127	34	36	35	97	17	40	27	31	6	42	40
Via O. Tiby	58,7	0,109	47	13	36	35	36	6	40	27	12	2	42	40
Via Salvatore Auteri	144,1	0,267	116	32	36	35	89	15	40	27	29	5	42	40
Via S. Agnelli	159,5	0,296	128	35	36	35	99	17	40	27	32	6	42	40
Via Pietro Floridia	155,2	0,288	125	34	36	35	96	17	40	27	31	6	42	40
Via Francesco Baiardi	154,6	0,287	124	34	36	35	96	17	40	27	31	6	42	40
Via Giuseppe Mulè	511,6	0,949	411	112	36	35	316	55	40	27	101	19	42	40
Via Vito Schifani	256,7	0,476	206	56	36	35	159	28	40	27	51	9	42	40
Via G. Marinuzzi	271,7	0,504	219	59	36	35	168	29	40	27	54	10	42	40
Via Rocco Dicillo	351,8	0,653	283	77	36	35	217	38	40	27	70	13	42	40
Via Arnone	70,4	0,131	57	15	36	35	44	8	40	27	14	3	42	40
Via Michele Titone	538,9	1,000	433	118	36	35	333	58	40	27	107	20	42	40
Via A. Zanca	104,6	0,194	84	23	36	35	65	11	40	27	21	4	42	40
Via Francesco Speciale	264,4	0,491	213	58	36	35	163	28	40	27	52	10	42	40
Via Villa Di Napoli	67,4	0,125	54	15	36	35	42	7	40	27	13	2	42	40
Via Giuseppe Arcoleo	306,6	0,569	247	67	36	35	189	33	40	27	61	11	42	40

Figura 30 – Attribuzione del dato di traffico a tutte le strade contenute nella zona omogenea di traffico

La procedura analitica messo in atto ha permesso di determinare i dati di traffico per circa 2320 assi stradali.

Per attribuire i valori anche alle strade che non appartenessero a nessuno dei 185 triangoli di Delaunay creati (quelle più periferiche visibili in Figura 25), si sono presi a riferimento i 10 monitoraggi realizzati nelle zone più periferiche della città, ed 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 330 tratti di scorrimento dei 3563 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.

4.3 Elaborazione della mappatura acustica

Esaurita la fase di preparazione dei dati di input (database) 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. Impostazioni più specifiche sono quelle inerenti il 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 31 – Comandi di calcolo della mappa del rumore)



Figura 31 – Comandi di calcolo della mappa del rumore

In particolare, come indicato nelle note in calce alla formula, per il calcolo del descrittore L_{den} si considera il 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 il rumore stradale, si è utilizzato, in attesa dell'entrata in vigore delle nuove indicazioni previste per il 2018, il modello NMPB 96 emesso nella Guide de Bruit.

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

5. Sintesi dei risultati

La procedura di calcolo ha permesso di ottenere i risultati sia da un punto di vista tabellare che mediante dei grafici ad isolinee. La prima tipologia di visualizzazione è poco pratica e si presta, oltre all'archiviazione dei dati, solo all'individuazione di valori puntuali particolari. Più pratica risulta invece la mappa coropleta ad isovalori di livelli di pressione sonora.

Dal menù esterno di SoundPlan, tramite il tool "Grafici" è possibile definire i 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 ovvero il DGM, ciascuno corredato da propria simbologia e legenda.

Un'altra possibilità è quella di esportare in formato .shp ogni mappa mediante il tool Esporta linee di contorno, ed elaborare successivamente ciascuna mappa su software Gis. Questa procedura è quella messa in atto. L'analisi è stata svolta con l'ausilio di QuantumGis.

Negli shape importati relativi alle mappe del rumore si ha di fatto una progressiva sovrapposizione di aree. Infatti, benché 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. Il file vettoriale è stato reso idoneo al successivo trattamento mediante gli strumenti presenti nel software GIS (geometria e geoprocessing).

5.1 La valutazione della popolazione residente

Una volta ultimata la fase di preparazione dello shape file si è importato in ambiente GIS insieme a quest'ultimo il raster relativo alla densità abitativa per ogni m² di superficie edificata e, sfruttando la sovrapposizione tra i due strati informativi si sono ottenute delle statistiche zonali. In particolare, per ogni fascia ampia 5 dB il software ha permesso di ricavare tre informazioni:

- il numero di pixel dell'edificato che vi ricadevano (in questo caso, poiché i pixel erano di 1m x 1m, l'informazione coincide con quella della superficie di edificato contenuta in ogni fascia);
- la sommatoria dei valori dei pixel ricadenti in ogni fascia (coincidenti di fatto con il numero di abitanti per l'intera fascia);
- un valore di densità media (ab*m²) di ogni fascia.

Raccolti e rielaborati i dati provenienti dalle statistiche zonali è stato poi agevole determinare per le due mappe del rumore L_{den} ed L_{night} come la popolazione fosse distribuita.

Gli abitanti dell'agglomerato urbano di Palermo interessati dalla simulazione sono stati 673.581 (dato ricavato dalla somma dei residenti nelle sezioni censuarie), pari al 100% della popolazione. Come si può notare dalla immagine seguente (Figura 32 – Mappa L_{den} popolazione esposta), per ciò che concerne la mappa del rumore L_{den} , è risultato dall'analisi che circa il 50% della popolazione vive con un livello di pressione sonora inferiore ai 55 dB, mentre oltre il 18% 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.

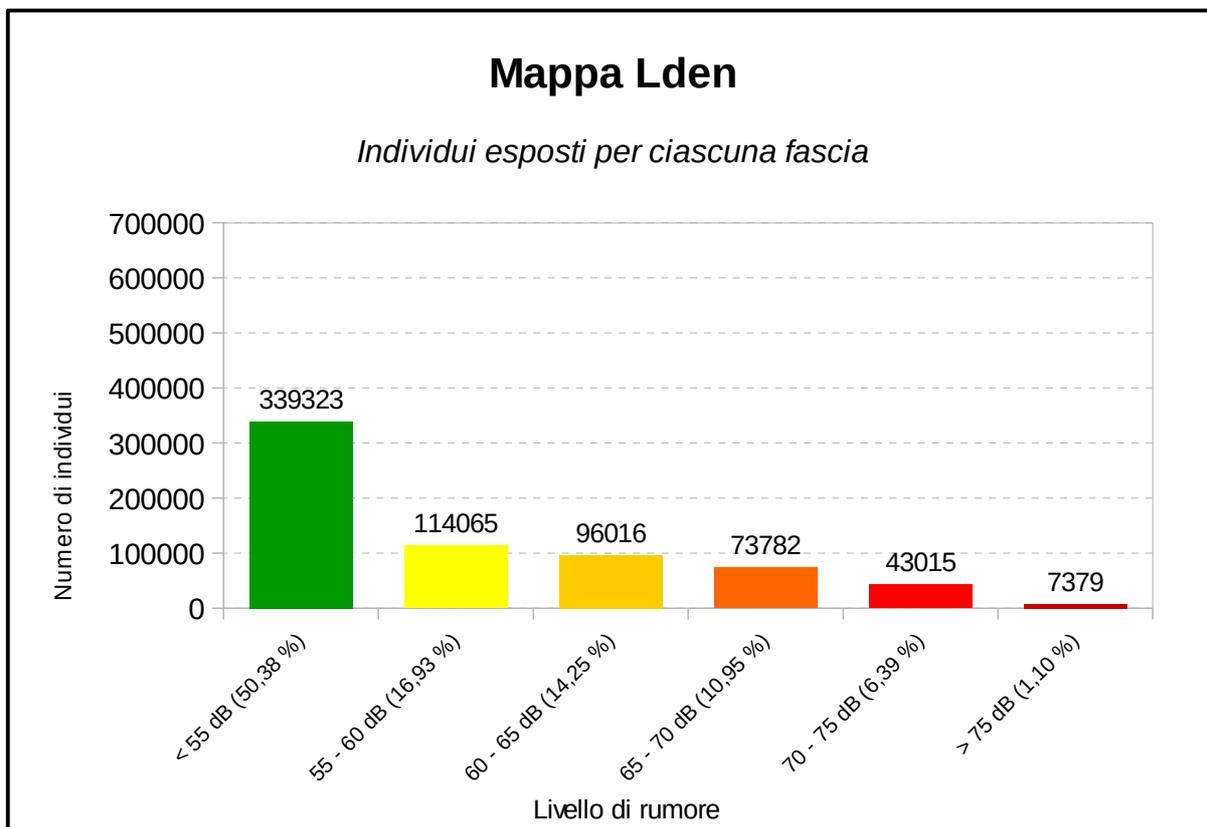


Figura 32 – Mappa Lden_popolazione esposta

Per quanto riguarda invece la mappa L_{night} si può affermare che il 63 % 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 10 % (circa 80.000 abitanti) sia sottoposte nelle ore notturne a valori superiori ai 60 dB. (Figura 33 – Mappa L_{night}_popolazione esposta)

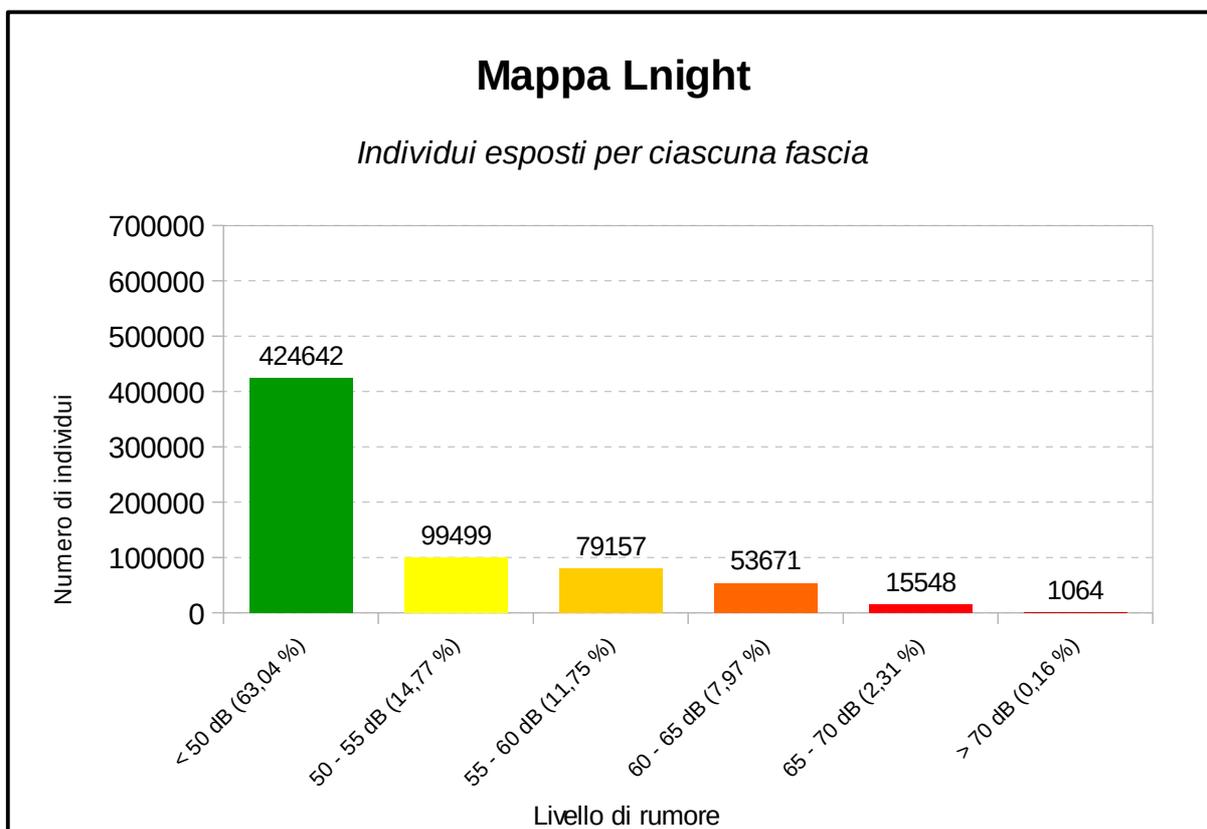


Figura 33 – Mappa Lnight_popolazione esposta

5.2 La valutazione degli obiettivi sensibili

Come richiesto dalla normativa si è 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 e gli shapefile precedentemente vettorializzati relativi rispettivamente alle scuole ed agli ospedali. La valutazione nel caso degli edifici scolastici ha coinvolto soltanto la mappa di rumore L_{den} poiché nessuna scuola risulta essere in attività nelle ore della notte. Invece per le strutture ospedaliere e le case di cura e riposo si è effettuata la stima per entrambi i descrittori.

Per quanto riguarda le scuole è risultato che soltanto il 3% (pari a 23 istituti) ha un valore di rumore nella facciata più esposta inferiore a 55 dB. Le tre fasce che racchiudono i valori dai 60 ai 75 dB raggruppano pressoché con una divisione omogenea circa l'80% delle strutture. E vi sono circa 90 edifici nei quali il livello di pressione sonora massimo è addirittura superiore ai 75 dB in facciata. (Figura 34 – Mappa L_{den} edifici scolastici)

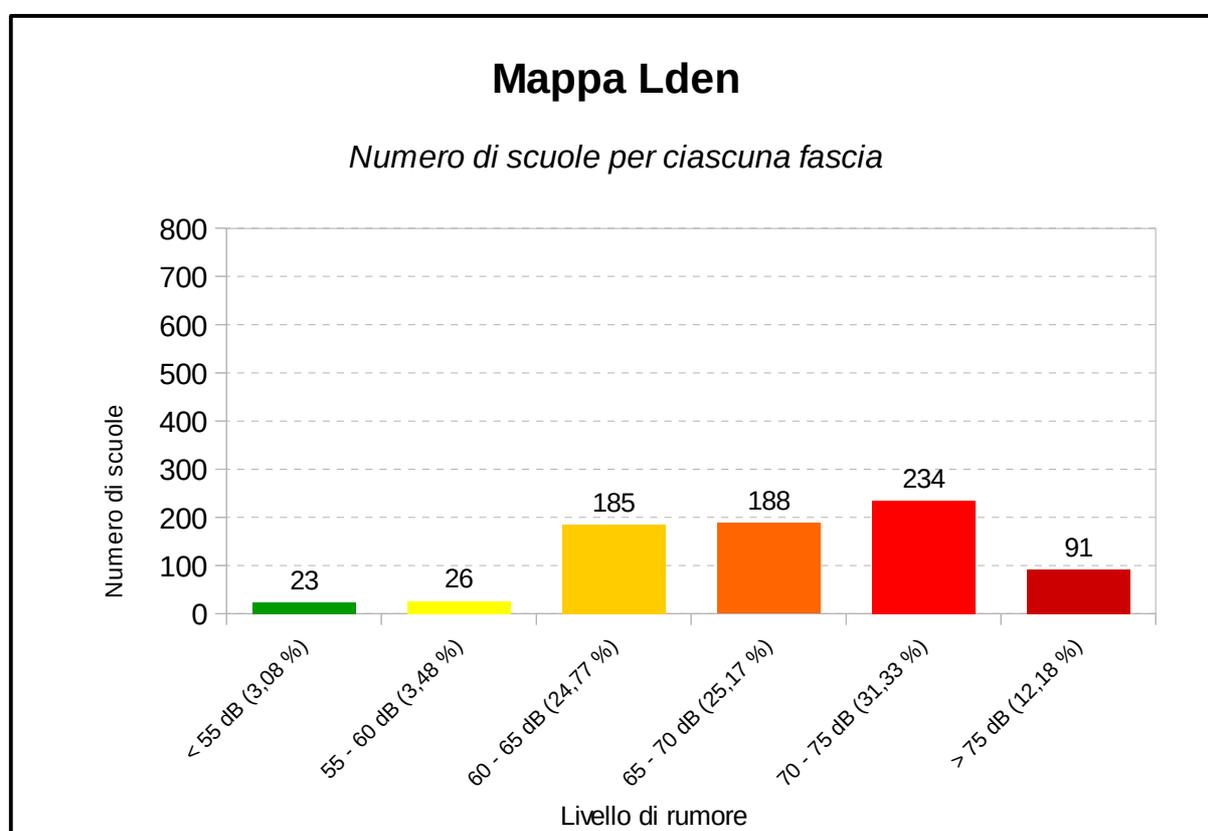


Figura 34 – Mappa L_{den} edifici scolastici

Per ciò che concerne le strutture ospedaliere, l'analisi della mappa giornaliera L_{den} ha restituito una collocazione di oltre la metà degli edifici nella fascia con livello di rumore inferiore ai 55 dB. Si riscontrano tuttavia 27 edifici (pari a circa il 18%) che si stima abbiano nella facciata più esposta valori superiori ai 70 dB nell'arco dell'intera giornata. (Figura 35 – Mappa L_{den} strutture ospedaliere)

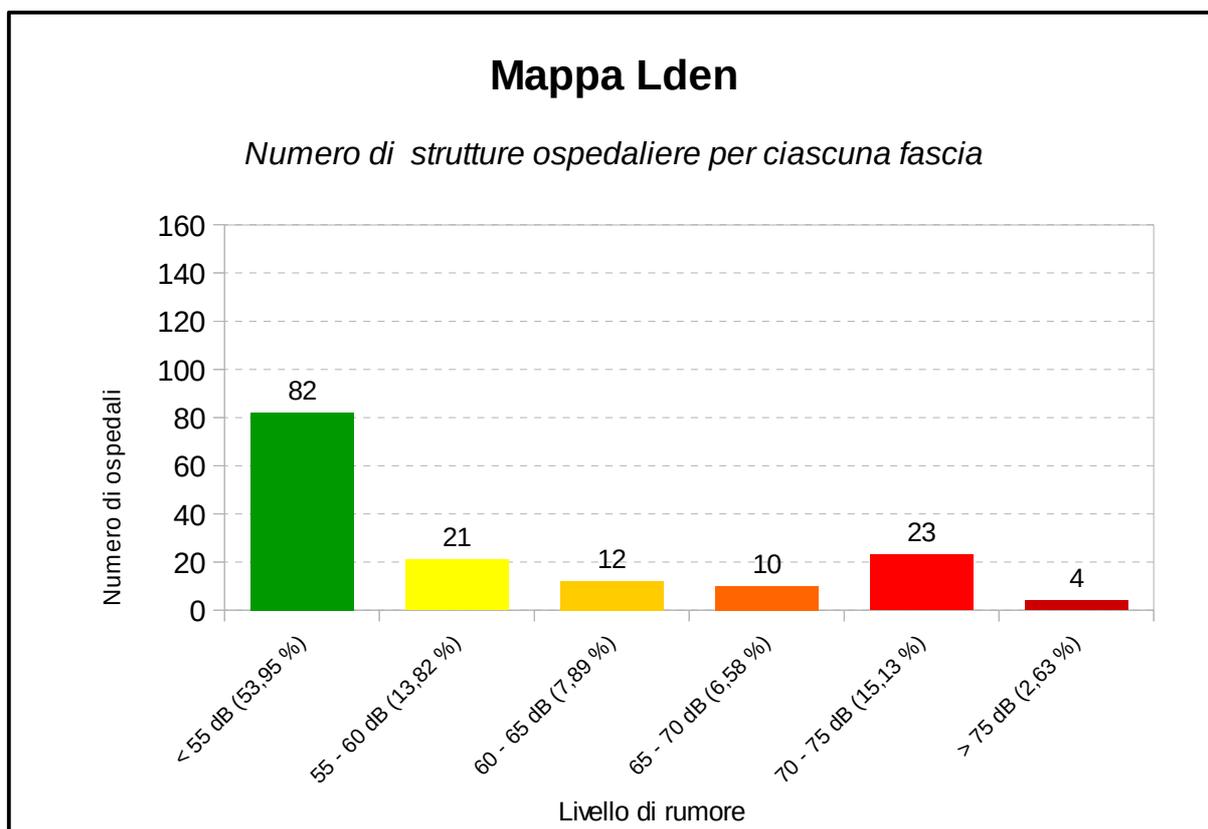


Figura 35 – Mappa Lden_strutture ospedaliere

La stima sulla mappa del rumore notturno L_{night} ha restituito che oltre il 60% degli edifici ospedalieri è interessato da livelli inferiori ai 50 dB. Le quattro fasce intermedie sono popolate senza grandi differenze da poco meno del 40 %. Vi sono infine 2 edifici che rientrano nella fascia più gravosa, ovvero con valori superiori ai 70 dB. (Figura 36 – Mappa L_{night} _strutture ospedaliere)

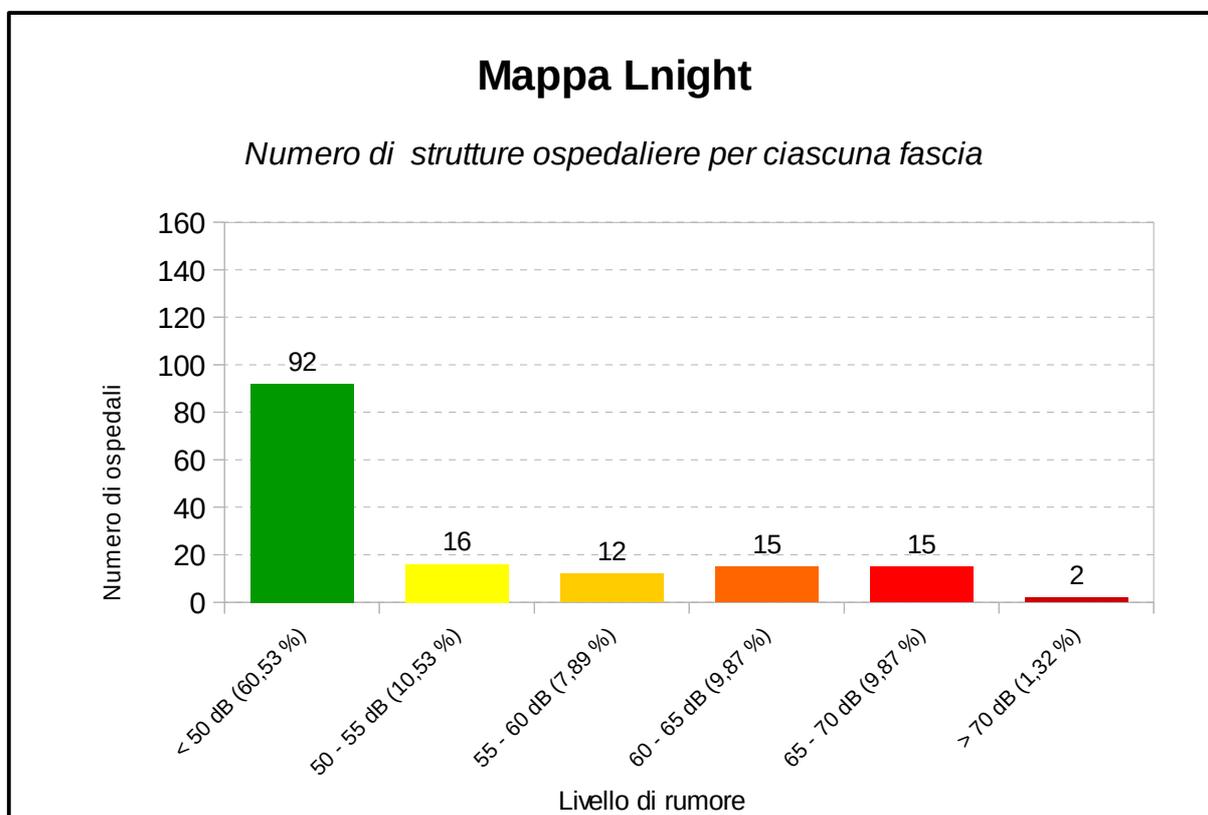


Figura 36– Mappa Lnight_strutture ospedaliere

5.3 La validazione del modello

Anche al fine di validare la bontà del modello di simulazione del traffico veicolare, sono stati realizzati e sono attualmente in corso dei monitoraggi del rumore in alcuni punti del centro urbano di Palermo. Questi monitoraggi sono condotti mediante centralina fonometrica su apparecchiatura mobile in dotazione ad Arpa Sicilia (Figura 37 – Centralina mobile del rumore su carrello).



Figura 37 – Centralina mobile del rumore su carrello

I monitoraggi sono realizzati, previa autorizzazione del Comune di Palermo e delle strutture ospitanti, in alcune tra le aree critiche nelle quali si ha già contezza della presenza di elevati livelli di rumore ed in alcuni obiettivi sensibili tra quelli censiti. Tali monitoraggi hanno una durata di diverse settimane per avere una elevata significatività della misura e tener conto di eventuali situazioni temporanee particolari che possono manifestarsi. I dati di rumore misurati sono stati validati attraverso il confronto temporale con i dati meteo regionali.

I primi monitoraggi della campagna 2017 ad essere realizzati sono stati in Via Francesco Crispi, scelto per la presenza dell'area portuale e per l'intenso traffico veicolare, ed all'interno dell'area di pertinenza dell'Ospedale Civico (Via Tricomi).

Il rilievo nell'area portuale è stato condotto all'interno di un parcheggio nel periodo dal 3 Agosto al 12 ottobre 2017 (Figura 38 – Il monitoraggio all'interno dell'area portuale).



Figura 38 – Il monitoraggio all'interno dell'area portuale

Come si può notare dall'immagine seguente (Figura 39 – La storia temporale del rumore nell'area portuale monitorata), il livello di rumore presenta il tipico andamento giorno notte.

Il livello di rumore L_{den} è risultato pari a circa 68 dB, e di 66 dB nel periodo notturno L_{night} .

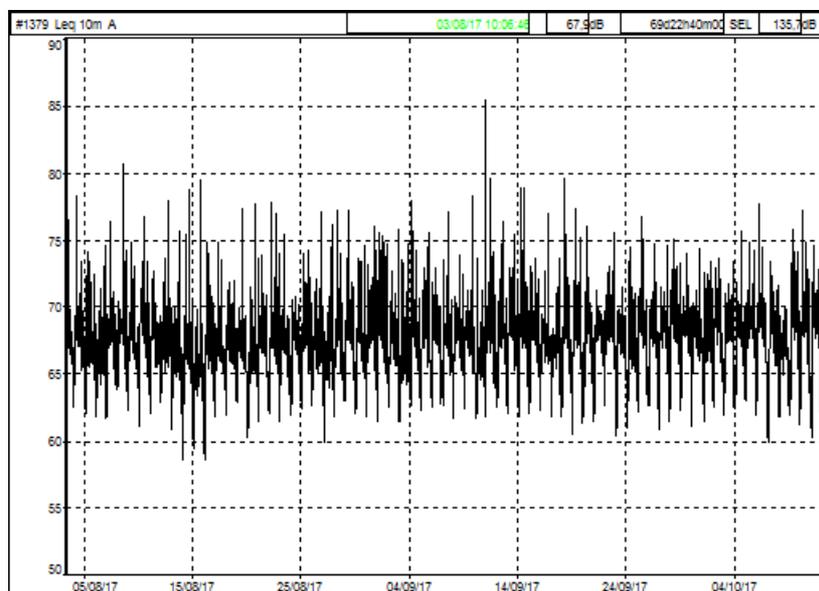


Figura 39 – La storia temporale del rumore nell'area portuale monitorata

Dal confronto tra questi valori e quelli generati nel modello di simulazione emerge una buona corrispondenza, infatti il punto nel quale è stato effettuato il monitoraggio ricade sia nella mappa L_{den} che nella mappa L_{night} nella fascia di rumore $65 > 70$ dB.

Il secondo monitoraggio effettuato è stato realizzato nel parcheggio adiacente alla struttura ospedaliera “Civico Di Cristina Benfratelli” (Figura 40 - Il monitoraggio all'interno dell'area dell'ospedale).



Figura 40 – Il monitoraggio all'interno dell'area dell'ospedale

L'analisi dei livelli di pressione sonora rilevati nel periodo dal 4 Agosto al 24 Ottobre (Figura 41 – La storia temporale del rumore nell'area interna all'ospedale) ha restituito un livello giornaliero L_{den} pari a 66,7 dB ed un valore notturno L_{night} di 60,1 dB. Nel modello di simulazione lo stesso punto ricadeva al centro della fascia 65-70 dB per ciò che concerne il livello giornaliero, ed al confine inferiore della fascia 60-65 dB nella mappa dei livelli notturni, evidenziando anche in questo secondo monitoraggio una ottimo accordo tra il modello ed i valori di rumore reali.

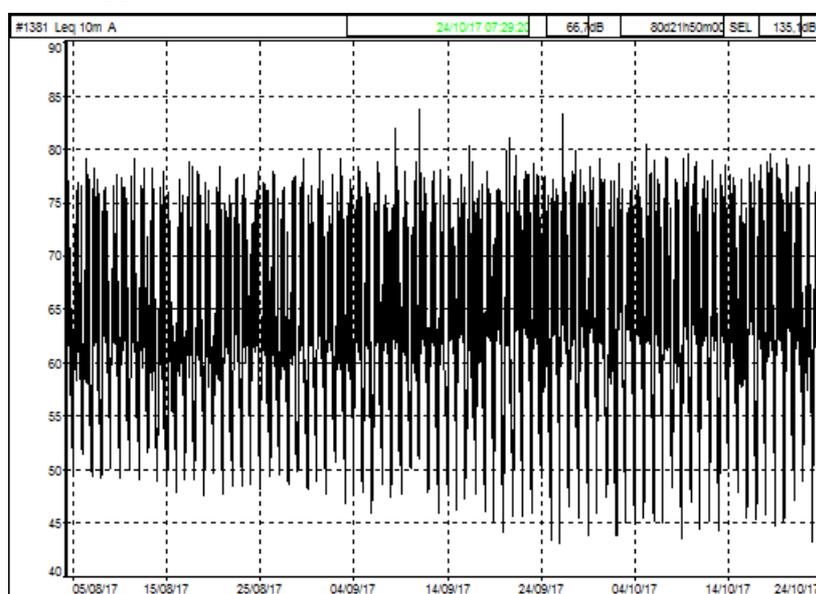


Figura 41 – La storia temporale del rumore nell'area interna all'ospedale

Nel corso dell'ultimo triennio sono stati realizzati altri monitoraggi del rumore di lungo periodo. Tra questi alcuni sono stati realizzati con delle centraline trasportabili in corrispondenza dei primi piani degli edifici e quindi coincidenti con i 4 metri di quota ad i quali viene effettuata la mappatura. Come è possibile evincere nella tabella sotto, anche in questo confronto tra i dati

misurati e quelli ottenuti dalla simulazione vi è una buona corrispondenza, indice di una corretta assunzione nei dati di input al modello (Tabella 4 – Il confronto tra i monitoraggi di rumore e le mappe acustiche).

Sito	L _{den}		L _{night}	
	Monitoraggio	Simulazione	Monitoraggio	Simulazione
Via Boris Giuliano (ex Viale Piemonte)	66,5 dB	65 – 70 dB	61,2 dB	55 – 60 dB
Viale R. Siciliana (altezza Via Sardegna)	77,5 dB	75 - 80 dB	70 dB	65 - 70 dB
Via Imperatore Federico 8	71,3 dB	65 - 70 dB	65,8 dB	60 - 65 dB
Via dei Quartieri 21	64,8 dB	60 – 65 dB	52,6 dB	50 – 55 dB

Tabella 4 – Il confronto tra i monitoraggi del rumore e le mappe acustiche

In 5 casi sugli 8 analizzati il dato misurato ricade perfettamente all'interno delle fasce determinate dal modello, mentre negli altri 3 casi si ha una sottostima del modello di circa 1 dB rispetto ai valori ottenuti dai monitoraggi. Questa leggera discordanza è da associare alla circostanza che il monitoraggio coinvolge tutti i rumori presenti nei siti, quindi non esclusivamente imputabili al traffico veicolare.

Sono attualmente in corso le campagne di misura in Via Strasburgo (sede RAI) ed in Via Alcide De Gasperi (sede di Poste Italiane).

Ulteriori campagne verranno realizzate nell'ambito dell'aggiornamento quinquennale della mappatura.

6. Il problema “movida”

Con il termine movida si intende una situazione in cui si ha un’importante concentrazione di pubblici esercizi e/o circoli privati in una determinata zona urbana che diventa luogo di ritrovo e di sosta delle persone all’interno e in prossimità dei numerosi locali durante le ore notturne.

L’aggregazione di un così consistente numero di persone genera spesso proteste da parte dei residenti per il rumore prodotto sia dagli impianti di amplificazione sonora dei locali sia dagli schiamazzi degli avventori dei locali. Si tratta di un problema spesso connesso alla promiscuità delle destinazioni d’uso degli edifici, in quanto si assiste in prevalenza a una funzione d’uso commerciale per gli ambienti posti al piano terra e alla funzione residenziale per le sovrastanti unità immobiliari.

Pur non esistendo una specifica indicazione sulla mappatura dei rumori provenienti da questi contesti, è lecito collocare tale fonte di rumore tra quelle previste nella Direttiva 2002/49/CE al punto 8 dell’allegato IV. (“...Possono essere aggiunte mappe relative ad altre fonti di rumore”.)

A Palermo, come in altre aree urbane del nostro paese, i disagi dovuti al problema movida sono molto diffusi. Le segnalazioni che riguardano gli intrattenimenti musicali ad alto volume sono a volte del tutto slegate dalle segnalazioni di disagio acustico per l’assembramento di numerosi giovani sull’area pubblica. Tuttavia sia ha spesso concomitanza di entrambe le situazioni, determinando conflittualità con i residenti. Come si può notare nell’immagine che segue c’è stata nel corso degli anni una diffusione progressiva delle “zone movida” che a partire dal cuore del centro storico della città hanno via via coinvolto anche le zone limitrofe, estendendosi anche in aree che negli anni passati vantavano notevole pregio residenziale come Via Isidoro La Lumia. (Figura 42 – La mappa della movida palermitana (fonte “La Repubblica sez. Palermo”) 18/10/17)



Figura 42 – La mappa della movida palermitana (fonte “La Repubblica Sez. Palermo” 18/10/17)

Tra le zone maggiormente interessate dal problema si annoverano Via Chiavettieri, Piazza Garraffaello e la già citata Via Isidoro La Lumia. Proprio in queste strade sono stati effettuati da ARPA dei monitoraggi del rumore su lungo periodo.

L’analisi dei livelli di rumore notturni ha restituito dei valori in facciata di 70 dB per Via La Lumia

e Piazza Garraffaello e di 74 dB per la Via Chiavettieri.

Questi livelli, come è possibile vedere nella immagine seguente (Figura 43 – Aree di influenza della movida), coinvolgono diversi edifici residenziali.

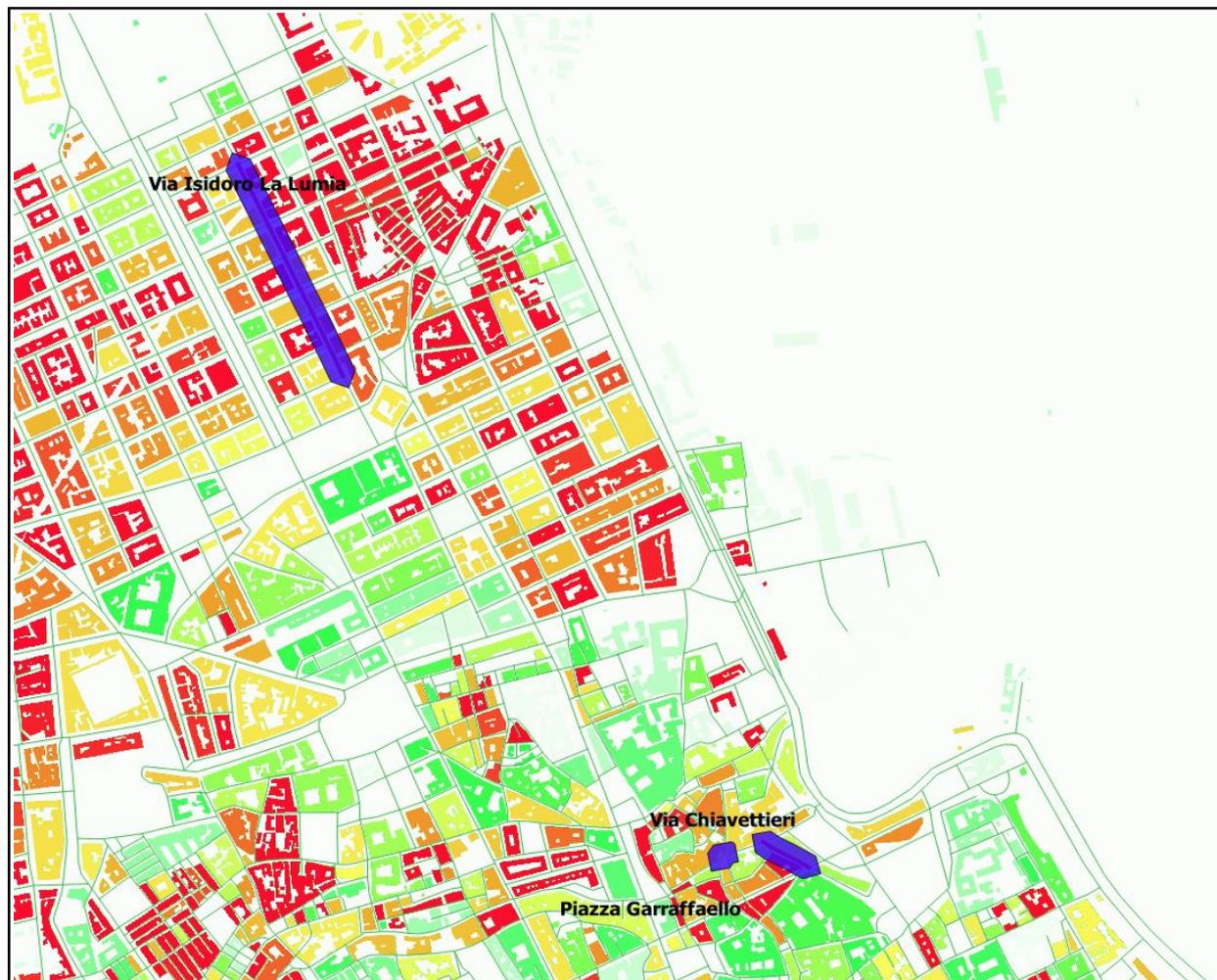


Figura 43 – Aree di influenza della movida

Dal confronto tra le aree di influenza ed il dato di distribuzione spaziale della popolazione è emerso che per le tre strade in esame sono oltre 600 gli individui sottoposti ad un livello di pressione sonora nel periodo notturno di almeno 70 dB in facciata ad una altezza di 4 metri (Tabella 5 – Popolazione esposta L_{night} movida).

Periodo di riferimento	Strada	Livello (dB)	Popolazione esposta
L_{night}	Via Isidoro La Lumia	≥ 70	474
	Via Chiavettieri		120
	Piazza Garraffaello		39

Tabella 5 – Popolazione esposta L_{night} movida

La campagna di monitoraggio del rumore nella altre zone della movida è tra le attività in programma della Struttura Territoriale di Palermo di ARPA Sicilia, al fine di completare nei prossimi aggiornamenti la mappatura acustica della città anche relativamente a questa specifica sorgente. Proprio in riferimento alle rilevazioni fonometriche è necessario precisare che la peculiarità della situazione indagata non è finalizzata a stabilire singole responsabilità dei gestori in merito alle immissioni sonore prodotte; piuttosto, lo scopo dei monitoraggi effettuati è di fornire all'Autorità competente indicazioni sui livelli di pressione sonora in facciata agli edifici, per definire l'entità del problema sia sotto il profilo della tutela ambientale, in riferimento ai valori limite definiti dalla classificazione acustica comunale, sia in termini di esposizione al rumore della popolazione residente.

7. Conclusioni

Le simulazioni effettuate con il software dedicato SoundPlan 7.4 hanno evidenziato un clima acustico dovuto al traffico veicolare nell'agglomerato urbano di Palermo in accordo con le attese. (Tabella 6 - Dati di sintesi di popolazione, edifici e recettori sensibili esposti ai livelli L_{den} e L_{night})

Livelli di pressione sonora superiori agli 80 dB non sono stati una eccezione nelle mappe giornaliere (L_{den}), così come molto frequenti sono stati i superamenti dei limiti della tollerabilità nelle ore della notte (L_{night}).

Lo studio sulla popolazione coinvolta nelle varie fasce di rumore ha mostrato, 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: circa 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 18% (pari a circa 124.000 abitanti) è costretto a subire un valore di pressione sonora maggiore di 65 dB.

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 22 % della popolazione è interessato da livelli superiori ai 55 dB e, cosa ancora più preoccupante, circa il 3% 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 quasi la totalità delle strutture (97%) è interessato da livelli di rumore L_{den} superiori ai 55 dB nella facciata più esposta. Si presentano inoltre 325 situazioni (pari al 44% del totale) nelle quali il livello è pari o superiore ai 70 dB.

Un risultato più virtuoso è quello inerente gli ospedali, le case di cura e quelle di riposo. Dei 152 edifici censiti, circa il 54% evidenzia un livello inferiore ai 55 dB nell'arco delle 24 ore, mentre si riduce a meno del 18% la percentuale di quelli con livelli superiori ai 70 dB. I livelli subiscono una notevole attenuazione nelle ore notturne: si riscontrano oltre il 70% degli edifici nelle fasce inferiori ai 55 dB e permangono soltanto due unità nelle quali i valori sono maggiori di 70 dB.

Periodo di riferimento	Livello (dB)	Popolazione esposta	Area edifici abitativi (m ²)	Scuole	Ospedali
Intervalli L_{den}	55 - 59	114.065	2.942.211	26	21
	60 - 64	96.016	2.511.699	185	12
	65 - 69	73.782	1.896.282	188	10
	70 - 74	43.015	1.173.805	234	23
	> 75	7.379	219.126	91	4
Intervalli L_{night}	50 - 54	99.499	2.626.534	/	16
	55 - 59	79.157	2.075.457	/	12
	60 - 64	53.671	1.393.818	/	15
	65 - 69	15.548	473.403	/	15
	> 70	1.064	34.550	/	2

Tabella 6 - Dati di sintesi di popolazione, edifici e recettori sensibili esposti ai livelli L_{den} e L_{night}

8. Materiale trasmesso

Per la compilazione del report sono state utilizzate le indicazioni contenute nel “Reporting Mechanism proposed for reporting under Environmental Noise Directive 2002/49/EC Handbook (including Data Specification)” redatto dalla Commissione Europea e le Specifiche tecniche per la predisposizione e la consegna della documentazione digitale relativa alle mappature acustiche e mappe acustiche strategiche redatte dal Ministero dell’Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare nel 2017.

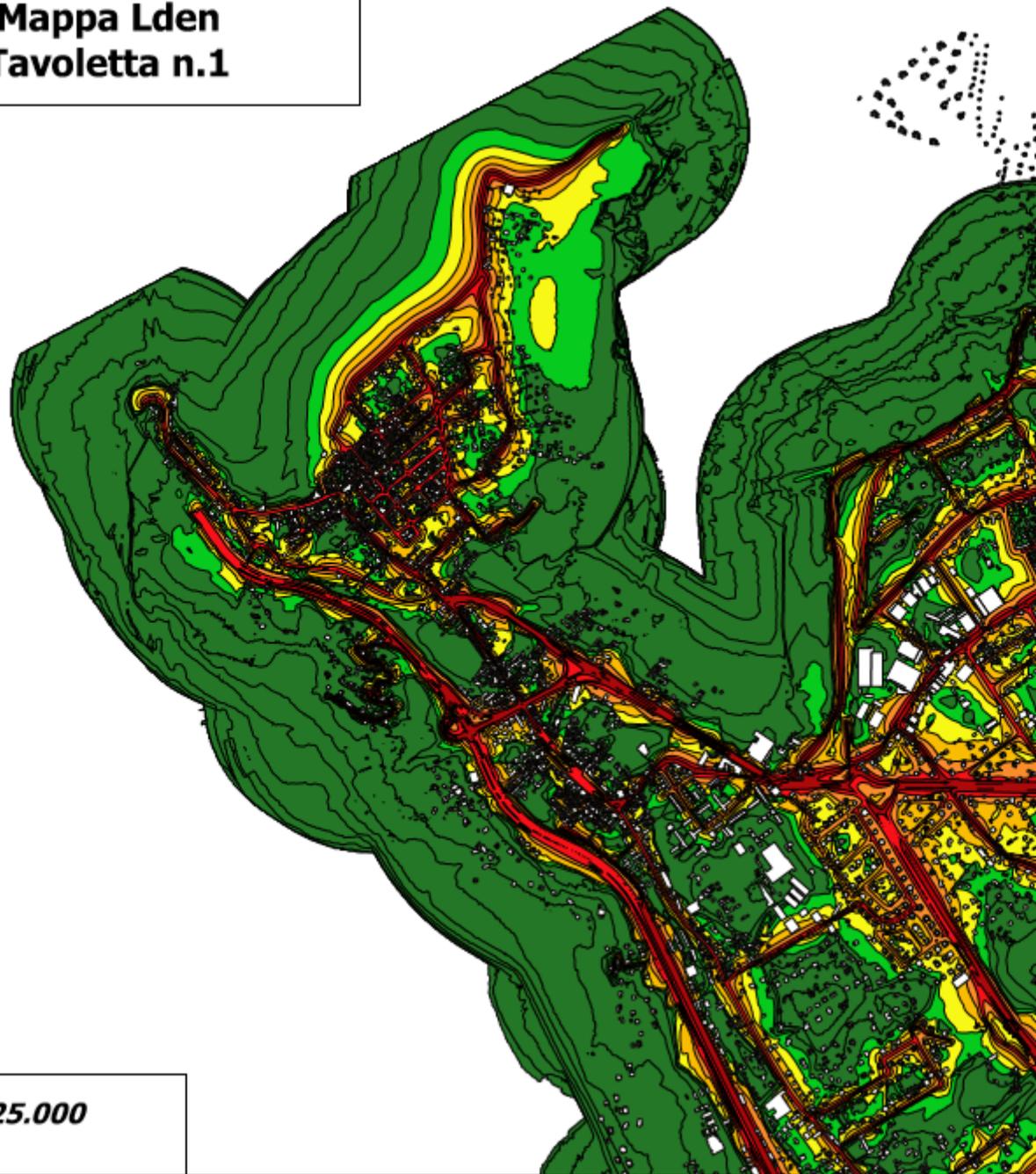
L’unique agglomeration ID attribuito all’agglomerato di Palermo dal Ministero dell’Ambiente utilizzato nei Dataflow è IT_a_ag00008.

8.1 Allegato A – Tavole

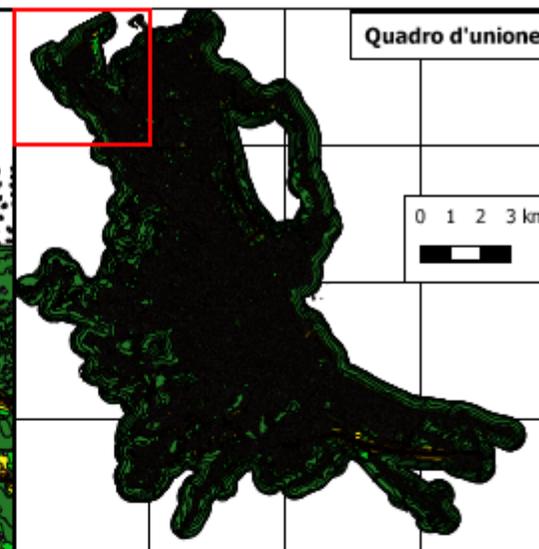
Le mappe di L_{den} ed L_{night} sono state realizzate alla scala 1:25.000 in n° 14 tavolette di formato A4 per ogni livello, collegabili facilmente tra loro a mezzo di opportuno quadro di unione, come appresso elencate:

- Mappa L_{den} Tavoletta n.1;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.2;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.3;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.4;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.5;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.6;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.7;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.8;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.9;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.10;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.11;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.12;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.13;
- Mappa L_{den} Tavoletta n.14;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.1;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.2;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.3;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.4;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.5;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.6;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.7;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.8;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.9;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.10;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.11;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.12;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.13;
- Mappa L_{night} Tavoletta n.14;

Mappa Lden Tavoletta n.1



1:25.000



Quadro d'unione

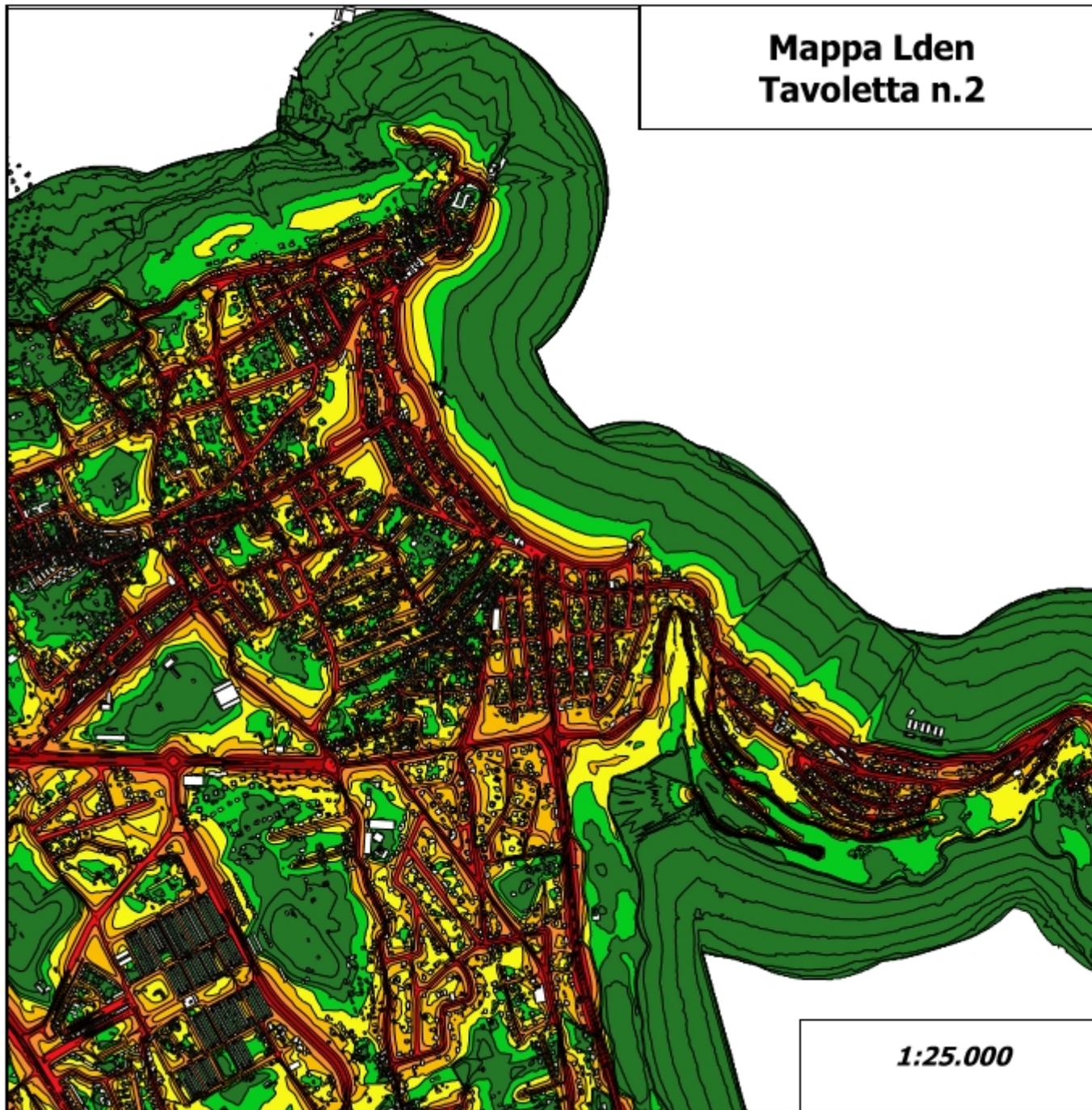
0 1 2 3 km

Legenda

Mappa Lden (dB)

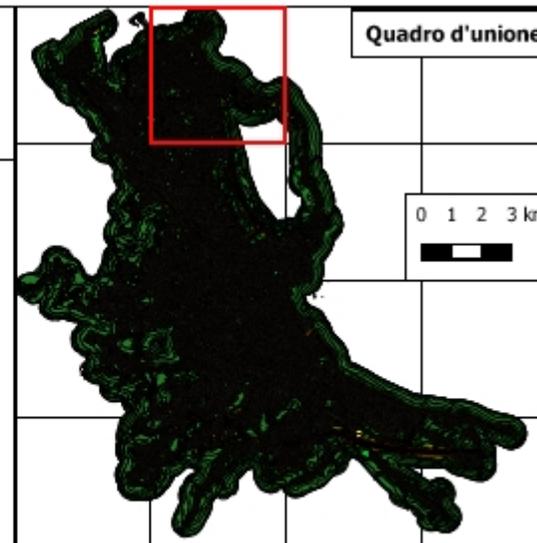
	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato

Mappa Lden Tavoletta n.2



1:25.000

Quadro d'unione

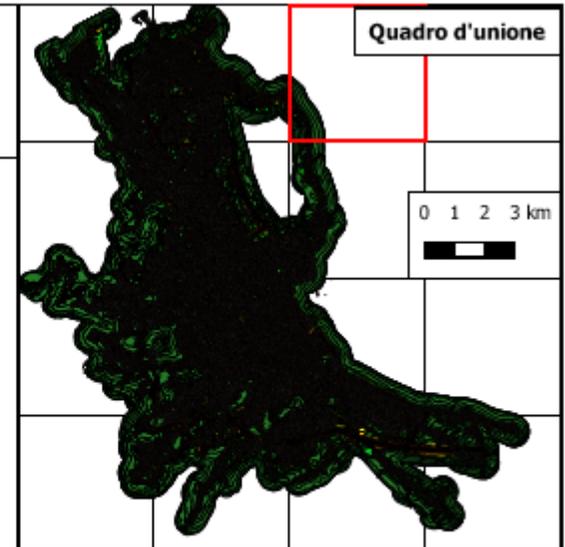


Legenda

Mappa Lden (dB)

	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato

Mappa Lden Tavoletta n.3

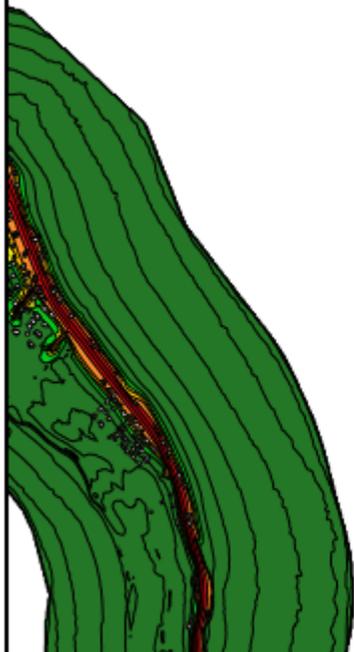


Legenda

Mappa Lden (dB)

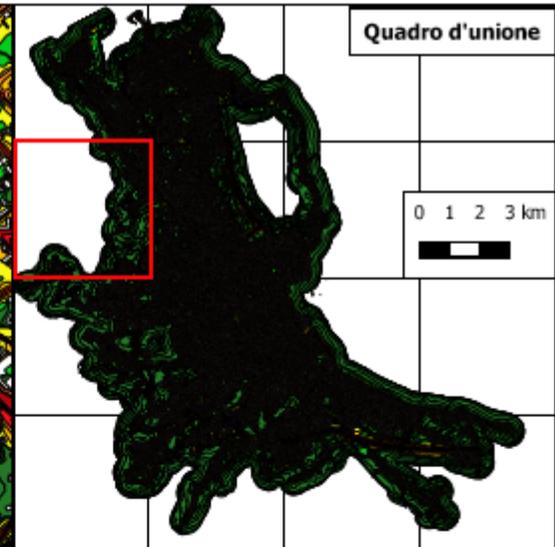
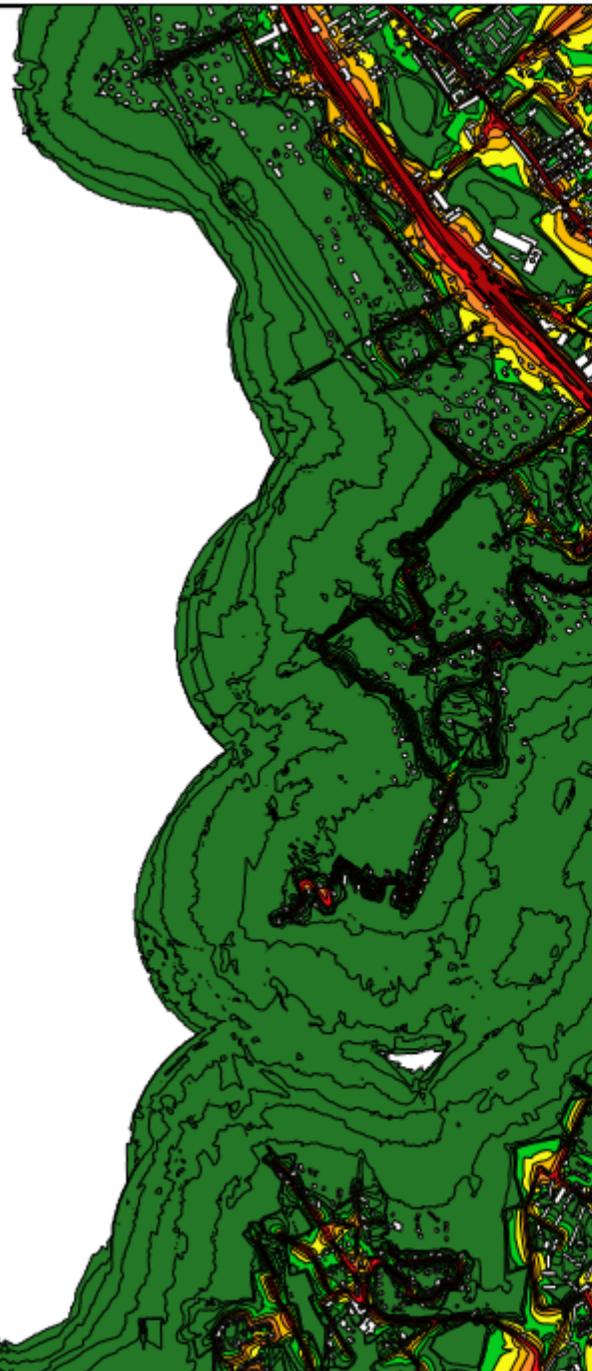
	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato

1:25.000



Mappa Lden Tavoletta n.4

1:25.000



Legenda

Mappa Lden (dB)

	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato

Mappa Lden Tavoletta n.5

1:25.000

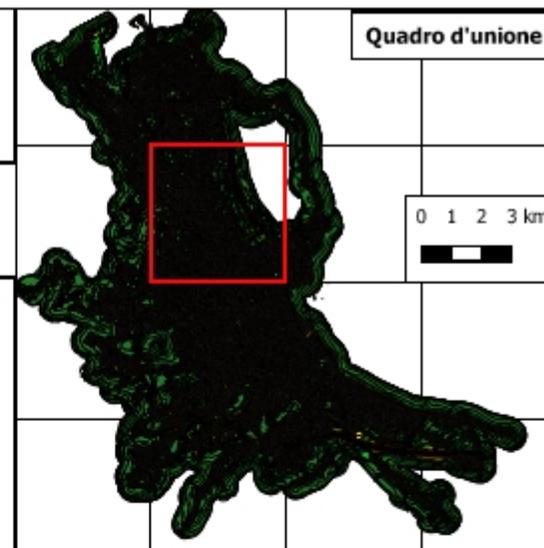
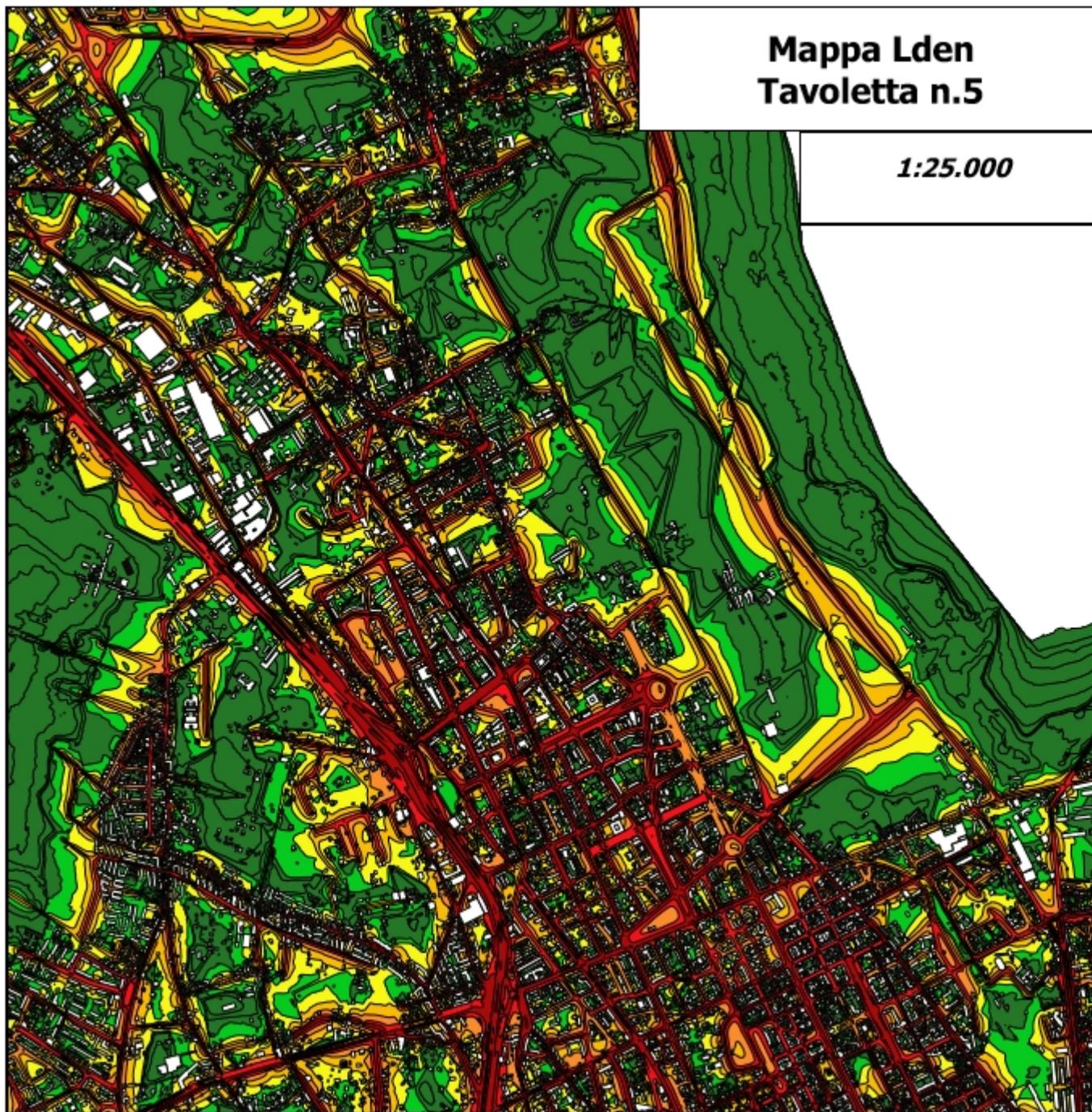
Quadro d'unione

0 1 2 3 km

Legenda

Mappa Lden (dB)

	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato

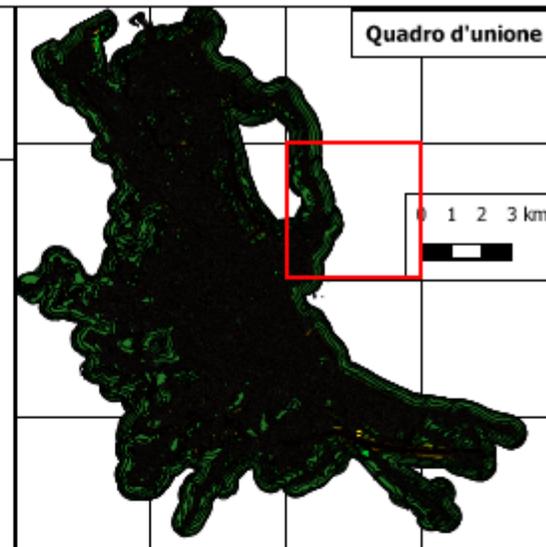


Mappa Lden Tavoletta n.6



1:25.000

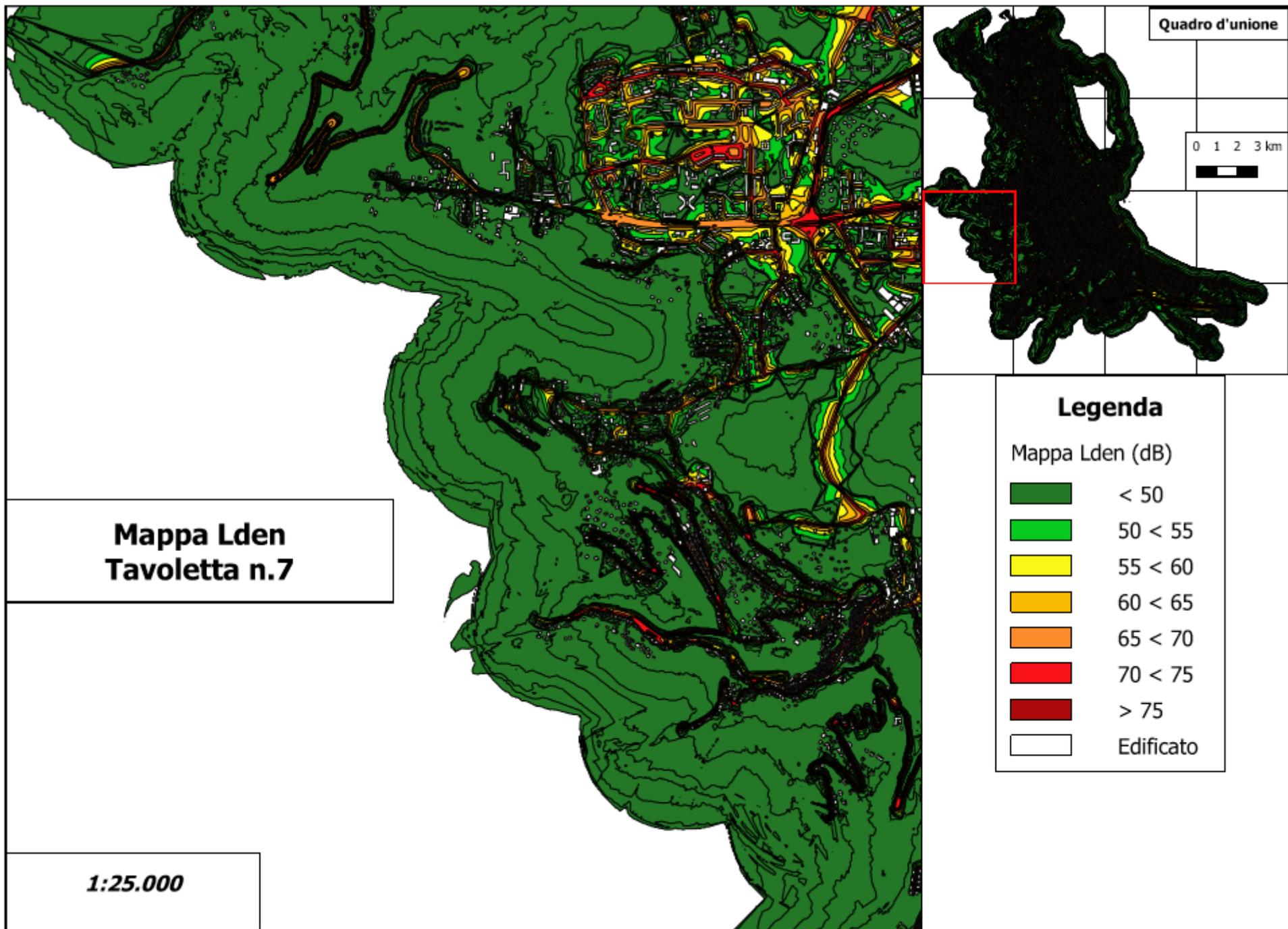
Quadro d'unione



Legenda

Mappa Lden (dB)

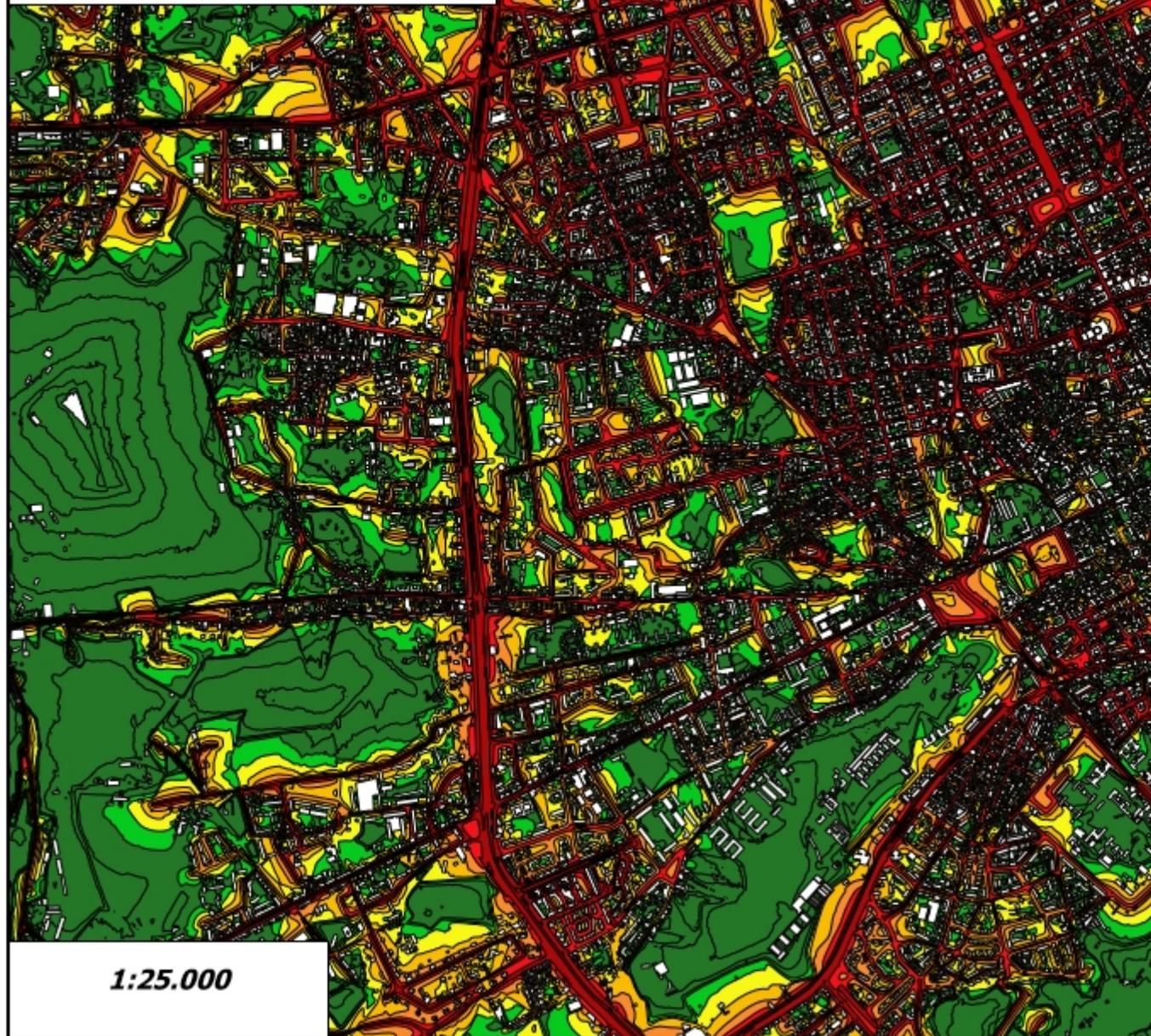
	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato



**Mappa Lden
Tavoletta n.7**

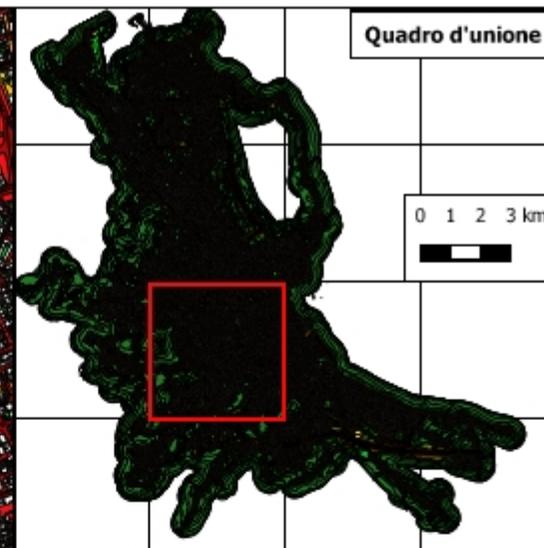
1:25.000

Mappa Lden Tavoletta n.8



1:25.000

Quadro d'unione

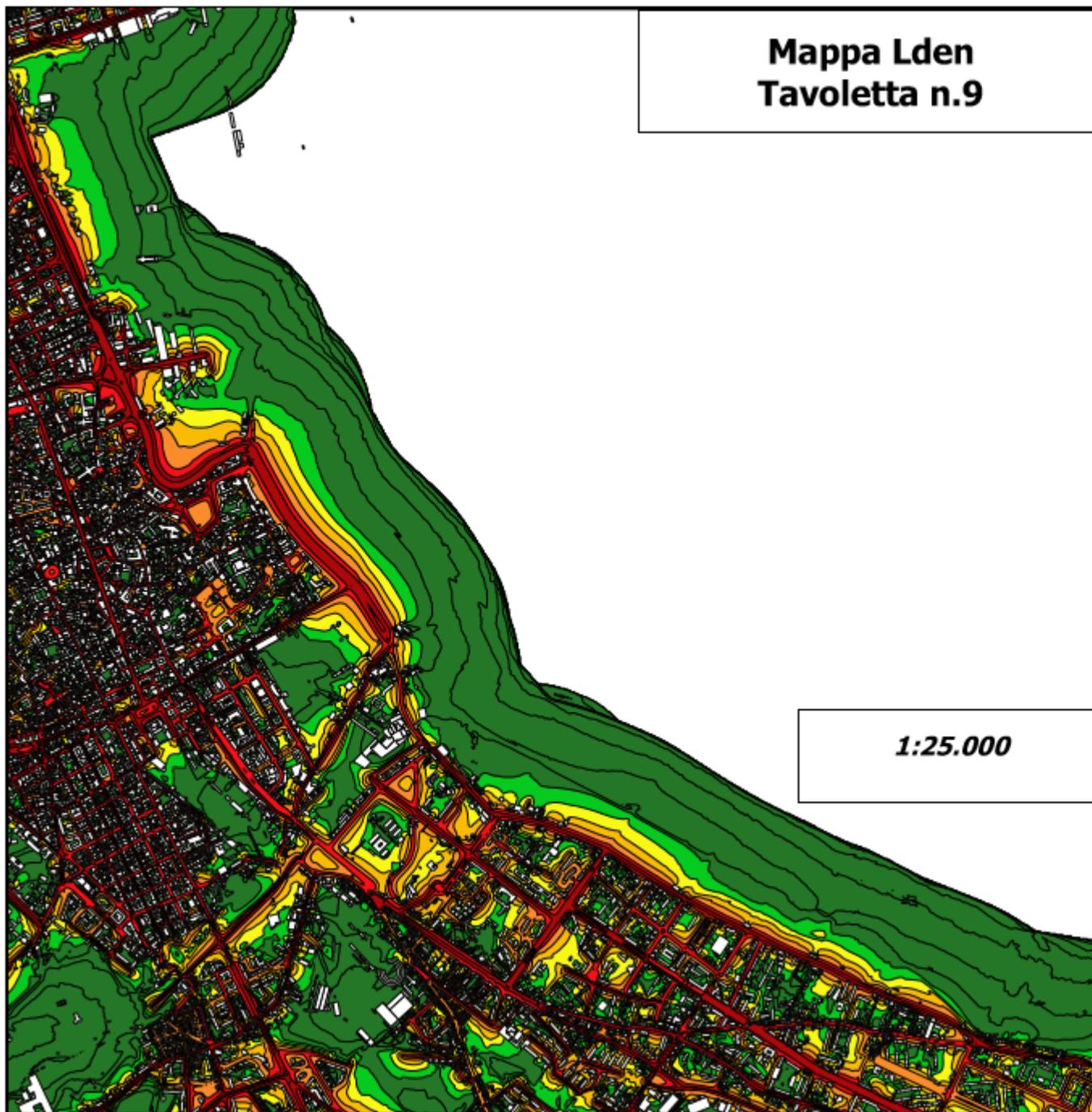


Legenda

Mappa Lden (dB)

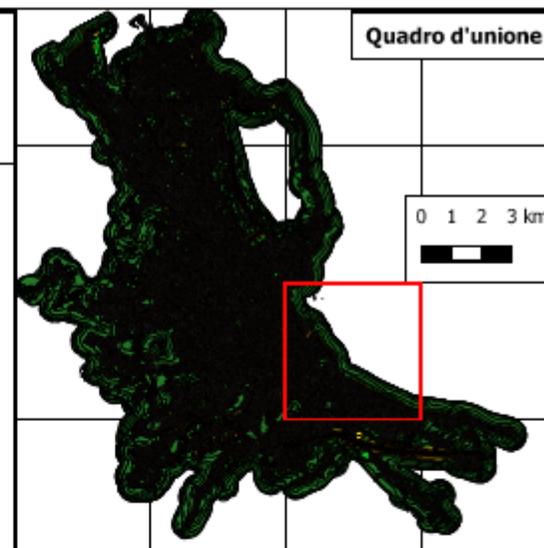
	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato

Mappa Lden Tavoletta n.9



1:25.000

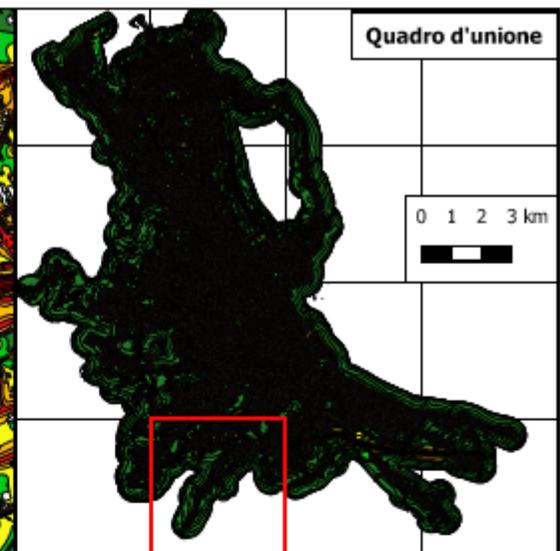
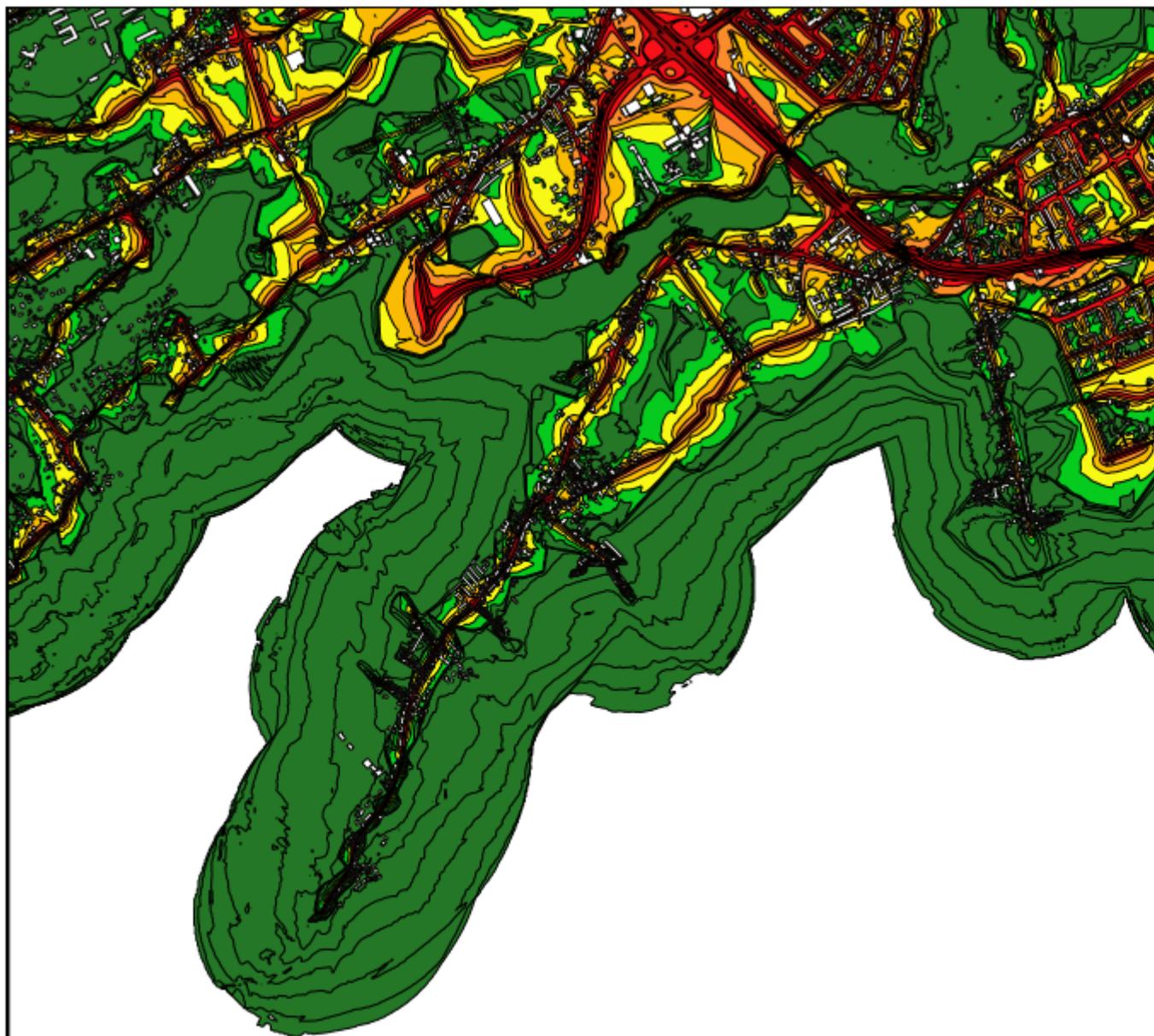
Quadro d'unione



Legenda

Mappa Lden (dB)

	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato



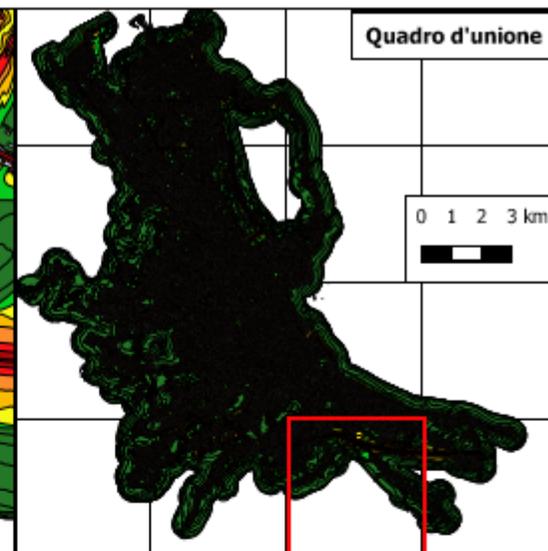
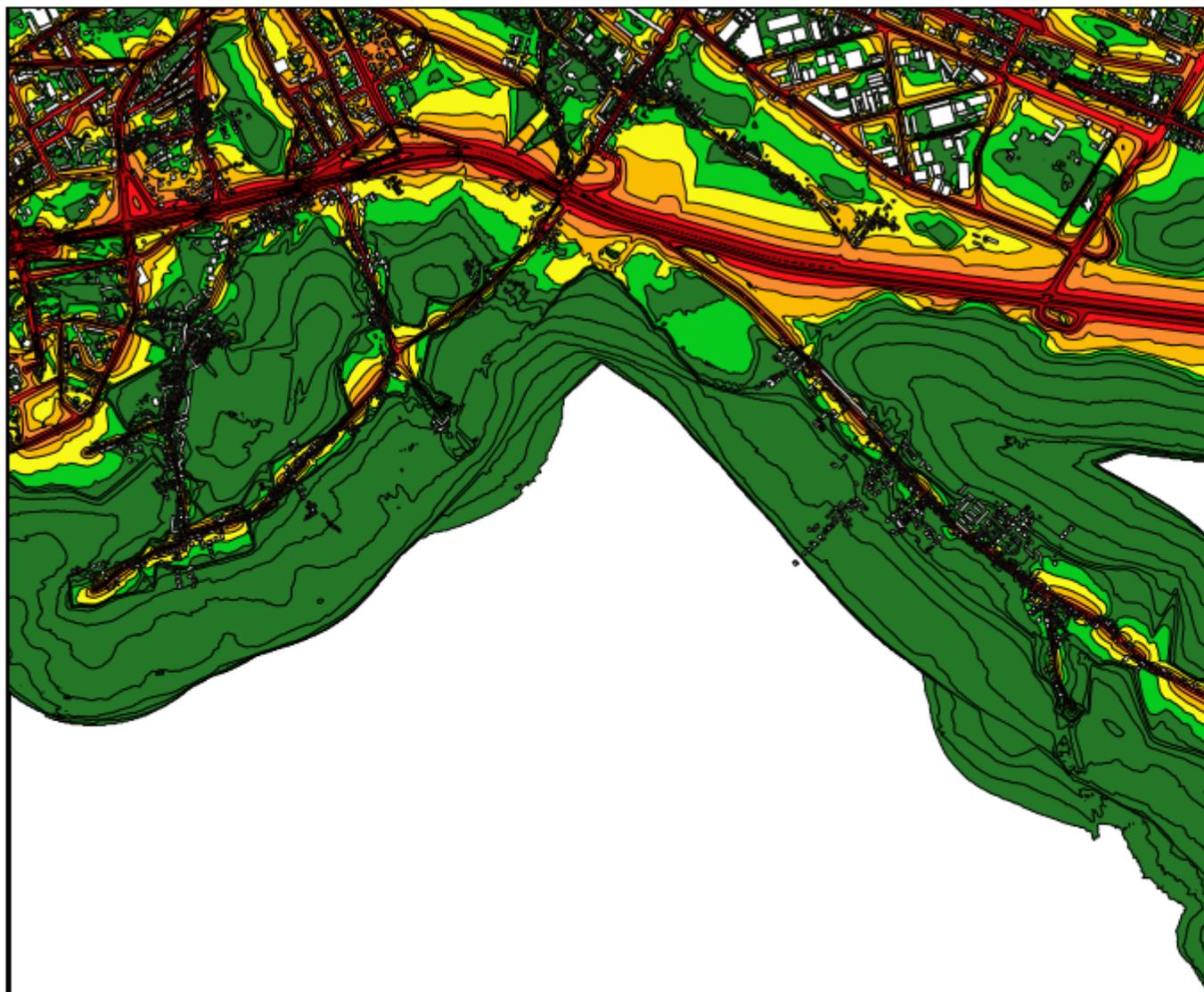
Legenda

Mappa Lden (dB)

- | | |
|---|-----------|
|  | < 50 |
|  | 50 < 55 |
|  | 55 < 60 |
|  | 60 < 65 |
|  | 65 < 70 |
|  | 70 < 75 |
|  | > 75 |
|  | Edificato |

**Mappa Lden
Tavoletta n.12**

1:25.000



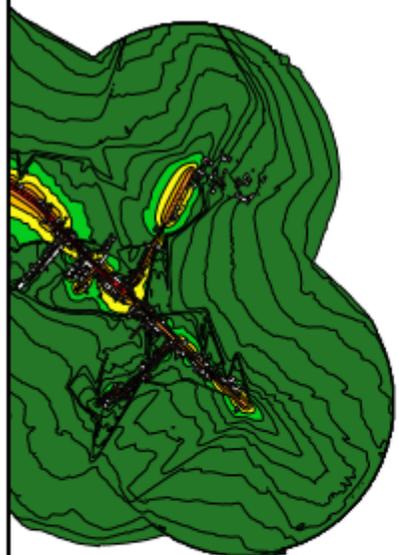
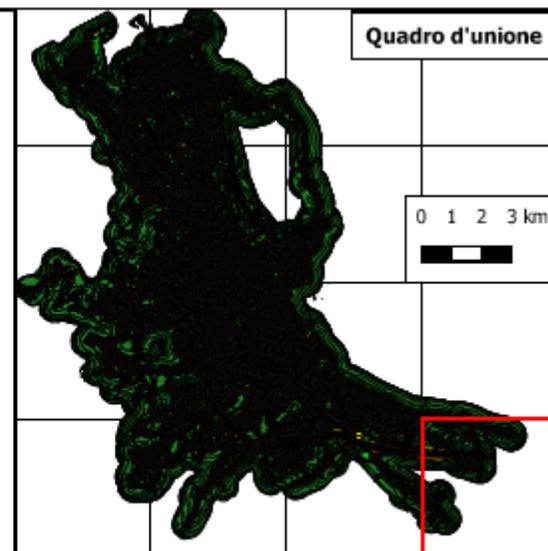
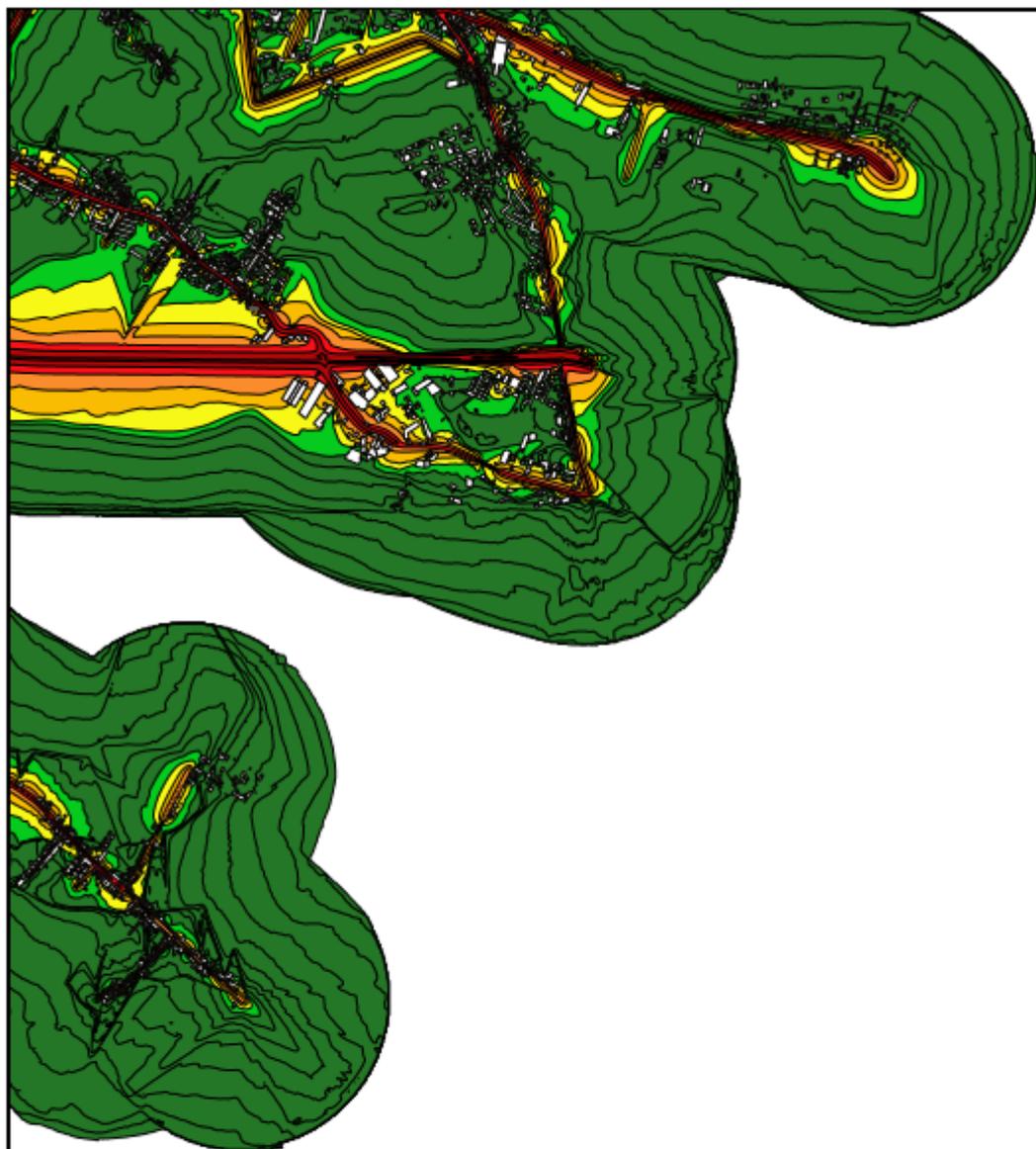
Legenda

Mappa Lden (dB)

	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato

**Mappa Lden
Tavoletta n.13**

1:25.000



Legenda

Mappa Lden (dB)

	< 50
	50 < 55
	55 < 60
	60 < 65
	65 < 70
	70 < 75
	> 75
	Edificato

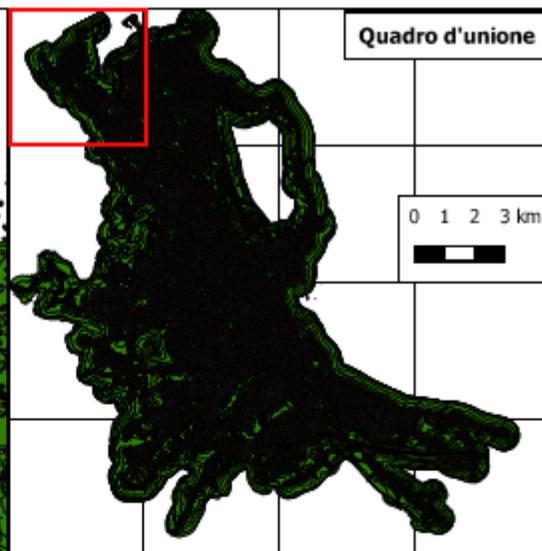
**Mappa Lden
Tavoletta n.14**

1:25.000

Mappa Lnight Tavoletta n.1



1:25.000

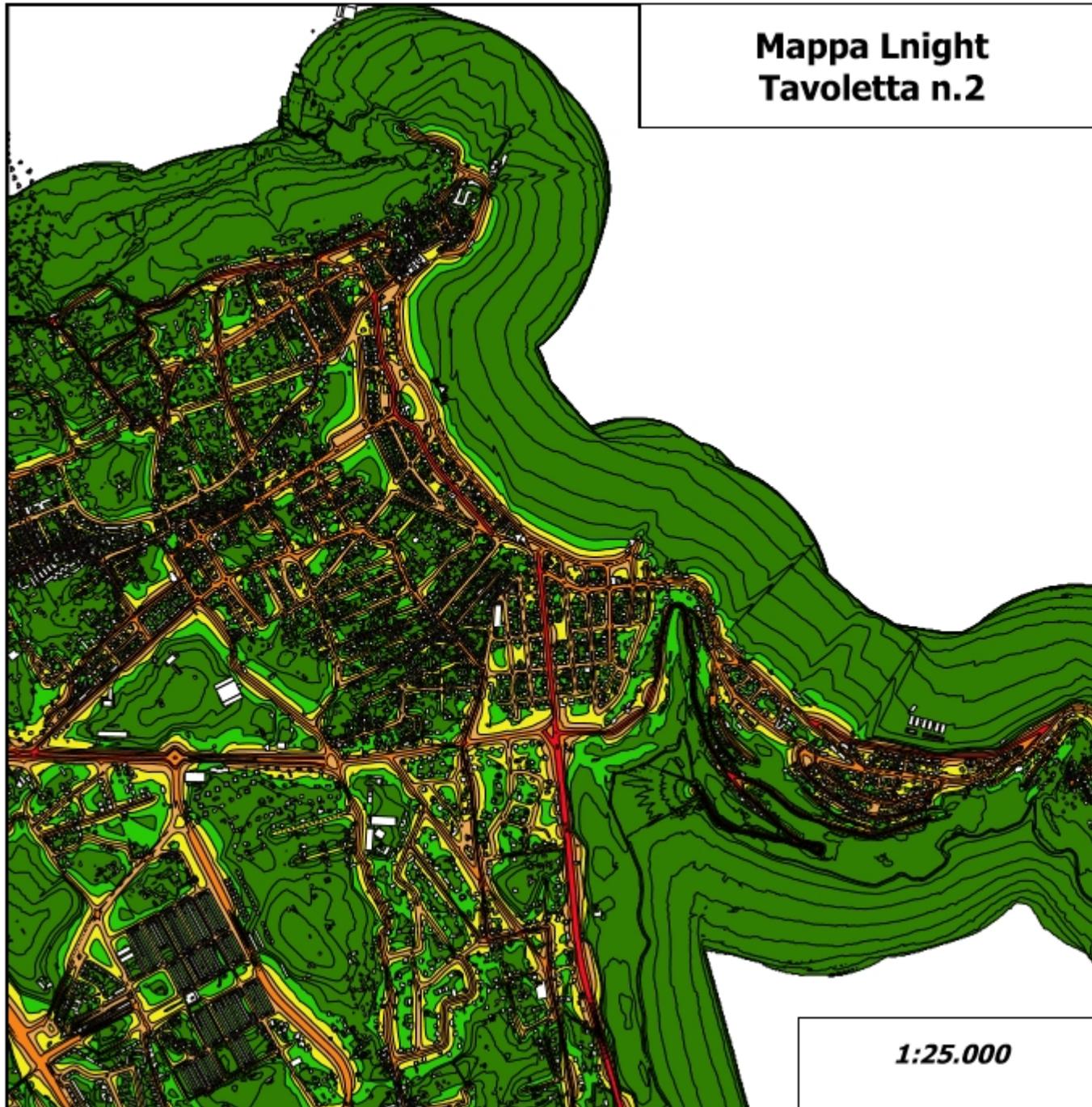


Legenda

Mappa Lnight (dB)

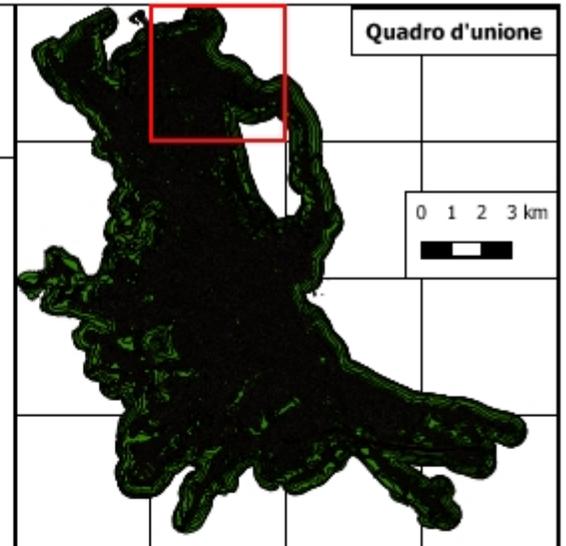
	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

Mappa Lnight Tavoletta n.2



1:25.000

Quadro d'unione

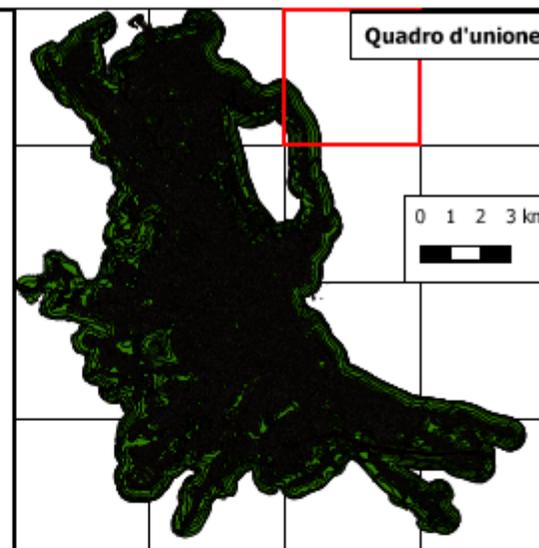
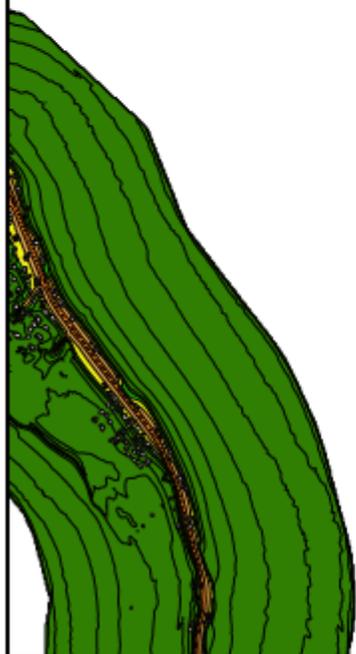


Legenda

Mappa Lnight (dB)

	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

Mappa Lnight Tavoletta n.3



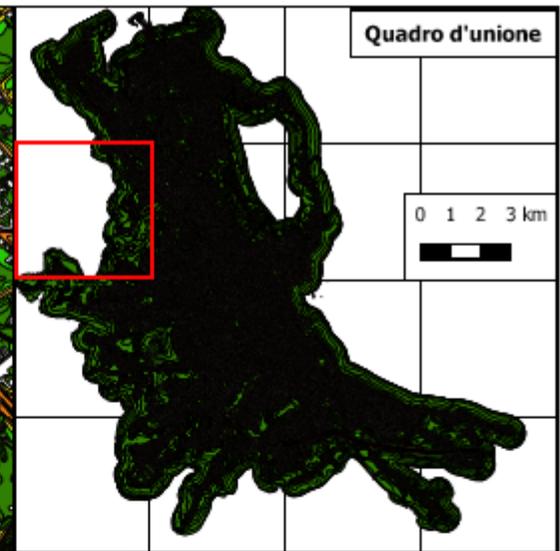
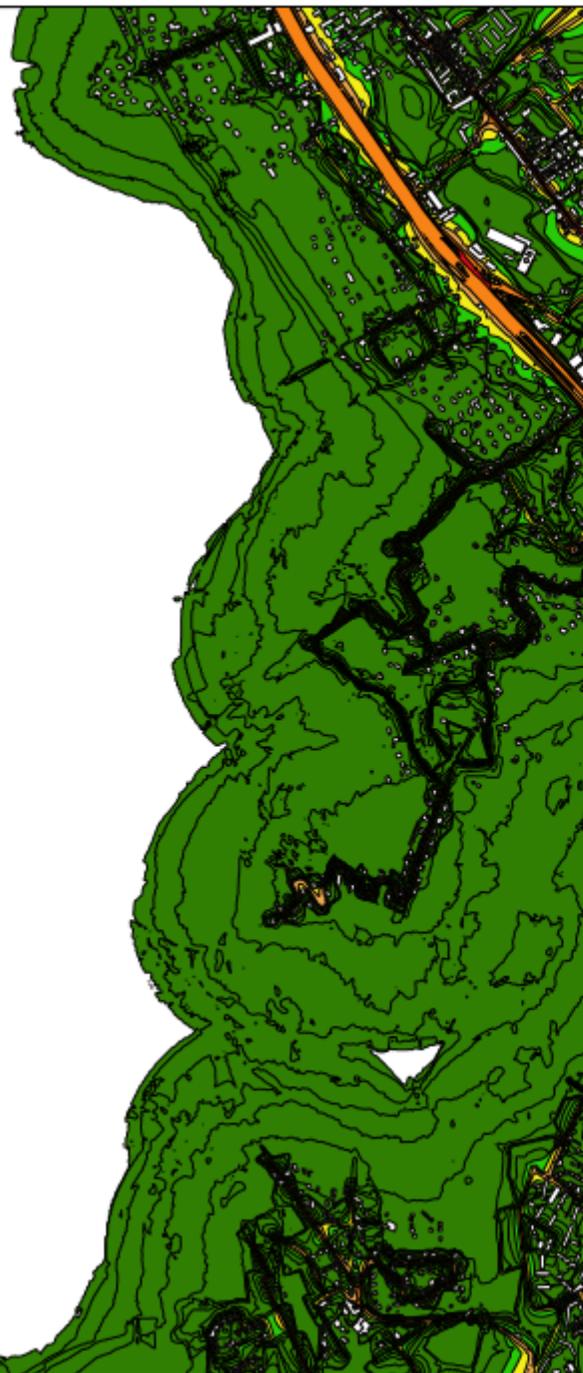
Legenda

Mappa Lnight (dB)

	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

1:25.000

Mappa Lnight Tavoletta n.4



Quadro d'unione

0 1 2 3 km



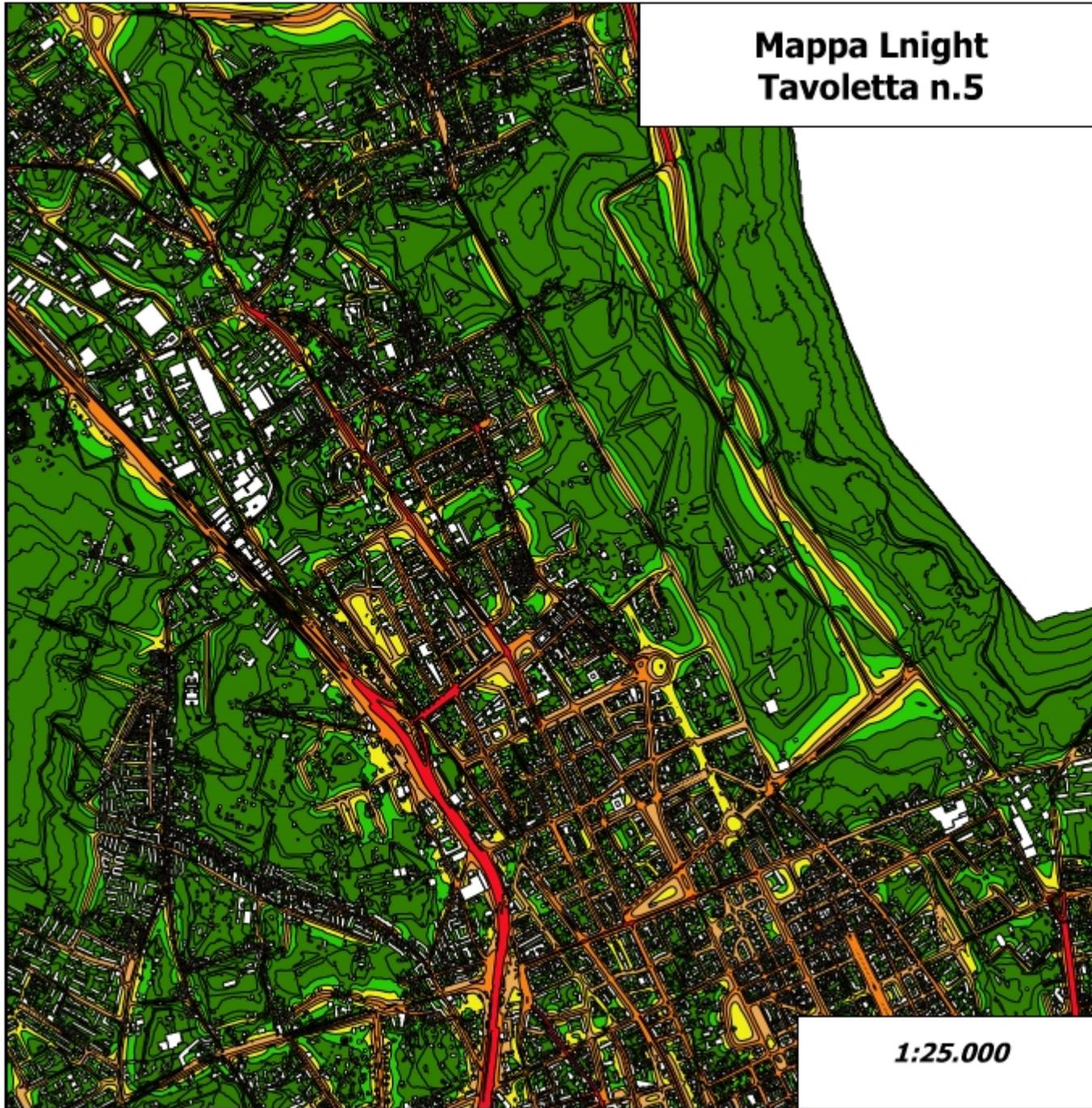
1:25.000

Legenda

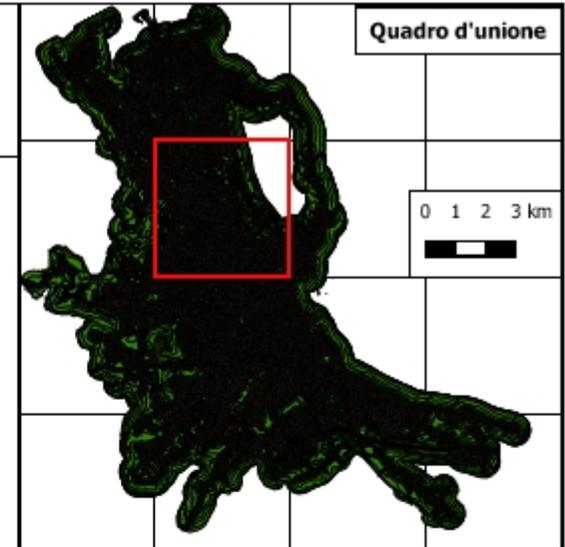
Mappa Lnight (dB)

	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

Mappa Lnight Tavoletta n.5



1:25.000



Legenda

Mappa Lnight (dB)

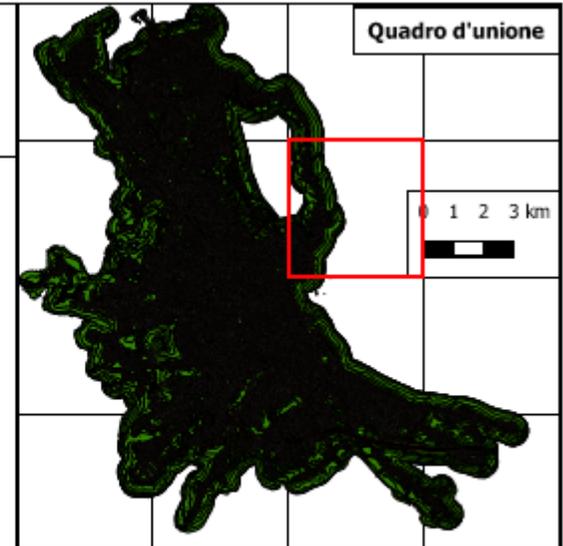
	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

Mappa Lnight Tavoletta n.6



1:25.000

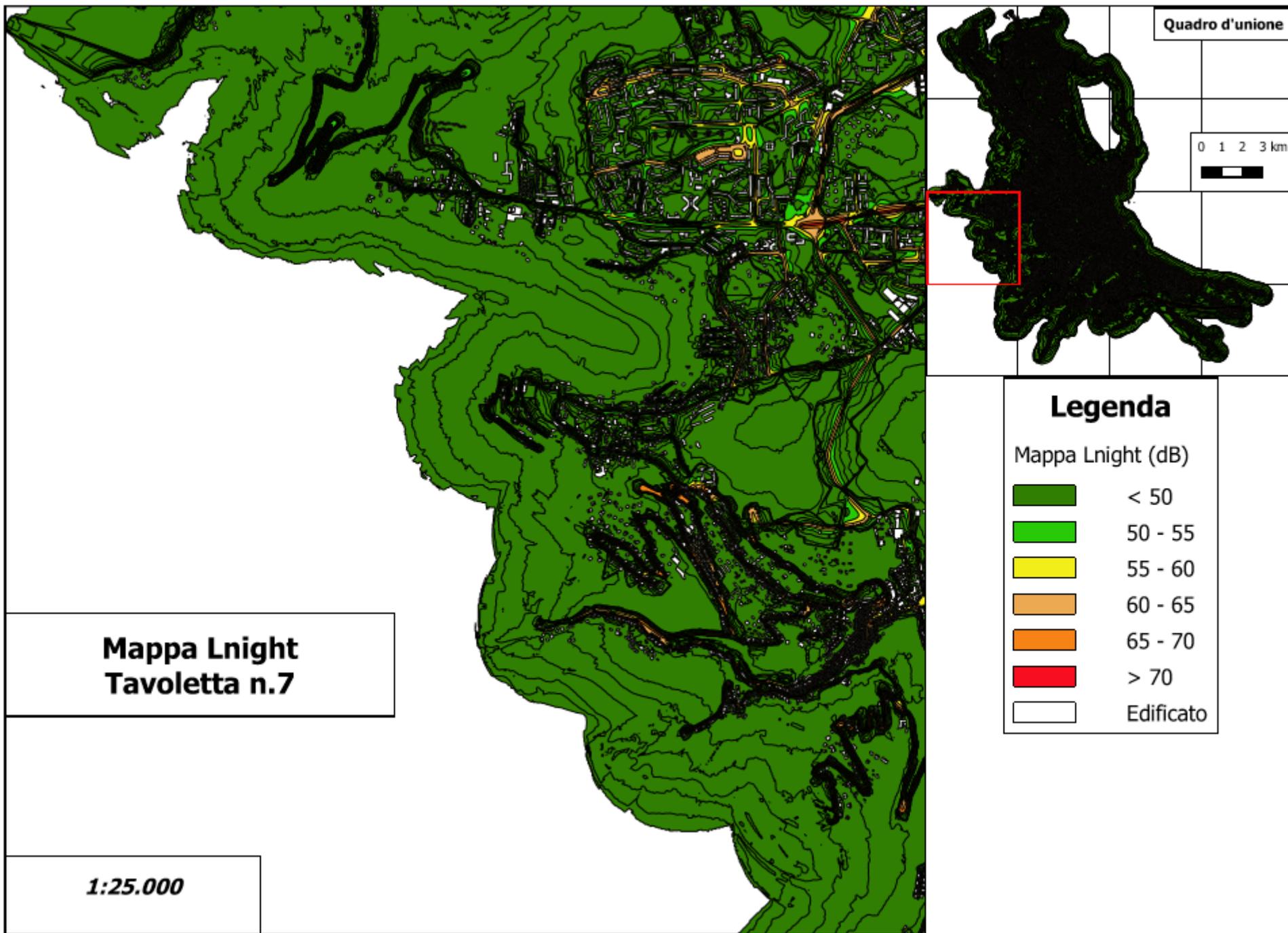
Quadro d'unione



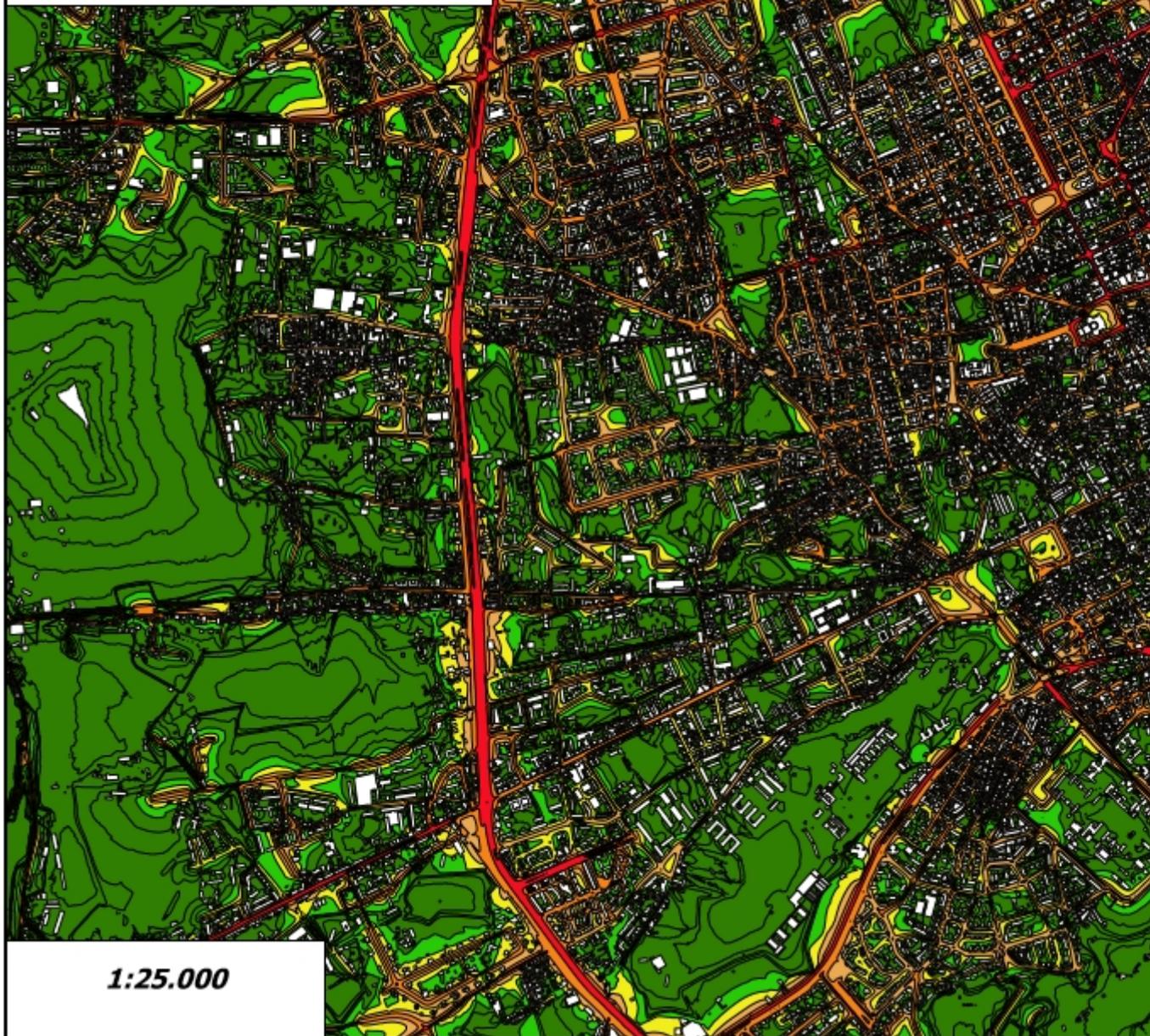
Legenda

Mappa Lnight (dB)

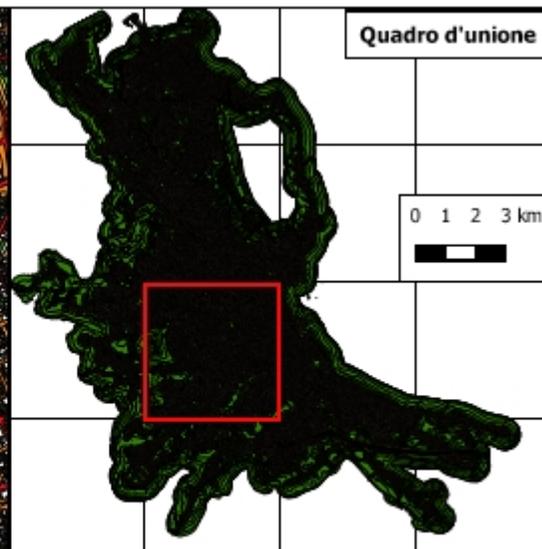
	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato



Mappa Lnight Tavoletta n.8



1:25.000

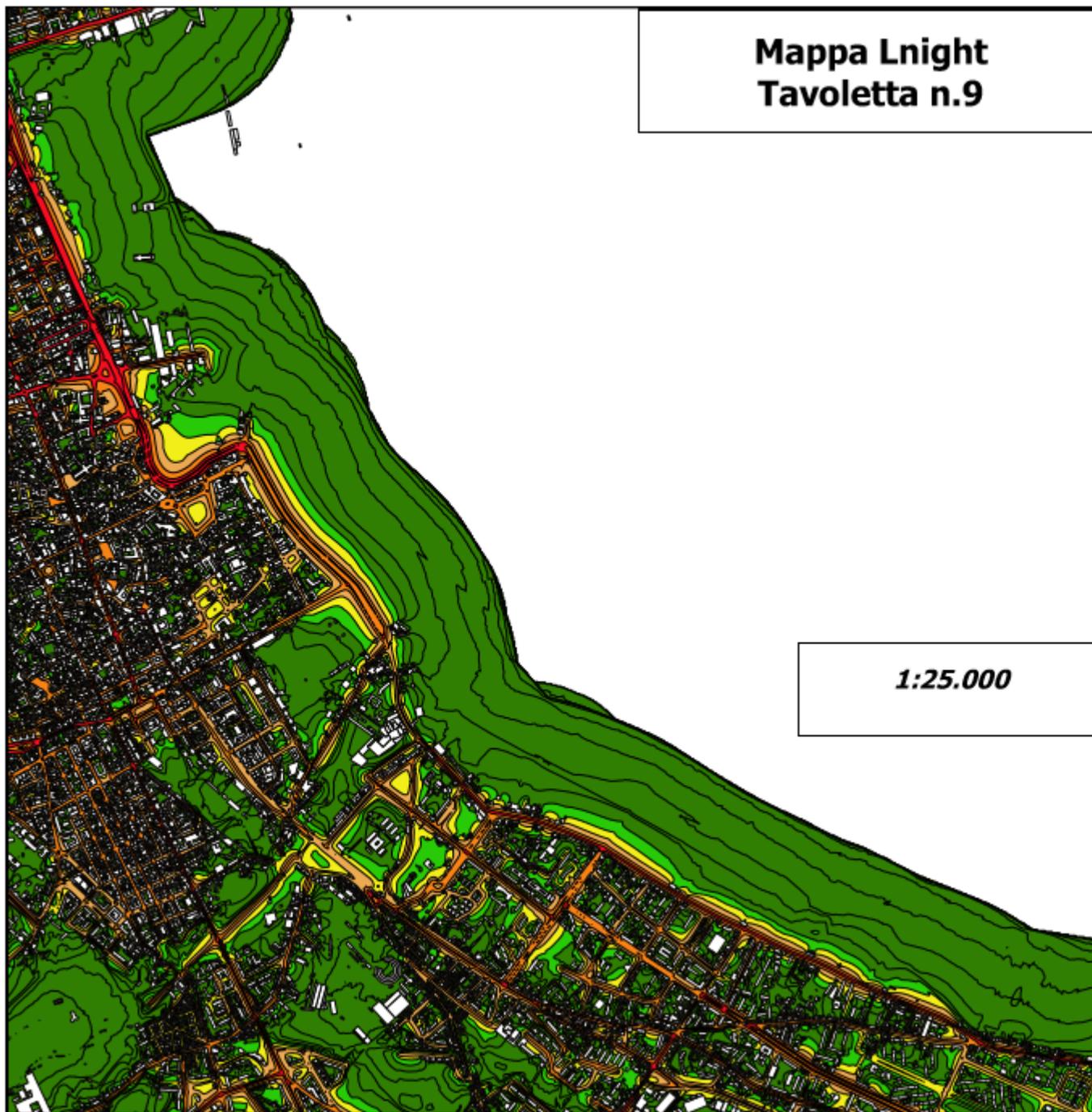


Legenda

Mappa Lnight (dB)

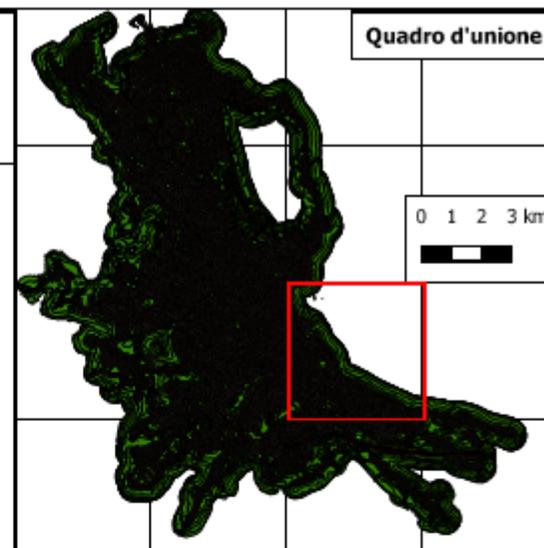
	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

Mappa Lnight Tavoletta n.9



1:25.000

Quadro d'unione

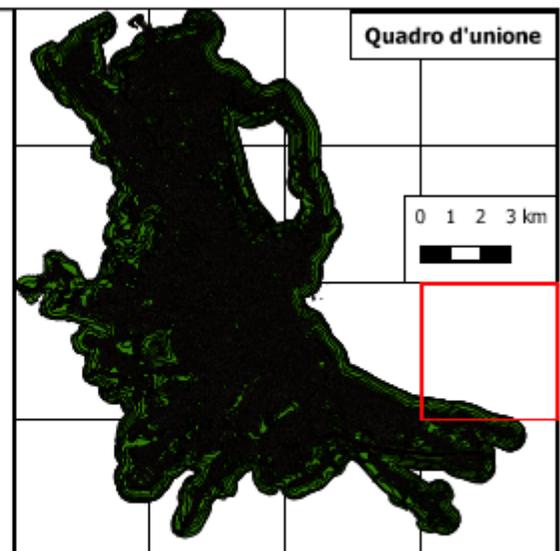


Legenda

Mappa Lnight (dB)

	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

Mappa Lnight Tavoletta n.10



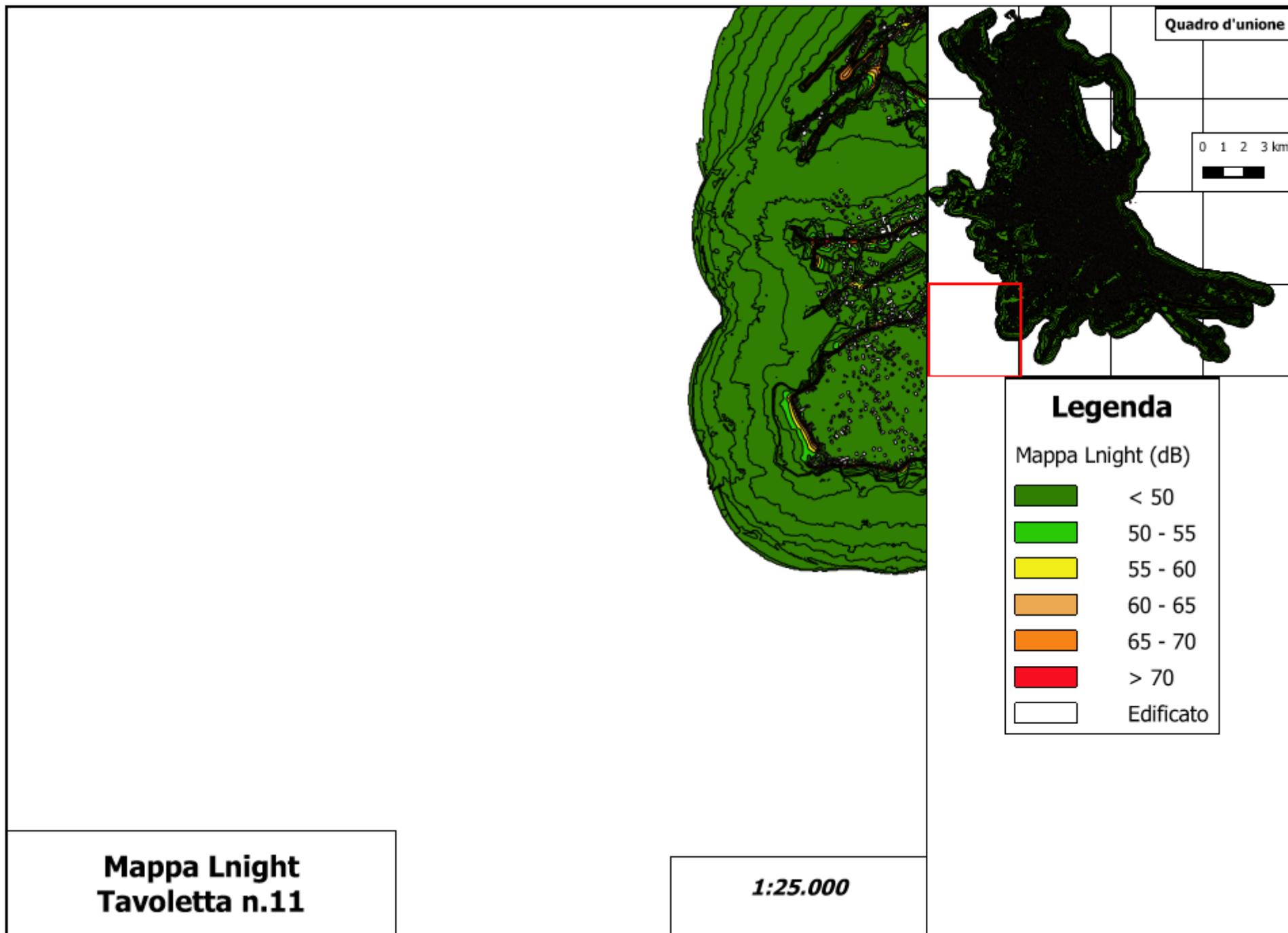
Legenda

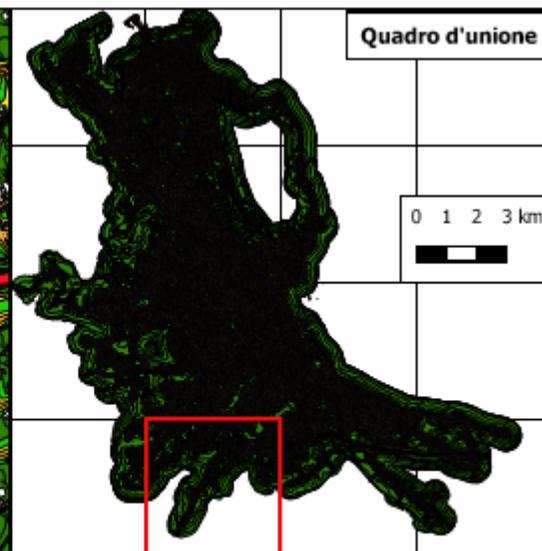
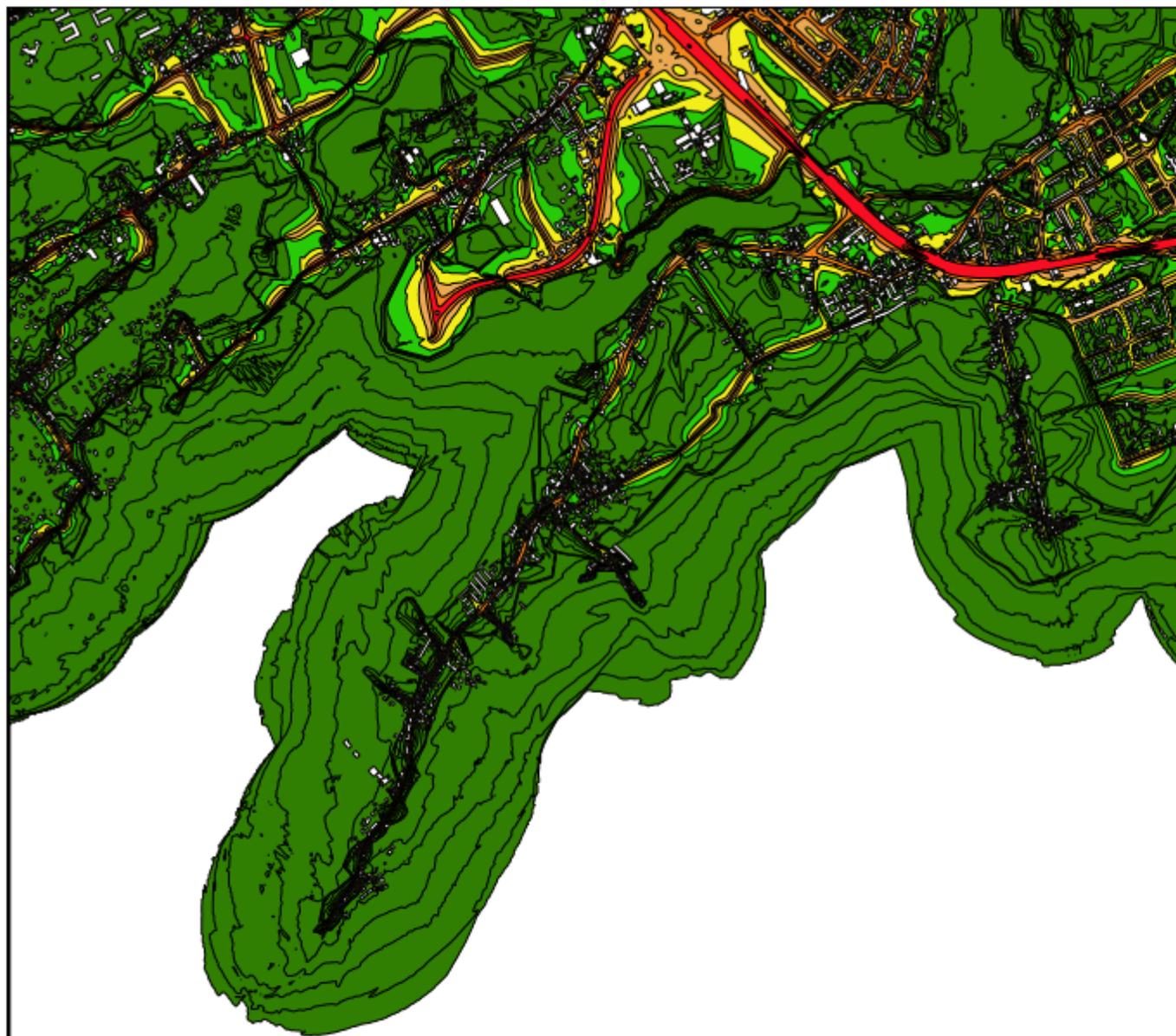
Mappa Lnight (dB)

	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato



1:25.000





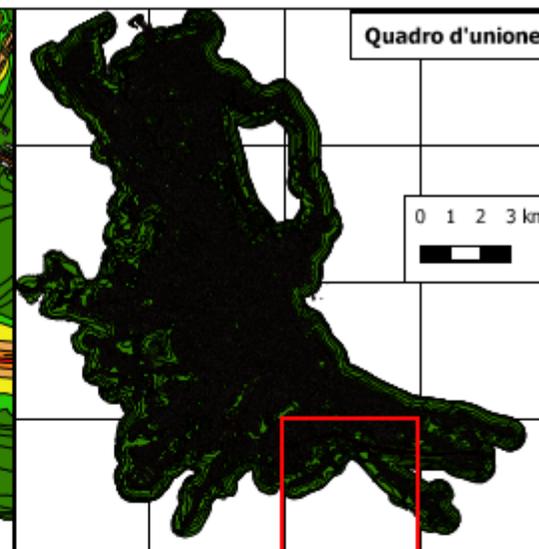
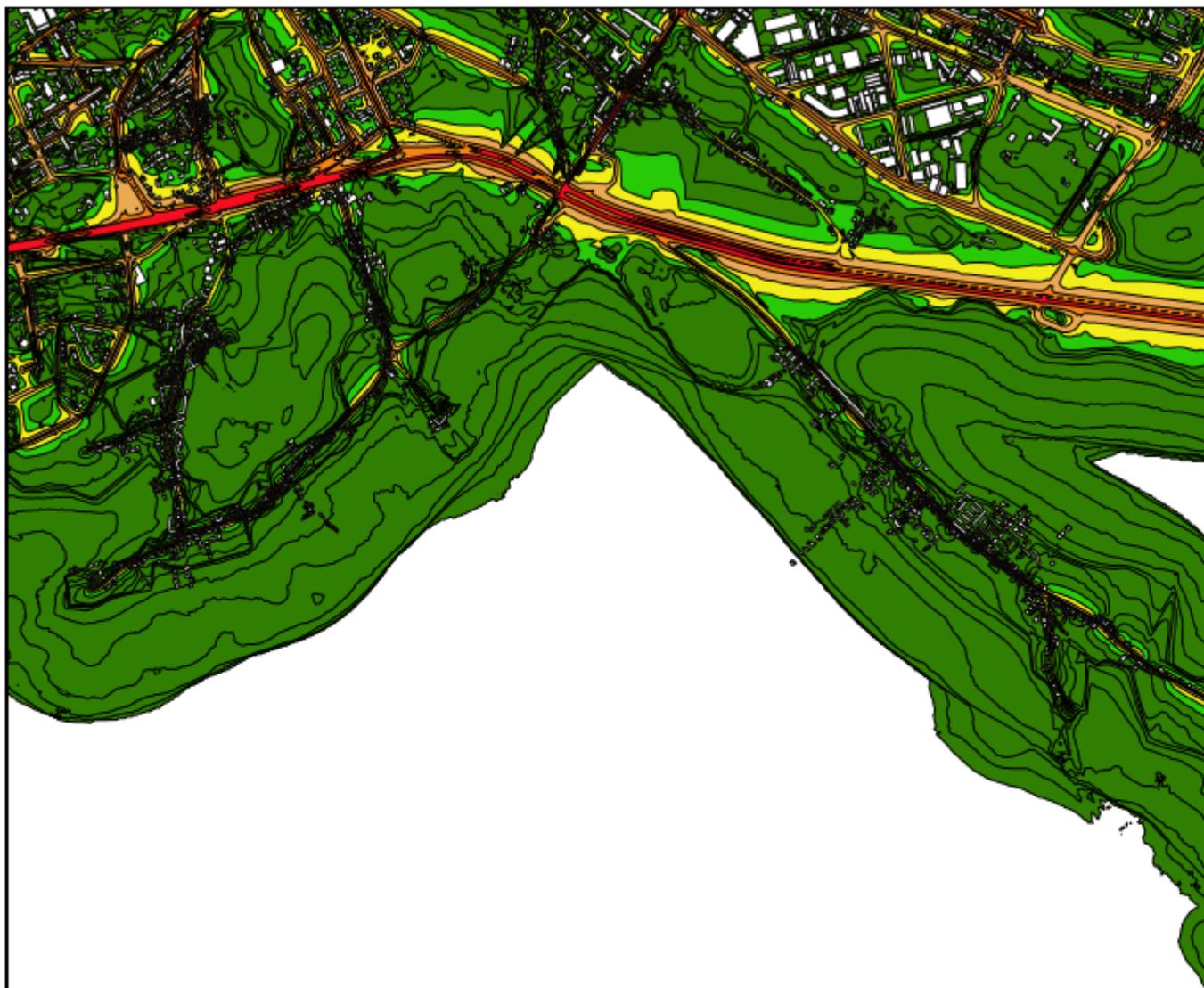
Legenda

Mappa Lnight (dB)

	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

**Mappa Lnight
Tavoletta n.12**

1:25.000



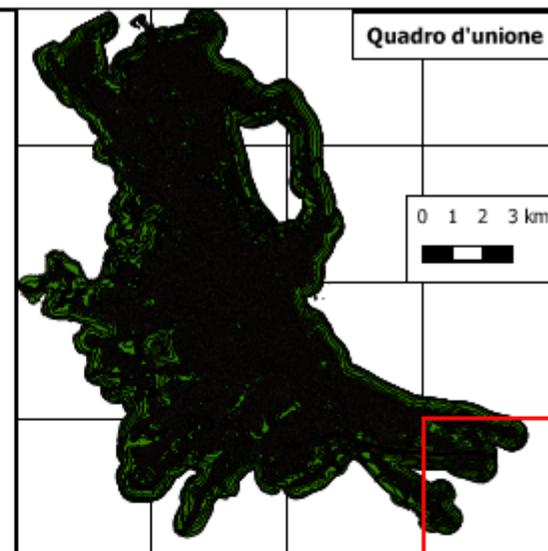
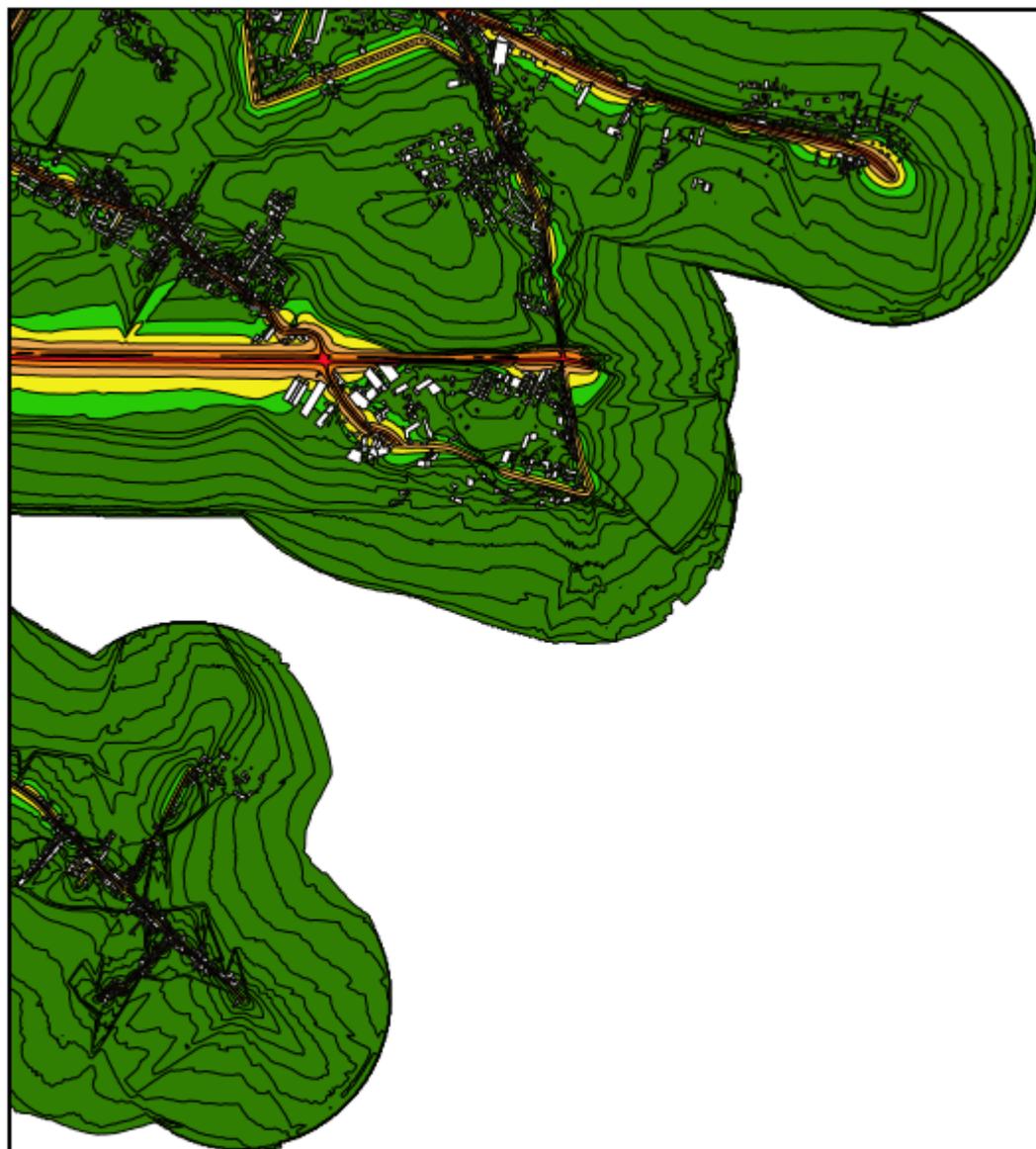
Legenda

Mappa Lnight (dB)

	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

**Mappa Lnight
Tavoletta n.13**

1:25.000



Legenda

Mappa Lnight (dB)

	< 50
	50 - 55
	55 - 60
	60 - 65
	65 - 70
	> 70
	Edificato

**Mappa Lnight
Tavoletta n.14**

1:25.000

8.2 Allegato B – File

File PDF (.pdf)

Nome file	Documento	Contenuto	Percorso
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Report.pdf	Relazione tecnica della Mappa Acustica Strategica dell'Agglomerato di Palermo	Relazione in cui vengono descritte le modalità con cui è stata realizzata la Mappa Acustica Strategica	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Report.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_01.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_01.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_02.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_02.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_03.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_03.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_04.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_04.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_05.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_05.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_06.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_06.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_07.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_07.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_08.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_08.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_09.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_09.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_10.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_10.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_11.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_11.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_12.pdf	Tavola con i valori stimati di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden_12.pdf

Nome file	Documento	Contenuto	Percorso
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight_13.pdf	Tavola con i valori stimati di Lnight Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lnight Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight_13.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight_14.pdf	Tavola con i valori stimati di Lnight Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lnight Scala 1:25.000 Formato A4_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight_14.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden_01.pdf	Tavola con le isolinee di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:10.000 Formato A0_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden_01.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden_02.pdf	Tavola con le isolinee di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:10.000 Formato A0_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden_02.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden_03.pdf	Tavola con le isolinee di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:10.000 Formato A0_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden_03.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden_04.pdf	Tavola con le isolinee di Lden Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lden Scala 1:10.000 Formato A0_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden_04.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight_01.pdf	Tavola con le isolinee di Lnight Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lnight Scala 1:10.000 Formato A0_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight_01.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight_02.pdf	Tavola con le isolinee di Lnight Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lnight Scala 1:10.000 Formato A0_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight_02.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight_03.pdf	Tavola con le isolinee di Lnight Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lnight Scala 1:10.000 Formato A0_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight_03.pdf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight_04.pdf	Tavola con le isolinee di Lnight Mappa Acustica Strategica Agglomerato di Palermo	Ambito territoriale comune di Palermo-Valori di Lnight Scala 1:10.000 Formato A0_PDF	IT_a_ag00008\ REPORT_IMAGES\DF1_DF5_DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight_04.pdf

Shapefile (.shp)

Per tutti i dati geografici è stato utilizzato il sistema cartografico UTM WGS84, come riferimento delle coordinate. Secondo tale sistema UTM l'“Agglomerato di Palermo” ricade nel fuso 33 Datum geodetico: WGS84.

Nome file	Descrizione	Tipologia	Percorso
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.shp	Confine dell'agglomerato	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5\IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.shp
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.prj	Confine dell'agglomerato	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5\IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.prj
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.dbf	Confine dell'agglomerato	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5\IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.dbf
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.qpj	Confine dell'agglomerato	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5\IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.qpj
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.shx	Confine dell'agglomerato	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5\IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.shx
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.shp	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lden: 55-59, 60-64, 65-69, 70-75, >75 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.shp
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.prj	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lden: 55-59, 60-64, 65-69, 70-75, >75 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.prj
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.dbf	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lden: 55-59, 60-64, 65-69, 70-75, >75 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.dbf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.qpj	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lden: 55-59, 60-64, 65-69, 70-75, >75 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.qpj
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.shx	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lden: 55-59, 60-64, 65-69, 70-75, >75 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.shx
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.shp	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lnight: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.shp
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.prj	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lnight: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.prj
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.dbf	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lnight: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.dbf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.qpj	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lnight: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.qpj
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.shx	Fasce di rumore relative agli intervalli di Lnight: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB	Poligonale	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.shx

Nome file	Descrizione	Tipologia	Percorso
	60-64, 65-69, >70 dB		
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.shp	Isolinee rumore valori di Lden: 55, 60, 65, 70, 75	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.shp
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.prj	Isolinee rumore valori di Lden: 55, 60, 65, 70, 75	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.prj
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.dbf	Isolinee rumore valori di Lden: 55, 60, 65, 70, 75	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.dbf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.qpj	Isolinee rumore valori di Lden: 55, 60, 65, 70, 75	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.qpj
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.shx	Isolinee rumore valori di Lden: 55, 60, 65, 70, 75	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.shx
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.shp	Isolinee rumore valori di Lnight: 50, 55, 60, 65, 70	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.shp
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.prj	Isolinee rumore valori di Lnight: 50, 55, 60, 65, 70	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.prj
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.dbf	Isolinee rumore valori di Lnight: 50, 55, 60, 65, 70	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.dbf
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.qpj	Isolinee rumore valori di Lnight: 50, 55, 60, 65, 70	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.qpj
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.shx	Isolinee rumore valori di Lnight: 50, 55, 60, 65, 70	Polilinea	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.shx

File Excel (.xls)

Nome file	Descrizione	Percorso
NoiseDirectiveDF1_5_DF1_5_Agg_IT_a_ag00008.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF1_DF5\NoiseDirectiveDF1_5_DF1_5_Agg_IT_a_ag00008.xls
NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg1_IT_a_ag00008_Collect_AggAir.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF2\NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg1_IT_a_ag00008_Collect_AggAir.xls
NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg1_IT_a_ag00008_Collect_AggInd.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF2\NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg1_IT_a_ag00008_Collect_AggInd.xls
NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg1_IT_a_ag00008_Collect_AggRail.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF2\NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg1_IT_a_ag00008_Collect_AggRail.xls
NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg1_IT_a_ag00008_Collect_AggRoad.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF2\NoiseDirectiveDF2_DF2_Agg1_IT_a_ag00008_Collect_AggRoad.xls

Nome file	Descrizione	Percorso
NoiseDirectiveDF2_DF2_AggI_IT_a_ag00008_Map_AggAir.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF2\NoiseDirectiveDF2_DF2_AggI_IT_a_ag00008_Map_AggAir.xls
NoiseDirectiveDF2_DF2_AggI_IT_a_ag00008_Map_AggInd.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF2\NoiseDirectiveDF2_DF2_AggI_IT_a_ag00008_Map_AggInd.xls
NoiseDirectiveDF2_DF2_AggI_IT_a_ag00008_Map_AggRail.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF2\NoiseDirectiveDF2_DF2_AggI_IT_a_ag00008_Map_AggRail.xls
NoiseDirectiveDF2_DF2_AggI_IT_a_ag00008_Map_AggRoad.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF2\NoiseDirectiveDF2_DF2_AggI_IT_a_ag00008_Map_AggRoad.xls
NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Air.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF4_DF8\NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Air.xls
NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Air_Major.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF4_DF8\NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Air_Major.xls
NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_ALL.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF4_DF8\NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_ALL.xls
NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Ind.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF4_DF8\NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Ind.xls
NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Rail.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF4_DF8\NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Rail.xls
NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Road.xls	File previsto per la trasmissione dei dati alla Comunità Europea	IT_a_ag00008\REPORTING_MECHANISM\DF4_DF8\NoiseDirectiveDF4_8_DF4_8_Agg_IT_a_ag00008_Road.xls

Metadati (.xls)

Nome file	Descrizione	Percorso
IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.xls	Metadato concernente lo shapefile relativo al confine dell'agglomerato urbano	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF1_DF5\IT_a_DF1_5_2015_Agg_IT_a_ag00008_Location.xls
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.xls	Metadato concernente lo shapefile con il calcolo delle fasce di Lden	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lden.xls
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.xls	Metadato concernente lo shapefile con il calcolo delle fasce di Lnight	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseAreaMap_Lnight.xls
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.xls	Metadato concernente lo shapefile con il calcolo delle isolinee di Lden	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lden.xls
IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.xls	Metadato concernente lo shapefile con il calcolo delle isolinee di Lnight	IT_a_ag00008\SHAPEFILE_METADATA\DF4_DF8\IT_a_DF4_8_2017_Agg_IT_a_ag00008_Roads_NoiseContourMap_Lnight.xls

9. Riferimenti bibliografici

- **Dardanelli G., Marretta R., Sansone Santamaria A., Strega A., Lo Brutto M., Maltese A.** (2017) “*Analysis of Technical Criticalities for GIS Modelling an Urban Noise Map*” *Geographia Technica*, Vol. 12, Issue 2, 2017, pp 41 to 61
- **Licitra, G., Ascari, E., Brambilla, G.** (2012) “*Comparative analysis of methods to estimate urban noise exposure of inhabitants*”. *Acta Acustica united with Acustica*, 98 (4), pp. 659-666.
- **Seong, J.C., Park, T.H., Ko, J.H., Chang, S.I., Kim, M., Holt, J.B., Mehdi, M.R.** (2011) “*Modeling of road traffic noise and estimated human exposure in Fulton County, Georgia, USA*”. *Environment International*, 37 (8), pp. 1336-1341.
- **Dardanelli G., Sansone Santamaria A., Marretta R., Calà Lesina N.** (2010) “*Application of Directive END for the acoustic mapping by vehicular traffic. The case study of historic center of Palermo*”. *Proceeding of XIV National Conference ASITA 2010*, pp. 751-756 (In Italian with English Abstract).