

**PII**

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO IN VARIANTE

L.R. N° 12 DEL 11 MARZO 2005

VALUTAZIONE IMPATTO ACUSTICO  
E VIABILISTICO

tavola 11

COMUNE DI ISPRA (VA)

via milite ignoto 31  
21027 Ispra (VA)  
tecnico@comune.ispra.va.it

# AREA EX CAMICERIA LEVA

DATA: Ottobre 2021

COMMITENZA

TIGROS s.p.a.

PROGETTISTI

ARCH. ROBERTO MOTTA



L'OFFICINA ARCHITETTI ASSOCIATI  
VIA ROBBIONI 8, 21100 VARESE (VA)

## ELENCO ELABORATI

11.1 PREVISIONE IMPATTO ACUSTICO

11.2 PREVISIONE IMPATTO VIABILISTICO

## TAVOLE PII IN VARIANTE

1 RELAZIONI

2 INQUADRAMENTO E SDF

3 PROGETTO

4 STANDARD URBANISTICI E SOTTOSERVIZI

5 RELAZIONE STORICA

6 ANALISI DEL VERDE

7 ANALISI DEL SOTTOSUOLO

8 VERIFICHE STATICHE CIMINIERA

9 URBANIZZAZIONI PRIMARIA E SECONDARIA

10 STANDARD QUALITATIVO

**11 VALUTAZIONE IMPATTO CLIMA ACUSTICO  
E VIABILISTICO**

12 SCHEMA DI CONVENZIONE

13 INVARIANZA IDRAULICA

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE  
(tavola 13 PII approvato)

DOCUMENTO STRATEGICO  
(tavola 16 PII approvato)

PROGETTO  
architetto Roberto Motta

COLLABORAZIONI  
architetto Federico Coeli  
architetto Luigi Catalano

Studio TECNEAS  
ing. Gabriele Coeli, ing. Ivan Discacciati, ing. Stefano Rondo  
impianti meccanici, elettrici e risparmio energetico

CONSULENZE  
dott. Geol. De Ambrogi Giovanni - studio geologico  
arch. Filippini Giovanni - studio impatto acustico  
ing. Vescia Giovanni - studio impatto viabilistico

aggiornamento dei dati infrastrutturali urbanistici e cartografici gentilmente forniti  
dall' Ufficio Tecnico del Comune di Ispra

# RELAZIONE ACUSTICA

## NUOVA PALESTRA COMUNALE

COMUNE DI ISPRA - VA

VARIANTE PII AREA INDUSTRIA  
EX CAMICERIA LEVA

**Tigros S.p.a.**

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO

OTTOBRE 2021

## Indice

1. PREMESSA .....	2
2. STRUMENTI DI VALUTAZIONE.....	4
3. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
IDENTIFICAZIONE DELL'ATTIVITA' .....	14
4. OPERE IN PROGETTO E LOCALIZZAZIONE.....	15
5. IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DEI RICETTORI PRESENTI.....	19
6. VALORI LIMITE PER CLASSIFICAZIONE ACUSTICA.....	20
7. PRINCIPALI SORGENTI SONORE GIÀ PRESENTI .....	21
8. MONITORAGGIO ACUSTICO .....	22
9. RILEVAMENTI FONOMETRICI .....	22
10. LIVELLI DI RUMOROSITA' AMBIENTALE.....	25
11. CONSIDERAZIONI .....	27
12. CONCLUSIONI.....	28

## ALLEGATI:

1. certificati di taratura del fonometro
2. delibera regionale tecnico competente in acustica ambientale

## 1. PREMESSA

La presente valutazione di propagazione acustica è relativa alla richiesta presentata dallo studio di progettazione L'Officina Architetti Associati di Varese, per la richiesta permesso di costruire di una nuova palestra comunale all'interno della Variante PII Area Industria Ex Camiceria Leva sulla Via San Giovanni Bosco nel comune di Ispra (VA).

Su richiesta del committente si è provveduto ad effettuare una valutazione previsionale di impatto acustico al fine di determinare se i livelli di emissione sonora, durante la fase di "attività", rispettino i limiti imposti dalla normativa vigente, in ottemperanza alla Legge 447/95, D.P.C.M. 01/03/1991 e s.m.i., in modo da poter integrare con la suddetta relazione tecnica la documentazione richiesta da parte degli enti preposti al rilascio autorizzativo.

Oggetto della presente relazione è quindi la valutazione dell'impatto acustico correlata al nuovo spazio polifunzionale ad uso comunale.

Trattasi di nuovo edificio utilizzato dalla comunità per attività sportive e pubbliche, l'edificio va a completare l'area adiacente dedicate ad attività sportive, campi da calcio, da tennis, Basket e pista di atletica, l'attività principale è legata all'utilizzo sportivo della collettività.



L'impatto della sorgente specifica presso l'area esterna di pertinenza viene qui esaminato alla luce delle disposizioni contenute nella l. 447/1995, e successivi decreti attuativi, e dalle Leggi Regionali circa le disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento acustico, per impatto acustico si intendono quindi gli effetti indotti e le variazioni delle condizioni sonore preesistenti in una determinata porzione di territorio.

La presente valutazione acustica si prefigge l'obiettivo di fornire l'entità dei livelli sonori emessi in ambiente esterno ed immessi presso i potenziali ricettori "sensibili", qualora l'attività considerata svolga usuale esercizio e le attrezzature - macchinari in forza siano posti nelle regolari condizioni di esercizio.



## 2. STRUMENTI DI VALUTAZIONE

Per realizzare questo studio sono stati raccolti i seguenti elementi:

- preliminari sopralluoghi tecnici presso l'area interessata, presa visione del layout interno ed esterno e dell'area di studio, presa visione del progetto inerente il nuovo edificio, gli spazi annessi, la tipologia delle strutture e la tipologia delle attività che usufruiranno del nuovo intervento edilizio.
  - Richiesta di informazioni in merito al piano di classificazione acustica del comune di Ispra.
  - Valutazione dei valori di livello equivalente / pressione sonora relativi alle attrezzature operative ed ausiliarie previste (caratterizzazione sorgenti acustiche maggiormente incidenti);
  - Esecuzione di misure fonometriche (rumore residuo - Lr) presso il confine di proprietà verso i ricettori maggiormente esposti ad una distanza di circa 50 mt dal futuro filo facciata della nuova struttura al fine di determinare l'attuale clima acustico della zona.
- Valutazione empirica dei contributi acustici derivanti dall'attività (rumore ambientale - La) e confronto in merito ai valori limite disposti dalle vigenti normative tecniche;

## 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

L'art. 8 comma 4 della "Legge quadro sull'inquinamento acustico" 26 ottobre 1995 n. 447, prescrive che le domande per il rilascio di licenza o autorizzazione all'esercizio di attività produttive, relative a nuovi impianti ed infrastrutture adibiti ad attività produttive debbano contenere una documentazione di previsione d'impatto acustico.

Il comma 6 dell'art. 8 della 447/95 recita che la domanda di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività che si prevede possano produrre valori di emissione superiori a quelli determinati ai sensi dell'art. 3 comma 1, lettera a), della legge 447 (valori limite d'emissione, valori limite d'immissione assoluti e differenziali), deve contenere l'indicazione delle misure previste per ridurre o eliminare le emissioni sonore causate dall'attività o dagli impianti.

La legge 447/95 assegna ai comuni la competenza del controllo e del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico secondo quanto previsto dall'art. 6 comma 1 lettera d e lettera g.

Il D.P.C.M. 14/11/97 fissa i valori limite da applicare alle sorgenti sonore in base alla zona in cui ricade la sorgente, la tabella B del citato decreto fissa i valori limite assoluti di emissione e la tabella C i valori limite di immissione nell'ambiente esterno.

Per le zone non esclusivamente industriali il D.P.C.M. 1 marzo 1991 art.6 comma 2, oltre ai limiti massimi in assoluto per il rumore, stabilisce anche le seguenti differenze da non superare tra il livello equivalente del rumore ambientale e quello del rumore residuo (criterio differenziale): 5dB(A) per il Leq (A) durante il periodo diurno; 3 dB (A) per il Leq (A) durante il periodo notturno.

La misura deve essere effettuata nel tempo di osservazione del fenomeno acustico negli ambienti abitativi.

Il Comune di Ispra sta approvando la variante alla classificazione acustica comunale inserendo l'area all'interno della quale si svilupperà la nuova palestra comunale ragionevolmente in una **CLASSE III AREE DI TIPO MISTO**, inserendo invece i ricettori limitrofi probabilmente all'interno di una **CLASSE II AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI**, del piano di zonizzazione acustica comunale.

La attività è quindi soggetta al rispetto dei limiti previsti dal criterio differenziale secondo quanto prescritto dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 e dal D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

Scopo della presente Relazione Tecnica è la valutazione dell'impatto acustico generato dalla nuova infrastruttura sportiva commissionata dalla TIGROS S.p.a al fine di valutare l'entità delle emissioni sonore durante le fasi di esercizio nel tempo di riferimento diurno e notturno verso i ricettori sensibili maggiormente esposti che risultano essere i nuclei abitativi limitrofi al confine di proprietà.

L'area di interesse per la valutazione del clima acustico attuale è stata definita prendendo come riferimento i recettori più vicini all'attività.



#### D.P.C.M. 01 marzo 1991

Il D.P.C.M. 01/03/1991 stabilisce i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno. Trattasi di un Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri motivato dall'opportunità di stabilire, in via transitoria, stante la grave situazione di inquinamento acustico attualmente riscontrabile nell'ambito dell'intero territorio nazionale ed in particolare nelle aree urbane, limiti di accettabilità di livelli di rumore; ciò in attesa di una legge quadro in materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico che fissi i limiti adeguati.

I comuni, per fissare i limiti, dovranno adottare una classificazione del territorio in zone ponendo i limiti di cui alla tabella riportata nella pagina seguente.

<i>Classe I</i>	<b>Aree particolarmente protette</b> Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
<i>Classe II</i>	<b>Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
<i>Classe III</i>	<b>Aree di tipo misto</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
<i>Classe IV</i>	<b>Aree di intensa attività umana</b> Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.
<i>Classe V</i>	<b>Aree prevalentemente industriali</b> Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali con scarsità di abitazioni.
<i>Classe VI</i>	<b>Aree esclusivamente industriali</b> Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali prive di insediamenti abitativi.

### Legge n°447 del 26 ottobre 1995

La normativa del 26 ottobre 1995 è la Legge quadro sull'inquinamento acustico e stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dall'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

Definizioni dettate dalla normativa:

- Inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi;
- Ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane;
- Sorgenti sonore fisse: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole, i parcheggi, le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci, i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci, le aree adibite ad attività sportive e ricreative;
- Sorgenti sonore mobili: tutte le sorgenti non comprese come sorgenti sonore fisse;
- Valore limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora;
- Valore limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;
- Valori di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana per l'ambiente;
- Valori di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

### D.P.C.M. 14 novembre 1997

Il D.P.C.M. 14 novembre 1997, in attuazione della legge n°447/95 (art.3 comma 1 lettera a), determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione e i valori di qualità.

I valori di cui sopra sono riferiti alle classi di destinazione d'uso del territorio che dovranno essere adottate dai Comuni.

#### Valori limite di emissione - Leq in dB(A)

Classi	Destinazione d'uso	Tempo rif. Diurno (06.00÷22.00)	Tempo rif. Notturno (22.00÷06.00)
I	Aree particolarmente protette	45	35
II	Aree destinate ad uso residenziale	50	40
III	Aree di tipo misto	55	45
IV	Aree di intensa attività umana	60	50
V	Aree prevalentemente industriali	65	55
VI	Aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 2

#### Valori limite di immissione - Leq in dB(A)

Classi	Destinazione d'uso	Tempo rif. Diurno (06.00÷22.00)	Tempo rif. Notturno (22.00÷06.00)
I	Aree particolarmente protette	50	40
II	Aree destinate ad uso residenziale	55	45
III	Aree di tipo misto	60	50
IV	Aree di intensa attività umana	65	55
V	Aree prevalentemente industriali	70	60
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 3

#### Valori limite di qualità - Leq in dB(A)

Classi	Destinazione d'uso	Tempo rif. Diurno (06.00÷22.00)	Tempo rif. Notturno (22.00÷06.00)
I	Aree particolarmente protette	47	37
II	Aree destinate ad uso residenziale	52	42
III	Aree di tipo misto	57	47
IV	Aree di intensa attività umana	62	52
V	Aree prevalentemente industriali	67	57
VI	Aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 4

## VALORE LIMITE DIFFERENZIALE DI IMMISSIONE

L'art.2 della Legge 447/95 ha definito dei limiti differenziali di immissione tra il rumore ambientale e quello residuo, con il D.P.C.M. 14.11.1997 sono stati fissati i seguenti valori all'interno degli ambienti abitativi.

**5 dB(A) per il periodo diurno (6:00 ⇒ 22:00)**

**3 dB(A) per il periodo notturno (22:00 ⇒ 06:00)**

Tali disposizioni non si applicano nei seguenti casi:

- Livello di rumore misurato a finestre aperte risulta < 50 dB(A) nel periodo diurno e < 40 nel periodo notturno;
- Livello di rumore misurato a finestre chiuse risulta < 35 dB(A) nel periodo diurno e < 25 nel periodo notturno;
- Misurazione effettuate presso un'area esclusivamente industriale;

Inoltre, non si applicano alla rumorosità prodotta:

- dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- da attività o comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali o professionali;
- da servizi e impianti fissi dell'edificio adibito ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

## Decreto 16 marzo 1998

Il presente decreto stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell' art. 3, comma 1, lettera c), della legge 26 ottobre 1995, n. 447.

Definizioni indicate nell'allegato A:

1. Sorgente specifica: sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.
2. Tempo a lungo termine (TL ): rappresenta un insieme sufficientemente ampio di TR all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di TL è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità di lungo periodo.
3. Tempo di riferimento (TR ): rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le h 6,00 e le h 22,00 e quello notturno compreso tra le h 22,00 e le h 6,00.
4. Tempo di osservazione (TO ): è un periodo di tempo compreso in TR nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.
5. Tempo di misura (TM ): all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (TM ) di durata pari o minore del tempo di osservazione in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.
6. Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A": LAS , LAF , LAI . Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" LPA secondo le costanti di tempo "slow" "fast", "impulse".
7. Livelli dei valori massimi di pressione sonora LASmax , LAFmax , LAImax . Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".
8. Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A": valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo.
9. Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine TL (LAeq,TL ).
10. Livello sonoro di un singolo evento LAE , (SEL).
11. Livello di rumore ambientale (LA ): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura

eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. E' il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a TM ;

2) nel caso di limiti assoluti è riferito a TR .

12. Livello di rumore residuo (LR ): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

13. Livello differenziale di rumore (LD ): differenza tra il livello di rumore ambientale. (LA ) e quello di rumore residuo (LR ):

$$LD = (LA - LR )$$

14. Livello di emissione: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. E' il livello che si confronta con i limiti di emissione.

15. Fattore correttivo (Ki): è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

per la presenza di componenti impulsive            KI = 3 dB

per la presenza di componenti tonali                KT = 3 dB

per la presenza di componenti in bassa frequenza    KB = 3 dB

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

16. Presenza di rumore a tempo parziale: esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in Leq(A) deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il Leq(A) deve essere diminuito di 5 dB(A).

17. Livello di rumore corretto (LC ): è definito dalla relazione:

$$LC = LA + KI + KT + KB$$

#### **Applicabilità della legge quadro.**

La legge 447/95 è entrata in vigore il 29 dicembre 1995.

A ben guardare, le uniche disposizioni attualmente direttamente applicabili sono costituite dai limiti massimi fissati nella normativa transitoria per le 6 classi di territorio; infatti le altre norme sono subordinate ad una serie di adempimenti statali, regionali, comunali e solo al loro compimento la legge potrà manifestare completa efficacia.

In virtù del regime transitorio, in attesa dell'emanazione dei suddetti provvedimenti, si applicano le disposizioni contenute nel d.p.c.m. 1.3.1991 o d.p.c.m. 14.11.1997, compreso il limite differenziale, nonchè i limiti dettati per alcune specifiche sorgenti di rumore.

Quindi, in attesa della classificazione del territorio comunale nelle zone acustiche previste dalla legge si applicano i limiti di accettabilità stabiliti nella tabella di cui all'art.6 del d.p.c.m. 1.3.1991.

Per le zone non esclusivamente industriali, oltre ai limiti massimi di rumore da rispettare, va applicato anche il criterio del rumore differenziale (inteso come differenza tra il rumore ambientale ed il rumore residuo, all'interno degli ambienti abitativi) secondo i seguenti limiti: 5 dB(A) per il periodo diurno e 3 dB (A) per il periodo notturno.

Le imprese devono presentare un piano di risanamento entro 6 mesi dalla classificazione del territorio comunale, nel quale dovrà essere indicato il termine entro il quale le imprese prevedono di adeguarsi ai limiti previsti.

Le imprese che non presentano il piano di risanamento devono adeguarsi ai limiti fissati in base alla suddivisione nelle classi acustiche nel termine di 6 mesi dalla delibera comunale.

I piani di risanamento aziendale, da presentare con le modalità previste dalla L.447/95, art.15, comma 2, entro il termine di 6 mesi dalla zonizzazione comunale, dispongono di un periodo di adeguamento di 2 anni, che è elevato a 4 anni per gli impianti che avevano già effettuato interventi di risanamento acustico in conformità al d.p.c.m. 1.3.1991.

La mancata presentazione del piano, come detto, comporta l'obbligo di adeguamento entro il termine di 6 mesi.

#### **D.G.R. Lombardia n. VII/8313 del 08 marzo 2002**

La D.G.R. Lombardia n. VII/8313 del 08 marzo 2002 "Modalità e criteri di redazione della documentazione di impatto acustico e di valutazione previsionale di clima acustico" stabilisce le definizioni, il campo di applicazione ed il contenuto della documentazione relativa alla previsione di impatto acustico e di clima acustico, in ottemperanza all'art. 5 della Legge regionale Lombardia n. 13 del 10 agosto 2001.

#### IDENTIFICAZIONE DELL'ATTIVITA'

La presente relazione tecnica descrive la valutazione di impatto acustico relativa all'infrastruttura sportiva identificata nella nuova palestra comunale commissionata dalla TIGROS S.pa. all'interno della variante PII Area Industria ex Camiceria Leva.

La Legge quadro sull' inquinamento acustico ( L. 447/95 ) sancisce l' obbligo di produrre tale valutazione per la tipologia di intervento a prescindere dal contesto dove esse sono inserite.

La caratterizzazione acustica è stata effettuata al perimetro dell'attività mediante la descrizione del rumore ambientale costituendo uno strumento conoscitivo che consente:

- di comparare la rumorosità esistente nel territorio con la classificazione acustica dello stesso come definita dalla legislazione vigente;
- adottare provvedimenti atti a ridurre l'impatto del rumore sulla collettività;
- verificare la compatibilità tra sorgenti sonore e destinazioni d'uso del territorio;
- 

L'Amministrazione Comunale ha effettuato la zonizzazione acustica del proprio territorio, attualmente la zonizzazione acustica è in fase di approvazione, pertanto le considerazioni verranno tratte con riferimento ai valori indicati dalla cartografia attualmente presente presso il portale di Regione Lombardia e dalle indicazioni fornite dall'Ufficio Tecnico Comunale.

Prima di procedere all'esecuzione dei rilievi fonometrici sono stati effettuati sopralluoghi presso l'area in oggetto, per identificare eventuali sorgenti sonore specifiche che possono in qualche modo caratterizzare il risultato della misura.

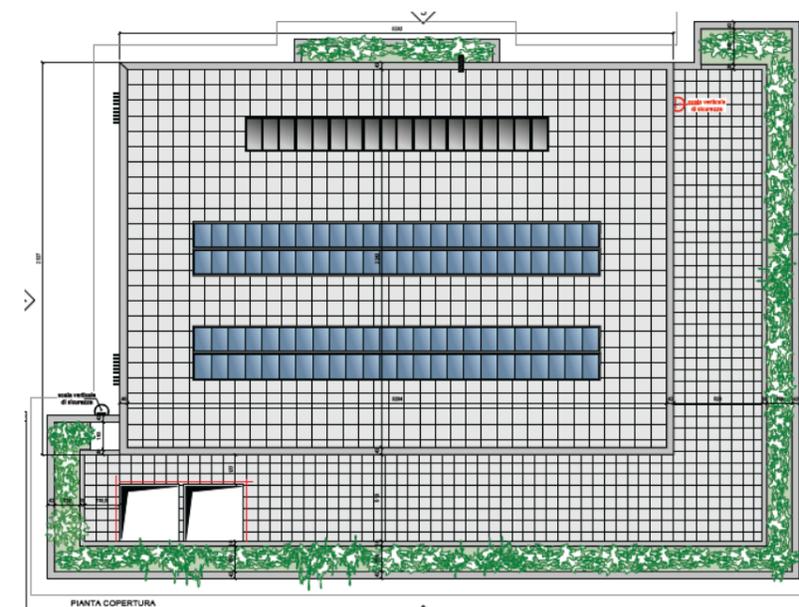
Le analisi in frequenza del livello di rumore residuo sono state effettuate per determinare lo stato di fatto/stato "0" presso l'area in esame.

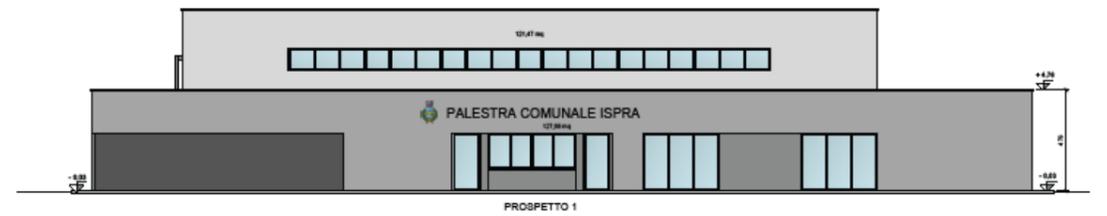
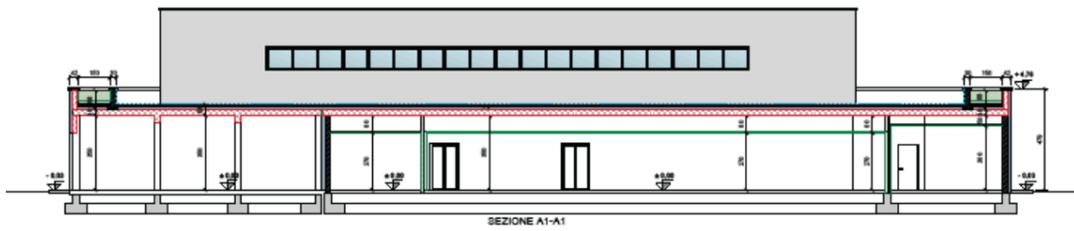
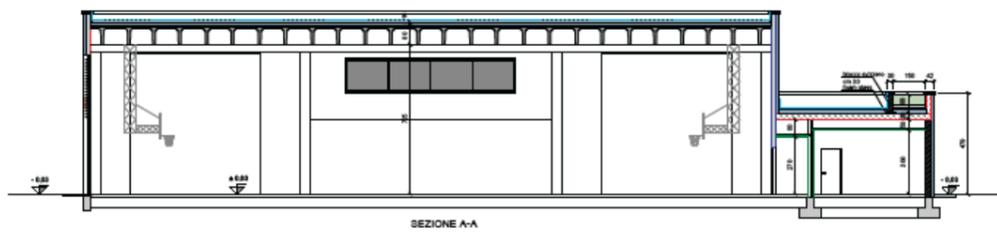
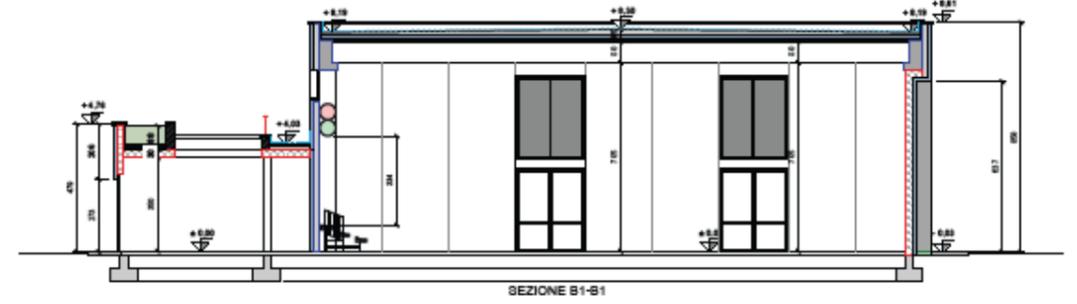
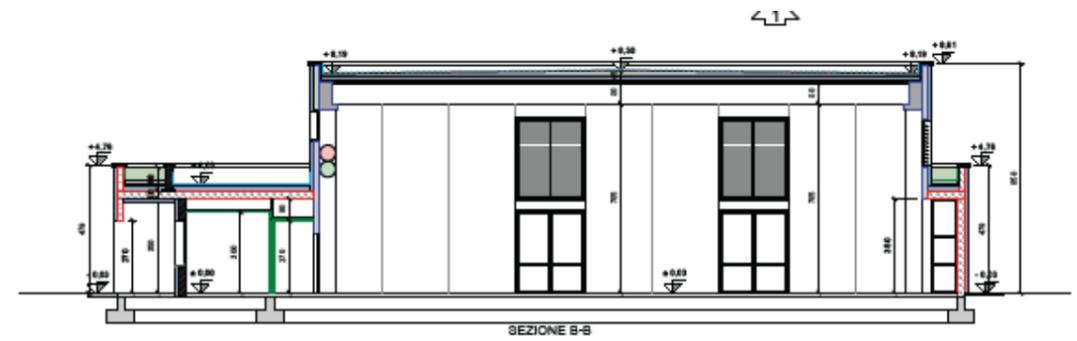
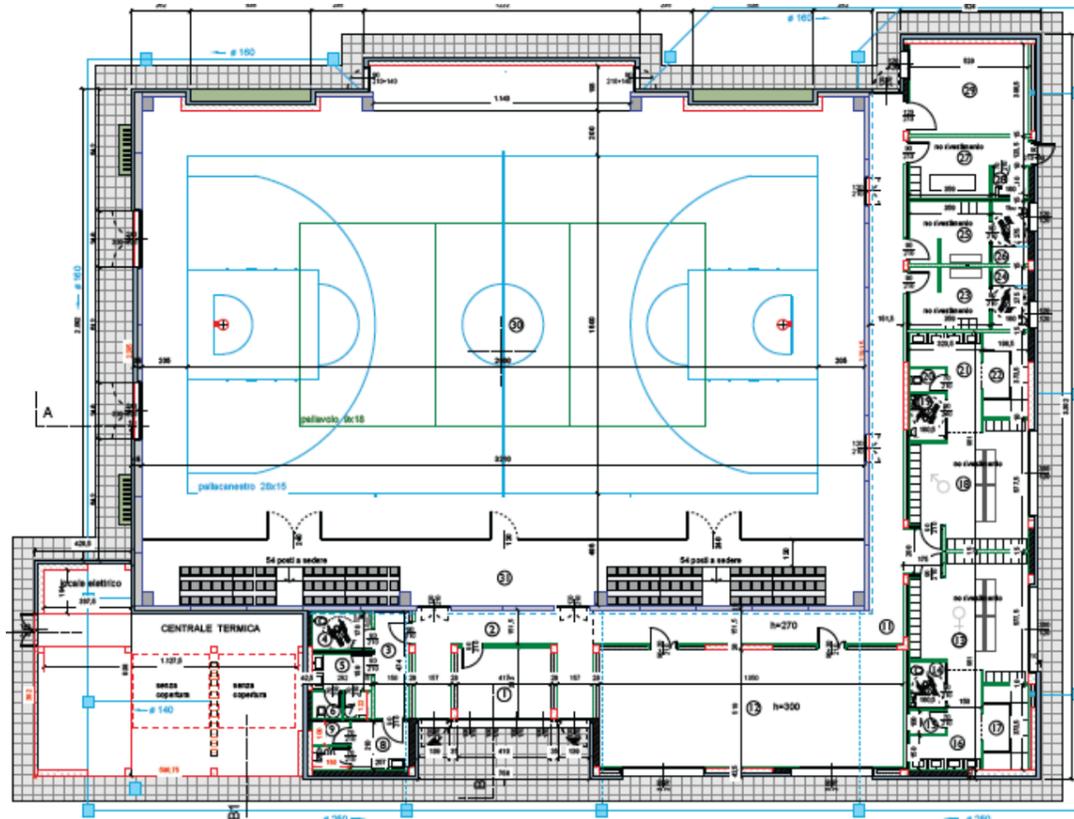
Successivamente è stata valutata tramite analisi empiriche la pressione sonora dettata dagli impianti installati dell'infrastruttura sportiva e dalla movimentazione indotta dal nuovo insediamento, verrà valutato il livello di pressione sonora portato dalla normale attività in questo modo sarà possibile valutare il livello di rumore ambientale e confrontarlo con i valori riscontrati con i limiti di zona vigenti.

<b>Identificazione</b>	<b>NUOVA PALESTRA COMUNALE ISPRA</b>
<b>Sede in esame</b>	<b>VIA SAN GIOVANNI BOSCO – ISPRA</b>
<b>Attività considerata</b>	<b>LUDICA – SPORTIVA</b>
<b>Tempo di riferimento - Tr</b>	<b>Diurno - Notturmo</b>
<b>Orari di attività</b>	<b>07:00- 22:00</b>
<b>Eventi sportivi o di spettacolo</b>	<b>Oltre le 22:00 – saltuariamente</b>

#### 4. OPERE IN PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

L'attività oggetto di valutazione è sita nel Comune di Ispra (VA) in zona al confine cittadino, al di fuori del centro abitato , la struttura verrà utilizzata prevalentemente nel tempo di riferimento diurno, saltuariamente o in caso di particolari esigenze si presuma che l'attività possa protarsi ne tempo di riferimento notturno.





### Specifiche principali sorgenti acustiche

Nello specifico, la principale sorgente portata dall'attività verso i recettori risulterà essere l'utilizzo e la movimentazione indotta del nuovo complesso sportivo, ben posizionato e schermato dalla conformità dei luoghi e del terreno

Risulta difficile in questa fase identificare con precisione le sorgenti effettivamente disturbanti nei confronti dei recettori sensibili maggiormente esposti, inserendosi l'attività in un'area altamente utilizzata per attività sportive all'aperto.

La struttura non prevede particolari sorgenti sonore e neppure una movimentazione importante dal punto di vista di carico e scarico merci.

Per valutare in maniera più esaustiva possibile l'eventuale disturbo ai recettori sensibili dettato dall'attività è stata scelta una strategia di indagine volta a misurare il livello di rumore residuo al recettore sensibili maggiormente esposto, valutando il livello di rumore ambientale dettato dagli impianti tecnologici, dall'utilizzo della struttura e sportiva e dalla movimentazione indotta.

Verrà successivamente analizzato il livello di pressione sonora dettato dalla movimentazione indotta

Livello equivalente stimato all'interno della struttura	In tempo di riferimento diurno in modo discontinuo	Palestra	70,0 dB(A)
Livello di pressione sonora stimato a filo facciata attività	In tempo di riferimento diurno in modo discontinuo	Filo facciata esterno	30,0 dB(A)

### sorgenti sonore non incidenti

Le ulteriori attività legate all'utilizzo della struttura svolte all'interno degli spazi interni come eventuale amministrazione, accettazione e movimentazione personale interno risultano essere ragionevolmente non incidenti ai fini della valutazione di impatto acustico.

### Interventi di bonifica acustica

Al momento non vengono preventivati interventi di bonifica acustica, ragionevolmente il nuovo involucro edilizio che conterrà il reparto produttivo avrà un potere fonoisolante di circa 40 dB.

### 5. IDENTIFICAZIONE E DESCRIZIONE DEI RICETTORI PRESENTI

Per Ricettore: qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree esterne destinate ad attività ricreative e allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai piani regolatori generali vigenti alla data di presentazione della documentazione previsionale di impatto acustico.

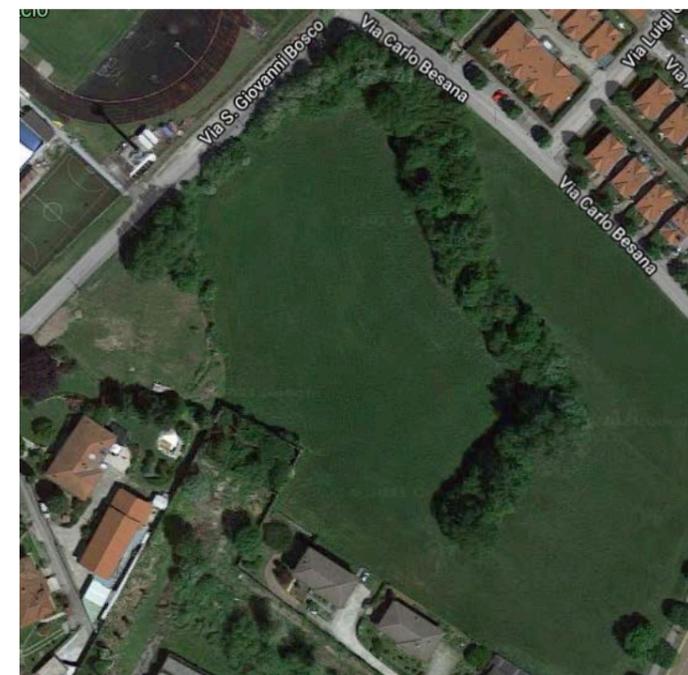
Area di studio: l'area di studio è la porzione di territorio entro la quale incidono gli effetti della componente rumore prodotti durante la realizzazione e l'esercizio dell'opera o attività in progetto e oltre la quale possono essere considerati trascurabili.

L'individuazione dell'area di studio può essere effettuata in modo empirico purché si basi su ipotesi cautelative.

Al fine di individuare i ricettori presenti è stata esaminata la cartografia relativa all'area e sono stati eseguiti alcuni sopralluoghi per verificarne le corrispondenze con la realtà.

I recettori sensibili maggiormente coinvolti dalla struttura sportiva in esame risultano essere le unità abitative posizionate nelle vicinanze del sito.

In prossimità dei suddetti, è stata effettuata campagna di misure per verificare il rispetto dei limiti normativi così come il criterio differenziale.



## 6. VALORI LIMITE PER CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

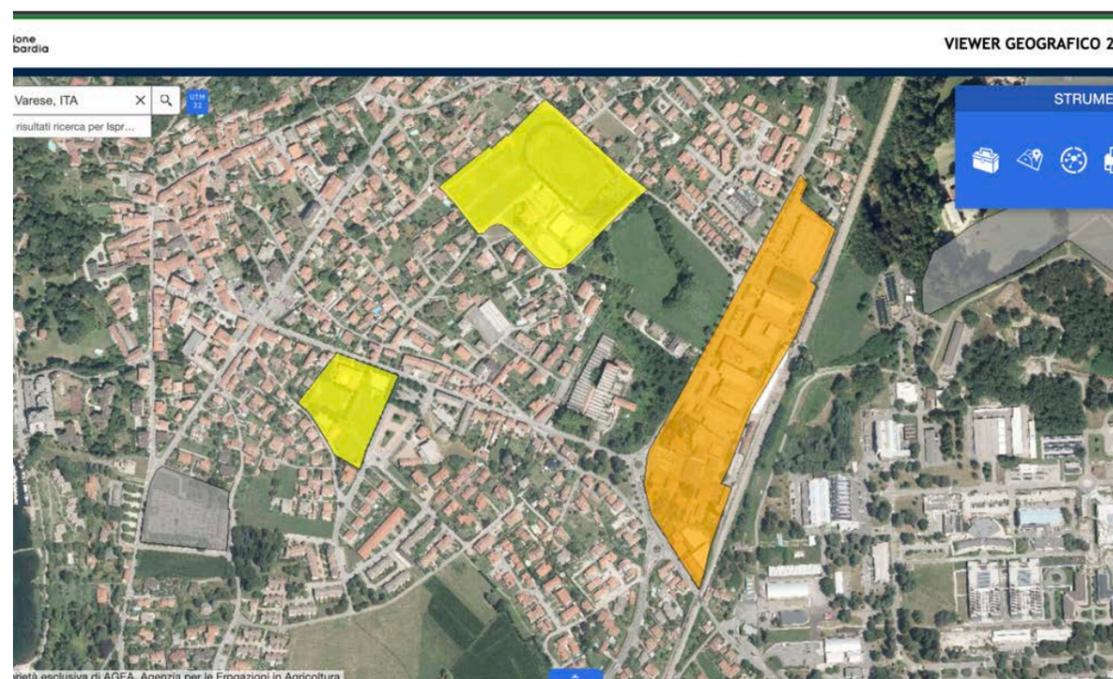
Il comune di Ispra stà deliberando la nuova zonizzazione acustica comunale in base al D.P.C.M. del 14 Novembre 1997.

L'edificio in progetto si inserisce ragionevolmente in una classe III del piano di zonizzazione acustica – Aree di tipo misto, i recettori sensibili presenti vengono inseriti presumibilmente in una classe II Aree di tipo misto del piano di zonizzazione acustica del comune di Ispra.

Classe destinazione d'uso	Riferimento	periodo diurno ( 6.00 ÷ 22.00 )	periodo notturno ( 22.00 ÷ 6.00 )
---------------------------	-------------	---------------------------------	-----------------------------------

III	Aree di tipo misto	55	45
-----	--------------------	----	----

II	Aree destinate ad uso residenziale	55	45
----	------------------------------------	----	----



estratto dal Piano di Zonizzazione Acustica in adozione nel Comune di Ispra

## 7. PRINCIPALI SORGENTI SONORE GIÀ PRESENTI

Per clima acustico si intendono le condizioni sonore esistenti in una determinata porzione di territorio, derivanti dall'insieme di tutte le sorgenti sonore naturali e antropiche.

Per valutare i livelli di rumore attualmente presenti nell'area sono stati effettuati alcuni sopralluoghi con periodi di osservazione sufficientemente lunghi al fine della caratterizzazione acustica dell'area.

Le sorgenti eventualmente disturbanti nei confronti dei recettori sensibili maggiormente esposti si identificano sostanzialmente nel rumore generato dagli impianti sportivi presenti .



Per valutare in maniera più esaustiva possibile l'eventuale disturbo ai recettori sensibili dettato dall'attività è stata scelta una strategia di indagine volta a misurare il livello di rumore residuo al recettore sensibili maggiormente esposto, misurando il livello di rumore ambientale dettato dagli impianti tecnologici e dall'utilizzo della struttura sportiva nonché dalla movimentazione indotta stimando quindi il rumore ambientale prodotto dal nuovo insediamento.

Una volta valutati i livelli di pressione sonora delle sorgenti, e valutato il livello di rumore ambientale ai recettori presenti, è possibile verificare il rispetto dei limiti previsti dl piano di zonizzazione acustica comunale nonché il criterio differenziale.

Al fine di ottenere delle indicazioni in merito ai livelli di rumore attualmente presenti nell'area nel corso dei sopralluoghi sono stati eseguiti alcuni rilievi fonometrici, utilizzando strumentazione di misura conforme alla classe I secondo quanto indicato dalle vigenti normative.

## 8. MONITORAGGIO ACUSTICO

Strumentazione utilizzata:

Tipo	Marca e modello	N. Matricola	Data taratura	Certificato di taratura n.
Fonometro integratore	Larson & Davis 831	1457	15.12.2020	163/24066-A
Calibratore	Larson & Davis CAL200	5934	15.12.2020	163/24065-A

Le misurazioni fonometriche sono state eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia o neve e con velocità del vento inferiore a 5 m/s. Il microfono è dotato di cuffia antivento, la calibrazione della catena fonometrica è stata effettuata all'inizio del ciclo di rilievi ed è stata verificata al termine dello stesso.

Al fine di caratterizzare il livello di rumore residuo sono state predisposte postazioni di misura situate in corrispondenza dei recettori in posizioni considerate significative dei futuri livelli di esposizione in considerazione dei recettori sensibili presenti in zona.

L'analisi spettrale effettuata per bande normalizzate di ottava, ha permesso di verificare l'assenza di componenti tonali udibili.

## 9. RILEVAMENTI FONOMETRICI

In data 30 Settembre 2021 sono state effettuate delle misurazioni acustiche presso i ricettori indicati e si sono pertanto valutati i livelli equivalenti di rumore residuo.

La seguente tabella riporta le specifiche dei rilevamenti fonometrici effettuati durante il Tempo di osservazione

### Tempo di riferimento

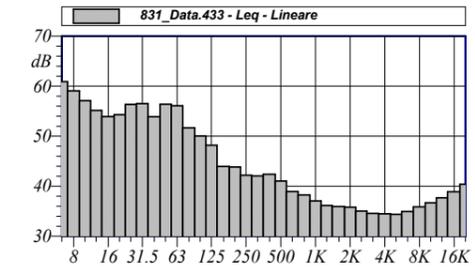
Posizione di misura - caratteristiche rilievo	Db
RICETTORE R1	47,8 dB(A)

Nome misura: 831\_Data.433  
 Località:  
 Strumentazione: 831 0001457  
 Durata misura [s]: 3252.8  
 Nome operatore:  
 Data, ora misura: 30/09/2021 10:07:44  
 Over SLM: 0 Over OBA: 0

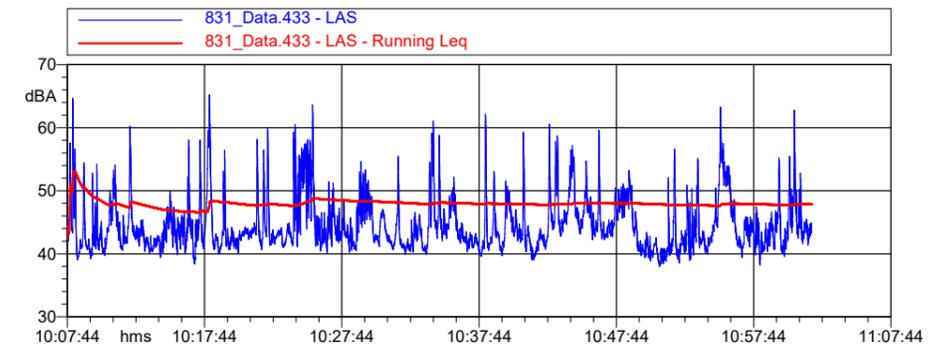
L1: 59.6 dBA L5: 53.5 dBA  
 L10: 50.7 dBA L50: 46.4 dBA  
 L90: 45.4 dBA L95: 45.2 dBA

**L<sub>Aeq</sub> = 47.8 dB**

831_Data.433 Leq - Lineare			
dB	dB		dB
6.3 Hz	60.9 dB	100 Hz	50.1 dB
8 Hz	59.1 dB	125 Hz	48.2 dB
10 Hz	57.1 dB	160 Hz	44.0 dB
12.5 Hz	55.2 dB	200 Hz	43.8 dB
16 Hz	53.9 dB	250 Hz	42.2 dB
20 Hz	54.3 dB	315 Hz	42.1 dB
25 Hz	56.4 dB	400 Hz	42.4 dB
31.5 Hz	56.5 dB	500 Hz	41.0 dB
40 Hz	53.9 dB	630 Hz	38.9 dB
50 Hz	56.4 dB	800 Hz	38.3 dB
63 Hz	56.1 dB	1000 Hz	37.1 dB
80 Hz	51.7 dB	1250 Hz	36.1 dB
		1600 Hz	35.9 dB
		2000 Hz	35.8 dB
		2500 Hz	35.0 dB
		3150 Hz	34.6 dB
		4000 Hz	34.5 dB
		5000 Hz	34.4 dB
		6300 Hz	34.9 dB
		8000 Hz	35.9 dB
		10000 Hz	36.7 dB
		12500 Hz	37.7 dB
		16000 Hz	38.9 dB
		20000 Hz	40.4 dB



Annotazioni:



831_Data.433 LAS			
Nome	Inizio	Durata	Leq
Totale	10:07:44	00:54:12.800	47.8 dBA
Non Mascherato	10:07:44	00:54:12.800	47.8 dBA
Mascherato		00:00:00	0.0 dBA

## Strategia di indagine

E' stata adottata una strategia d'indagine articolata nelle seguenti fasi:

1. ANALISI STATO DI FATTO attraverso l'esecuzione di rilievi fonometrici al perimetro dell'attività oggetto di valutazione, in modo da caratterizzare il clima acustico allo stato "0" l'indagine è stata svolta per il periodo di riferimento presso recettori sensibili maggiormente esposti
2. VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO stimando il livello di rumore ambientale in modo da poter ottenere il livello differenziale di rumore, ai ricettori sensibili.

## Analisi Stato di Fatto

Ai fini del monitoraggio per la caratterizzazione del clima acustico attuale sono state svolte le seguenti attività:

- a. Raccolta dati pregressi: svolta in tempi ristretti a cavallo delle attività di rilevazione dati, finalizzata all'acquisizione di informazioni relative alla classificazione acustica del territorio;
- b. Sopralluoghi preliminari sul campo: prima dell'effettuazione dei rilievi fonometrici è stato effettuato un sopralluogo preliminare al fine di verificare l'eventuale presenza di ricettori sensibili nelle vicinanze dell'insediamento produttivo;
- c. Attività di rilevamento dati in sito: l'attività di rilevamento dati in sito è stata condotta mediante rilievi a campione in prossimità del perimetro dell'area in oggetto al fine di caratterizzare il clima acustico attuale;
- d. Attività di analisi dei dati raccolti: al termine della fase di rilevamento dati in sito è stata condotta la successiva fase di analisi in laboratorio per l'elaborazione dei dati acquisiti.

## Raccolta dati pregressi

Per la raccolta di informazioni in merito alla zonizzazione acustica dell'area in questione, di cui alla Legge 447/95, si è fatto riferimento alla zonizzazione acustica effettuata dal comune di Ispra.

La ricerca effettuata ha consentito di determinare la classe di destinazione d'uso del territorio ove si inserisce l'area in esame e la classe di destinazione d'uso ove sono inseriti i ricettori presenti.

## 10. LIVELLI DI RUMOROSITA' AMBIENTALE

### Valutazione dell'impatto acustico nell'ambiente esterno movimentazione indotta.

. Tale valutazione sarà condotta analizzando i livelli di pressione sonora, considerando una sorgente lineare identificata come traffico veicolare dettato dalla nuova urbanizzazione,.

Per trovare il livello sonoro in un secondo prendendo in considerazione un periodo di tempo che va dalle 6 alle 22 (periodo diurno), calcolo:  $N = 3600 \text{ sec} \times 16 \text{ h} = 57600 \text{ sec}$  (numero di secondi in 16 ore)

In ambiente esterno un altro parametro da stabilire è la rumorosità di ogni singolo veicolo.

Questo parametro viene definito SEL ( single event level ) e rappresenta l'energia totale del passaggio di un veicolo che viene impaccata in un secondo.

$$SEL = L_{EQ} + 10 \log \frac{T_{Leq}}{T_{SEL}}$$

$$SEL = L_{EQ} + 10 \log 57600 = 47.6 \text{ dB}$$

SI IPOTIZZA UN DATO DI FLUSSO STRADALE PARI 600 AUTO GIORNO / NOTTE

Considerando una strada come sorgente sonora, calcoliamo il livello sonoro (usando il P.U.T. piano urbanistico del traffico), e verifichiamo il livello di pressione sonora a 8 mt di distanza considerata come distanza minima tra sorgente e recettore

Ogni veicolo ha il suo SEL caratteristico.

Calcolati a 7.5 metri dalla sorgente sonora (come avviene nelle prove di omologazione di ogni veicolo) abbiamo:

SEL AUTOVETTURA	70,0 dB(A)
-----------------	------------

$$SEL \text{ TOTALE} = 10 \log [ 600 \times 10 \text{ (alla } 70/10) ] = 97,7$$

$$Leq = SEL - 10 \log 57600$$

$$Leq = 97,7 - 47,6 = 50,1$$

### Valutazione dell'impatto acustico nell'ambiente esterno

Dopo aver caratterizzato i livelli di rumore residuo e ambientale nell'area, si procede alla valutazione di impatto acustico dell'attività. Tale valutazione sarà condotta analizzando i livelli di pressione sonora, verificando il rispetto dei valori limite assoluti di immissione, di emissione ed i valori differenziali ai recettori.

Posizione di misura	Lr	Sorgente lineare	Sorgente specifica A filo facciata
Recettore	48,0 dB(A)	50,1 dB(A)	30,0 dB(A)

Postazione	Tipo di rumore	La tot dB(A)
Recettore	La Tot (Lr+ La )	$48,0 + 50,1 + 30,0 = 52,2$ dB(A)

### Livello differenziale

Il livelli misurati, arrotondati a 0,5 dB(A), sono stati considerati per i successivi calcoli.

	Livello di rumore residuo (L <sub>R</sub> )  LEQ	Livello immissione (L <sub>A</sub> )  LEQ	Differenziale (L <sub>A</sub> - L <sub>R</sub> )
<b>Ricettore R1</b>	<b>48,0 dB(A)</b>	<b>52,0 dB(A)</b>	<b>+ 4,0 dB(A)</b>

**I livelli misurati e calcolati si riferiscono al confine di proprietà, all'interno dell'abitazione dei recettori sensibili il differenziale di 3 db durante il tempo di riferimento notturno sarà ragionevolmente rispettato**

### Immissione sonora - DIURNO \_ valore rispettato

	Livello acustico al ricettore	Classe acustica di riferimento	Valore limite di immissione sonora
<b>Ricettore R1</b>	<b>52,0 dB(A)</b>	<b>II</b>	<b>55,0 dB(A)</b>

### Emissione sonora - DIURNO \_ valore rispettato

	Livello acustico alla sorgente	Classe acustica di riferimento	Valore limite di emissione sonora
<b>Ricettore R1</b>	<b>52,0 dB(A)</b>	<b>III</b>	<b>55,0 dB(A)</b>

## 11. CONSIDERAZIONI

Ai sensi dell'art. 4 del D.P.C.M. 14.11.1997 devono essere applicati i valori limite differenziali di immissione ai recettori sensibile, 5 dB(A) per il periodo diurno e 3 dB(A) per il periodo notturno.

I valori limite differenziali riguardano la differenza tra il rumore ambientale ed il rumore residuo.

Con i dati di progetto attualmente in possesso si evidenzia il rispetto del valore limite differenziale ai recettori limitrofi .

L'inserimento della struttura sportiva appare congruo con la destinazione d'uso della intera zona, classe II / III del piano di zonizzazione acustica comunale .

Ragionevolmente l'intero frammento urbano entro il quale si sviluppa il piano integrato d'intervento sarà più compatibile con una classe IV del piano di zonizzazione acustica comunale.

## 12. CONCLUSIONI

Il presente studio ha consentito, con i dovuti margini d'errore legati agli strumenti analitici e alla incertezza dei dati d'ingresso forniti dalla committenza, di valutare previsionalmente l'impatto acustico portato dall'insediamento della nuova palestra comunale.

L'obiettivo dello studio è stato quello di effettuare un monitoraggio acustico del sito ed una valutazione degli impatti derivanti dall'attività di messa in funzione dell'impianto sportivo in ottemperanza a quanto prescritto nella legge quadro sull'inquinamento acustico dalla Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", art. 8, comma 4.

L'impatto acustico è da considerarsi congruo con il tipo di attività, rapportato al livello equivalente sempre presente in zona.

Ai sensi della zonizzazione acustica del Comune di Ispra i valori limite assoluti per il livello sonoro continuo equivalente Leq al confine dell'attività saranno ragionevolmente rispettati.

Si ritiene, come espresso nei capitoli precedenti, che anche il criterio differenziale presso i recettori sensibili venga rispettato.

Alla luce di quanto esposto, si conclude che l'attività esercitata non modificherà il clima acustico della zona, rientrando nei limiti di zona dedicati alle Aree di tipo misto, salvo comunque il rispetto del codice civile e del non superamento della soglia della normale tollerabilità sul rumore di fondo.

Per l'attività in analisi, sarà rispettato il limite assoluto di immissione ed emissione sonora oltre ai valori differenziali ai recettori.

A seguito dei monitoraggi effettuati, la rumorosità immessa in ambiente esterno caratterizzata dall'attività di esercizio risulta conforme alle vigenti normative in materia di inquinamento acustico, l'attività oggetto della valutazione di impatto acustico appare compatibile acusticamente con la zona in esame.

## ALLEGATO 1 \_ CERTIFICATI DI TARATURA DEL FONOMETRO

 <b>SkyLab</b> Sky-lab S.r.l. Area Laboratori Via Belvedere, 42 Arcore (MB) Tel. 039 5783463 skylab.taratura@outlook.it	Centro di Taratura LAT N° 163 Calibration Centre Laboratorio Accreditato di Taratura Accredited Calibration Laboratory		 LAT N° 163
Pagina 1 di 4 Page 1 of 4			
<b>CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 24065-A</b> <i>Certificate of Calibration LAT 163 24065-A</i>			
- data di emissione date of issue	2020-12-15	<p>Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accertamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta la capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.</p> <p><i>This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.</i></p>	
- cliente customer	STUDIO C.T. 19 20013 - MAGENTA (MI)		
- destinatario receiver	STUDIO C.T. 19 20013 - MAGENTA (MI)		
- data di ricezione oggetto date of receipt of item	2020-12-15		
- data delle misure date of measurements	2020-12-15		
- registro di laboratorio laboratory reference	Reg. 03		
<b>Si riferisce a</b> Referring to	Calibratore		
- oggetto item	Larson & Davis		
- costruttore manufacturer	CAL200		
- modello model	5934		
- matricola serial number			
<p>I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.</p> <p><i>The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedure given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.</i></p> <p>Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.</p> <p><i>The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.</i></p>			

Direzione tecnica  
(Approving Officer)



  
ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI  
E INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO  
DOTT. ARCH.  
GIOVANNI FILIPPINI  
N° 15909

Arch. Giovanni Filippini  
Tecnico competente in acustica ambientale



**Sky-lab S.r.l.**  
 Area Laboratori  
 Via Belvedere, 42 Arcore (MB)  
 Tel. 039 5783463  
 skylab.taratura@outlook.it

Centro di Taratura LAT N° 163  
 Calibration Centre  
 Laboratorio Accreditato di Taratura  
 Accredited Calibration Laboratory



LAT N° 163

Pagina 1 di 9  
 Page 1 of 9

**CERTIFICATO DI TARATURA LAT 163 24066-A**  
 Certificate of Calibration LAT 163 24066-A

- data di emissione  
 date of issue 2020-12-15  
 - cliente  
 customer STUDIO C.T. 15  
 20013 - MAGENTA (MI)  
 - destinatario  
 receiver STUDIO C.T. 15  
 20013 - MAGENTA (MI)

Si riferisce a  
 Referring to  
 - oggetto  
 item Fonometro  
 - costruttore  
 manufacturer Larson & Davis  
 - modello  
 model 831  
 - matricola  
 serial number 1457  
 - data di ricevimento oggetto  
 date of receipt of item 2020-12-15  
 - data delle misure  
 date of measurements 2020-12-15  
 - registro di laboratorio  
 laboratory reference Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 163 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 163 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the Issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

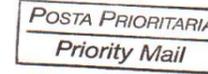
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore k vale 2.

The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione tecnica  
 (Approving Officer)

**ALLEGATO 2\_ DELIBERA REGIONALE**  
**TECNICI COMPETENTI NEL CAMPO DELL'ACUSTICA AMBIENTALE**



Regione Lombardia

Giunta Regionale  
 Direzione Generale  
 Qualità dell'ambiente

Egr. Sig.  
 FILIPPINI GIOVANNI  
 Via Della Valle, 15  
 20087 ROBECCO SUL NAVIGLIO (MI)

Milano: 28 NOV 2008

Prot. T1 2008.00 26450

TC 1124

Oggetto: Decreto del 25 novembre 2008, n. 13655, avente per oggetto: Valutazione delle domande presentate alla Regione Lombardia per il riconoscimento della figura professionale di "tecnico competente" nel campo dell'acustica ambientale, ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7, della Legge 447/95.

Si trasmette, in allegato, copia conforme all'originale del decreto indicato in oggetto, col quale Lei è stato riconosciuto "tecnico competente" in acustica ambientale.

Distinti saluti.

Il Dirigente della Struttura  
 (Dott. Giuseppe Bruno)

All:1

Il Funzionario Referente: Enrico Pozzi (tel.02 67655067)

Unità Organizzativa Programmazione e Progetti Speciali di Protezione Ambientale  
 Struttura Prevenzione Inquinamenti e Progetti Speciali  
 Via Taramelli, 12 - 20124 Milano - http://www.regione.lombardia.it  
 Tel. 02/6765.4356 - Fax 02/6765.4406

# RELAZIONE ACUSTICA

## NUOVA PALESTRA COMUNALE

### COMUNE DI ISPRA - VA

### VARIANTE PII AREA INDUSTRIA EX CAMICERIA LEVA

**Tigros S.p.a.**

VALUTAZIONE PREVISIONALE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI  
D.P.C.M. 05.12.97

OTTOBRE 2021

## LEGENDA

1. <i>PREMESSA</i> .....	2
2. <i>DESCRIZIONE DELL'INCARICO</i> .....	4
3. <i>QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO</i> .....	7
4. <i>FUTURI SCENARI NORMATIVI</i> .....	11
5. <i>NORMATIVA DI RIFERIMENTO IN MATERIA DI ISOLAMENTO ACUSTICO IN CAMPO SCOLASTICO</i> .....	13
6. <i>NORME VOLONTARIE DI RIFERIMENTO</i> .....	14
7. <i>DEFINIZIONI</i> .....	16
8. <i>MODALITÀ DI MISURA E METODO PREVISIONALE</i> .....	20
9. <i>IL PROGETTO</i> .....	24
10. <i>Calcolo dell'indice di potere fonoisolante apparente (R'w)</i> .....	27
11. <i>Calcolo dell'indice di isolamento acustico di facciata (D2mnTw)</i> .....	28
12. <i>DESCRIZIONE DELLE PARETI</i> .....	29
13. <i>verifica isolamento AEREO R'W dei divisori verticali</i> .....	38
14. <i>verifica isolamento DI FACCIATA</i> .....	39
15. <i>CRITERI DI POSA IN OPERA</i> .....	40
16. <i>IMPIANTI</i> .....	43
17. <i>ACCORGIMENTI DI POSA IN OPERA PER COMPONENTI VETRATI</i> .....	47
<i>ACCORGIMENTI DI POSA IN OPERA PER PAVIMENTI</i> .....	48
18. <i>CONCLUSIONI</i> .....	49

## ALLEGATI

- DELIBERA REGIONALE - TECNICO COMPETENTE NEL CAMPO DELL'ACUSTICA AMBIENTALE

## 1. PREMESSA

Fra le componenti del comfort ambientale, vi è senza dubbio il “benessere acustico”, unanimamente riconosciuto come uno dei fattori che concorrono a determinare la qualità della vita.

Per raggiungere lo scopo del benessere acustico occorre eliminare o contenere “l’inquinamento acustico” dipendente in varia misura da numerosi fattori.

Ne deriva pertanto la necessità di migliorare le “condizioni acustiche” degli ambienti, sia interni che esterni, ricorrendo alla moderna tecnologia che, sulla base di ricerche specifiche, ha messo a punto sistemi di produzione e controllo delle emissioni sonore con una vasta gamma di soluzioni progettuali, che tengono conto dei tre fattori che definiscono fisicamente il suono: l’intensità, la frequenza e la durata.

Si definisce rumore qualsiasi perturbazione sonora prodotta da un succedersi irregolare di vibrazioni.

Esso viene distinto dal suono in quanto è generato da onde di pressione sonora irregolari e non periodiche, che vengono percepite come sensazioni uditive sgradevoli e fastidiose.

La sensazione di rumore è senza dubbio soggettiva e pertanto variabile da persona a persona.

L’isolamento acustico di un edificio o di parte di esso deve sempre prendere in considerazione due principali tipologie di rumore: rumore aereo e rumore impattivo.

A sua volta il rumore che si propaga per via aerea può essere suddiviso, a seconda della provenienza, in rumore da fonti interne e in rumore da fonti esterne.

Il rumore prodotto da quest’ultime fonti si trasmette all’interno dell’edificio attraverso le superfici dell’involucro edilizio, trovando delle vie preferenziali di trasmissione attraverso le componenti meno resistenti al passaggio delle onde sonore, che vanno così ad influenzare la prestazione globale della facciata o del divisorio.

Al fine di ridurre l’esposizione umana al rumore, con la relazione di previsione o di valutazione va dimostrato quindi il rispetto dei limiti stabiliti dal D.P.C.M. del 5 dicembre 1997, in attuazione dell’Art.3 comma1, lettera E, della Legge 26 Ottobre 1995, n°447.

Il Decreto stabilisce i requisiti tecnici a cui riferirsi nella realizzazione degli edifici.

In particolare classifica gli ambienti abitativi in sette categorie e stabilisce per ognuna di esse i requisiti acustici passivi degli edifici, definendo nel contempo i livelli massimi di rumore per gli impianti tecnologici.

Il D.P.C.M. 5/12/1997 si prefigge di migliorare la qualità di vita negli ambienti abitativi, in relazione al rumore proveniente dall’esterno e di armonizzare le tecniche costruttive degli edifici, per quanto riguarda le prestazioni acustiche dei singoli elementi costruttivi mediante l’imposizione del rispetto di specifici parametri acustici (indici e livelli).

La progettazione acustica (fase *ante operam*) di una nuova struttura edilizia fa sì infatti che sia realizzata un’opera che garantisca condizioni di benessere acustico a coloro che vi risiedono, mediante una valutazione dei parametri in fase progettuale effettuata con opportuni software previsionali.

Il collaudo acustico (fase *post operam*) è una procedura obbligatoria anche per lo stesso ottenimento dell’abitabilità della nuova struttura edilizia; la responsabilità dell’esecuzione delle verifiche acustiche (mediante idonea strumentazione tecnica) è a carico del progettista, dell’impresa edile e/o della direzione lavori che deve affidare ad personale competente l’incarico dell’accertamento in opera per il rispetto dei parametri richiesti dalla normativa vigente.

## 2. DESCRIZIONE DELL'INCARICO

A seguito dell'incarico da parte dello studio di progettazione L'Officina Architetti Associati di Varese per conto della proprietà, è stato predisposto il presente documento che contiene le prescrizioni progettuali necessarie all'ottimizzazione delle prestazioni acustiche per l'intervento di nuova costruzione, nuova palestra comunale sita nel comune di Ispra sulla via San Giovanni Bosco, con riferimento ai requisiti passivi acustici.

La legge e la normativa impongono infatti che per l'edilizia pubblica siano soddisfatte oltre alle prestazioni di isolamento acustico tra ambienti, per rumori aerei che per rumori impattivi, ed il rumore prodotto dagli impianti a corredo degli edifici, siano rispettati i Criteri Ambientali Minimi previsti per gli appalti pubblici, CAM CRITERI AMBIENTALI MINIMI

La presente valutazione si rivolge esclusivamente alla progettazione dei requisiti acustici passivi del manufatto.

Il presente lavoro si pone l'obiettivo di ottimizzare le scelte progettuali e di cantiere relative alle partizioni verticali e orizzontali, nonché alle tubazioni idro-sanitarie, necessarie a garantire l'adeguato isolamento acustico.

La consulenza richiesta si pone esclusivamente come supporto alla fase progettuale e non per la direzione lavori sotto il profilo acustico dell'opera.

La progettazione acustica è redatta ai sensi del DPCM 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", legge attualmente ancora vigente e del DM 11 Gennaio 2017 sui Criteri Ambientali Minimi.

Per la progettazione si seguiranno le norme UNI EN 12354 "Valutazione delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti" e delle UNI/TR 11175:2005 "Guida alle nuove serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici in applicazione alla tipologia costruttiva nazionale".

L'esperienza insegna come spesso vi siano discordanze anche di alcuni dB tra i valori teorici di isolamento acustico e i valori misurati in sito sui manufatti realizzati. Queste differenze sono prevalentemente da attribuire alle normali procedure di posa in cantiere, le quali, se non esattamente conformi a quelle ipotizzate in sede di progetto, possono creare ponti acustici dagli esiti molto incerti e di difficile valutazione in sede teorico-progettuale.

La direzione dei lavori deve quindi vigilare che siano garantite tutte le migliori condizioni di posa dei materiali, secondo le schede tecniche degli stessi e l'indicazione dei vari progettisti coinvolti, nonché, naturalmente, secondo le prescrizioni qua impartite.

Si fa inoltre presente che le formule analitiche usate nei calcoli previsionali derivano da relazioni ottenute da modelli matematici estrapolati su base empirica, tali da comportare risultati finali con valori che possono differire (anche in condizioni di buona e corretta posa in opera) di qualche dB rispetto al calcolo teorico.

Si raccomanda all'atto costruttivo una particolare attenzione nella realizzazione delle interconnessioni tra gli elementi (siano essi partizioni verticali o orizzontali, impianti...etc) che possano avere un particolare riflesso sulle prestazioni acustiche dell'opera; si raccomanda pertanto di concordarle con la direzione lavori.

Il relatore della presente è in possesso della qualifica di cui all'art. 2, commi 6 e 7 della Legge 447/95, per lo svolgimento dell'attività di "Tecnico Competente" nel campo dell'acustica ambientale.

Si segnala al Committente che le relazioni analitiche di calcolo previsionale contenute nelle norme vigenti non sono relazioni esatte, ma derivate da modelli matematici estrapolati su base empirica.

Esse sono caratterizzate da uno scarto tipo compreso tra 1,5 e 2 dB, pertanto a livello statistico si ha il 90% di probabilità che il risultato reale sia compreso in  $\pm 3,3$  dB rispetto il dato di progetto.

N.B. Tutto quanto contenuto nella presente relazione è solo ed esclusivamente inerente gli aspetti acustici dell'edificio.

Nella presente relazione vengono calcolati analiticamente i requisiti acustici passivi previsti per l'intervento edilizio finalizzato alla realizzazione della nuova palestra comunale nel comune di Ispra.

Scopo della presente relazione, redatta ai sensi della *Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico"* e del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 "*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*", è la valutazione preventiva delle prestazioni acustiche passive degli edifici.

Si è proceduto alla determinazione preventiva degli indici di valutazione di cui il citato D.P.C.M. 5/12/1997 definisce i limiti, riportati nella Tabella 1, in funzione della destinazione d'uso degli edifici.

	Parametri				
	$R'_w$ (*) $\geq$	$D_{2m,nT,w}$ $\geq$	$L'_{n,w}$ $\leq$	$L_{ASmax}$ $\leq$	$L_{Aeq}$ $\leq$
Ospedali, Cliniche (cat. D)	55	45	58	35	25
Abitazioni, Alberghi (cat. A, C)	50	40	63	35	35
Scuole (cat. E)	50	48	58	35	25
<b>Uffici, palestre, negozi (cat. B, F, G)</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

(\*) Valori di  $R_w$  riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari

Il DM 11 gennaio 2017 sui "Criteri ambientali minimi" ha introdotto, per le gare di appalto degli edifici pubblici, alcune importanti novità sul tema del comfort acustico.

Nell'Allegato 2 al Paragrafo 2.3.5.6 si legge che:

- I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della Classe II della norma UNI 11367 (Tabella 1)
- I requisiti acustici passivi di ospedali, case di cura e scuole devono soddisfare il livello di "prestazione superiore" riportato nell'Appendice A della UNI 11367 .
- L'isolamento acustico tra ambienti di uso comune ed ambienti abitativi deve rispettare almeno i valori caratterizzati come "prestazione buona" nell'Appendice B della UNI 11367
- Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori di tempo di riverbero (T) e intelligibilità del parlato (STI) indicati nella norma UNI 11532.

Descrittore	Classe II
Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$ [dB]	$\geq 40$
Isolamento ai rumori tra unità immobiliari $R'_w$ [dB]	$\geq 53$
Livello di rumori da calpestio $L'_{nw}$ [dB]	$\leq 58$
Livello di rumore impianti continui $L_{ic}$ [dBA]	$\leq 28$
Livello di rumore impianti discontinui $L_{id}$ [dBA]	$\leq 33$

Tabella 1 – Norma UNI 11367 - Valori di Classe II

La relazione è stata redatta sulla base delle indicazioni riportate nel progetto fornite dalla committenza. Si precisa di non avere avuto nessun incarico per quanto concerne la direzione lavori sotto il profilo acustico dell'opera.

Lo studio è stato realizzato dalle persone di:

#### Arch. Giovanni Filippini

Ordine degli Architetti della Provincia di Milano n° MI – 15909

Tecnico competente in acustica ambientale Regione Lombardia (Decreto n° 13655/2008)

L'obiettivo della presente indagine, effettuata su richiesta dello studio tecnico di progettazione dell'opera, è quello di fornire una valutazione in riferimento ai seguenti parametri acustici caratterizzanti l'intervento.

Valori dei parametri indicati nel DPCM del 5/12/1997	
Cat. F – Palestre	
$R'_w \geq$ <b>50.0</b>	Indice del potere fonoisolante apparente
$D_{2m,nT,w} \geq$ <b>42.0</b>	Indice di valutazione dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
$L'_{n,w} \leq$ <b>55.0</b>	Indice di valutazione del livello apparente normalizzato di rumore da calpestio
$L_{Asmax} \leq$ <b>35.0</b>	Livello massimo di pressione sonora
$L_{Aeq} \leq$ <b>35.0</b>	Livello continuo equivalente di pressione sonora

### 3. QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

La normativa ha lo scopo di definire i limiti di isolamento acustico per tutti gli edifici con destinazione d'uso diversa da quella produttiva, al fine di prevenire il disturbo percepito all'interno degli ambienti abitativi per rumori provenienti dall'esterno dell'edificio, ma anche da rumori provocati all'interno dello stesso tra diverse unità immobiliari e/o dagli impianti a servizio.

Il riferimento legislativo, per quanto riguarda l'isolamento acustico, è il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 recante "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" .

#### Legge ordinaria del Parlamento n.447 del 26 ottobre 1995

La Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 117 della Costituzione, demandando a successivi decreti di attuazione le specifiche discipline atte a renderne concrete le intenzioni.

La legge statale ha in parte ripreso dal D.P.C.M. 01/03/1991 alcuni concetti base quali la zonizzazione acustica del territorio comunale, i piani comunali di risanamento, il piano regionale (triennale) di priorità d'intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico, basato sulle proposte comunali, ed i piani di risanamento delle imprese.

#### D.P.C.M. 05 dicembre 1997

Il 22 dicembre 1997 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale (Serie generale n° 297) il testo del D.P.C.M. 05 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici".

Scopo del decreto è quello di fissare criteri e metodologie per il contenimento dell'inquinamento da rumore all'interno degli ambienti abitativi allo scopo di ridurre l'esposizione umana al rumore

Con questo decreto finalmente sono stati imposti dei valori di isolamento acustico minimo da rispettare nelle costruzioni e abitazioni italiane. Esso si riferisce alle partizioni fra unità abitative distinte (muri e solette, sia per passaggio aereo che strutturale), alla facciata della costruzione (isolamento dall'esterno verso l'interno) e al livello di disturbo arrecato dagli impianti (p.e. ascensori, rumore delle tubazioni, etc.). Occorre sottolineare che il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 risulta vigente dalla data 6 febbraio 1998 e conseguentemente trova applicazione per le costruzioni edificate dopo tale data.

Per quanto concerne gli edifici realizzati in data antecedente all'emanazione del sopracitato Decreto occorre riferirsi al Regolamento di Igiene Tipo, già vigente in data anteriore all'emanazione del Decreto Nazionale 5 dicembre 1997.

Gli ambienti abitativi vengono classificati dal sopracitato D.P.C.M. in 7 diverse categorie:

<b>TABELLA A - Classificazioni degli Ambienti Abitativi (art. 2)</b>	
Categoria A:	edifici adibiti a residenza o assimilabili
Categoria B:	edifici adibiti ad uffici e assimilabili
Categoria C:	edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
Categoria D:	edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
Categoria E:	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
<b>Categoria F:</b>	<b>edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili</b>
Categoria G:	edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Le grandezze di riferimento prese in considerazione dal decreto sono:

<b>R<sub>w</sub></b>	Indice del potere fonoisolante apparente di partizione fra unità abitative differenti
<b>D<sub>2m,nT,w</sub></b>	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
<b>L<sub>n,w</sub></b>	Indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato
<b>L<sub>Aeq</sub></b>	Rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici a funzionamento continuo: impianti di riscaldamento, aerazione e condizionamento
<b>L<sub>ASmax</sub></b>	Rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici a funzionamento discontinuo: ascensori, scarichi idraulici, bagni, servizi igienici e rubinetteria

In relazione alla tipologia di edificio il D.P.C.M. fissa per le grandezze di riferimento, sopra descritte, i seguenti valori:

TABELLA B: requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici					
Categorie di cui alla Tabella A	Parametri				
	R <sub>w</sub>	D <sub>2m,nT,w</sub>	L <sub>n,w</sub>	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>ASmax</sub>
1. D	55	45	58	35	25
2. A, C	50	40	63	35	35
3. E	50	48	58	35	25
<b>4. B, F, G</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

**Note:**

- I valori di R<sub>w</sub> e D<sub>2m,nT,w</sub> e L<sub>n,w</sub> sono da intendersi come valori minimi consentiti.
- I valori di L<sub>n,w</sub>, L<sub>ASmax</sub> e L<sub>Aeq</sub> sono da intendersi come valori massimi consentiti.
- I valori di R<sub>w</sub> sono riferiti a elementi di separazione tra differenti unità immobiliari.
- I valori di D<sub>2m,nT,w</sub> sono riferiti a elementi di separazione tra ambienti abitativi e l'esterno.

Per il calcolo dei requisiti acustici passivi sono state utilizzate le indicazioni riportate nelle norme tecniche:

**LEGGE n. 447, 26.10.95** - Legge quadro sull'inquinamento acustico.

**DPCM 5.12.97** - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

**UNI EN 12354-1** - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti.

**UNI EN 12354-2** - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti.

**UNI EN 12354-3** - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

**UNI/TR 11175** - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici. Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale.

**UNI EN ISO 717-1** - Isolamento acustico per via aerea.

**UNI EN ISO 717-2** - Isolamento del rumore di calpestio.

**UNI 11173** - Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico.

**Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n° 3150, 22.05.1967** - Limiti per il tempo di riverberazione con riferimento all'edilizia scolastica.

**Decreto Ministeriale 18.12.75** - Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica.

**UNI 11532** - Acustica in edilizia. Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati.

**LEGGE n. 88, 07.07.09** - Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee - Legge comunitaria 2008.

**UNI 11367** - Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera.

**UNI EN ISO 16283-1** - Misure in opera dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea.

**UNI EN ISO 18233** - Applicazione di nuovi metodi di misurazione per l'acustica negli edifici e ambienti interni.

**UNI EN ISO 15186-2** - Misurazione mediante intensità sonora dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera.

**UNI EN ISO 10052** - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti. Metodo di controllo.

**UNI EN ISO 16032** - Misurazione del livello di press. sonora di impianti tecnici in edifici. Metodo tecnico progettuale.

**UNI EN ISO 3382-1** - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Sale da spettacolo.

**UNI EN ISO 3382-2** - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari.

**UNI EN ISO 3382-3** - Misurazione dei parametri acustici degli ambienti Open space.

**UNI 11296** - Linee guida per la progettazione, la selezione, l'installazione e il collaudo dei sistemi per la mitigazione ai ricettori del rumore originato da infrastrutture di trasporto.

**UNI 8199** - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione. Linee guida contrattuali e modalità di misurazione.

**UNI 8290-1 + A122** - Edilizia residenziale. Sistema tecnologico, classificazione e terminologia.

**UNI 8369-1** Edilizia - Chiusure verticali, classificazione e terminologia.

**UNI 8369-2** Edilizia - Pareti perimetrali verticali, classificazione e terminologia.

**ISO 15186-2** Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity.

**CEI EN 60268-16** Apparecchiature per sistemi elettroacustici.

I calcoli per la progettazione sono stati eseguiti utilizzando il software Echo 8.6.1 e fogli di calcolo Excel. In alcuni casi, considerate le tipologie costruttive adottate, sono state utilizzate formule matematiche tratte dalla più recente bibliografia, le quali, in base all'esperienza, risultano essere maggiormente aderenti ai risultati delle misurazioni in opera ed a favore di sicurezza.

Il problema dei rumori generati dagli impianti tecnologici viene affrontato proponendo una serie di prescrizioni di dettaglio, non esistendo ad oggi una norma tecnica che considera tale problematica.

#### 4. FUTURI SCENARI NORMATIVI

La Legge 88 del 07 luglio 2009 elenca le varie disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee e, nella fattispecie, l'articolo 11 di tale legge "*Delega al Governo per il riordino della disciplina in materia di inquinamento acustico*" il Governo è delegato ad adottare uno o più decreti legislativi per il riassetto e la riforma delle disposizioni in materia di inquinamento acustico, di requisiti acustici degli edifici e di determinazione e gestione del rumore ambientale, in conformità all'articolo 117 della Costituzione e agli statuti delle regioni a statuto speciale e delle province autonome di Trento e di Bolzano, nonché alle relative norme di attuazione.

Il 22 luglio 2010 è stata pubblicata la nuova norma UNI 11367 "*Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari - Procedura di valutazione e verifica in opera*", alla quale farà riferimento **un nuovo decreto legislativo di futura attuazione.**

La norma definisce la classificazione acustica degli edifici, basata su misure effettuate al termine dell'opera, che consentirà di informare i futuri proprietari/abitanti sulle caratteristiche acustiche dell'abitazione e di tutelare i vari soggetti che intervengono nel processo edilizio (progettisti, produttori di materiali da costruzione, costruttori, venditori, ecc.) da possibili successive contestazioni.

##### DECRETO 24 dicembre 2015

Adozione dei criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l'incontinenza. (16A00363) (GU Serie Generale n.16 del 21-1-2016)

##### DECRETO 11 gennaio 2017

Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti tessili. (17A00506) (GU Serie Generale n.23 del 28-1-2017)

##### DECRETO 11 ottobre 2017 – ATTUALMENTE IN VIGORE DAL 7 NOVEMBRE 2017

Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici. (17A07439) (GU Serie Generale n.259 del 06-11-2017)

UNI 11532

Il decreto CAM specifica che "Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532" (Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati) ed individua come descrittori almeno il tempo di riverbero (T) e lo STI (Speech Transmission Index).

Si evidenzia che la norma UNI 11532:2014, in vigore all'atto della pubblicazione del decreto, è stata sostituita dalla UNI 11532-1:2018 ed è in corso la scrittura delle parti successive della medesima norma (UNI 11532-2, UNI 11532-3, ecc.)

Sia la UNI 11532:2014 che la UNI 11532-1:2018 non prescrivono "valori specifici" per tempo di riverberazione e STI. La UNI 11532:2014 (ritirata) riportava varie tabelle con le prescrizioni in vigore in vari Paesi. La UNI 11532-1:2018 si limita invece ad elencare i descrittori.

I valori limite verranno indicati nelle prossime norme in fase di scrittura (UNI 11532-2, UNI 11532-3, ecc.). Al momento della pubblicazione di questa guida (settembre 2019) è in fase di inchiesta pubblica la UNI 11532-2 riguardante le prestazioni in edifici scolastici.

**5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO IN MATERIA DI ISOLAMENTO ACUSTICO IN CAMPO SCOLASTICO DA PRENDERE COME RIFERIMENTO**

L'edificio in oggetto NON fa parte degli edifici scolastici, ma per questa tipologia di edifici oltre al D.P.C.M 5.12.1997 e ai parametri ivi indicati, vi sono altri decreti con parametri aggiuntivi.

Riportiamo l'iter normativo per l'acustica degli edifici scolastici e una tabella riassuntiva che contenga i parametri complessivi di riferimento.

L'acustica degli edifici ad uso scolastico è stata considerata per la prima volta nel 1967 con la Circolare Min. LL.PP. – Pres. Consiglio Sup. – Serv. Tecnico Centr. – 22 Maggio 1967, n. 3150.

Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici." ove vengono forniti i primi valori di isolamento acustico tra aule adiacenti e sovrapposte, la rumorosità consentita ai servizi a funzionamento discontinuo e continuo ed il Tempo di Riverbero che aule, palestre ed altri ambienti scolastici devono avere.

La suddetta circolare, desunta dalla norma di carattere generale "Circ. 30 aprile 1966 N° 1769", presenta i valori riportati in Tabella

<b>Requisiti di capitolato (Art. 3 comma 3.2)</b>	<b>dB (a 500 Hz)</b>
Isolamento acustico fra due aule adiacenti	40
Isolamento acustico fra due aule sovrapposte	42
Livello di rumore di calpestio fra due aule sovrapposte	68
Servizi a funzionamento discontinuo	50 dB(A)
Servizi a funzionamento continuo	40 dB(A)

<b>Media dei Tempi di Riverbero (250-500-1000-2000 Hz) sec</b>	<b>sec</b>
Aule arredate con la presenza massima di due persone	1.2
Palestre	2.2

Nel 1975 il Decreto Ministeriale, "D.M. 18 Dicembre 1975. Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica", all'Art. 5 comma 5.1 riprende quanto già determinato nella Circolare n° 1769 e successiva n°3150.

A decorrere dalla data di entrata in vigore della Legge 11 Gennaio 1996 n° 23 "Norme per l'edilizia scolastica" tutte le norme relative all'edilizia scolastica non sono più applicabili fatto salvo quanto previsto all'Art. 5 comma 3 della Legge 11 Gennaio 1996 n° 23 relativamente all'acustica edilizia ove cita: "...omissis.... possono essere assunti quali indici di riferimento quelli contenuti nel decreto del Ministero dei lavori pubblici 18 dicembre 1975, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 2 febbraio 1976".

**Pertanto, sebbene tutte le altre norme tecniche relative all'edilizia scolastica siano state sostituite, quelle relative all'acustica degli edifici scolastici rimangono vigenti.**

Con l'entrata in vigore del **D.P.C.M. 5 Dicembre 1997** "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", vengono fissati nuovi parametri di isolamento acustico tra aule sovrapposte e facciate, nonché nuovi valori per la rumorosità degli impianti tecnologici.

Mentre i limiti per il Tempo di Riverbero, così come l'isolamento tra aule adiacenti, rimangono quelli riportati nella circolare del Ministero dei Lavori pubblici n. 3150 del 22 Maggio 1967. Infatti per quanto concerne l'Indice del potere fonoisolante apparente  $R'_w$ , il D.P.C.M. 5.12.97 esplicita l'applicazione tra distinte unità abitative senza contemplare la condizione di aule adiacenti o sovrapposte.

Si ritiene pertanto che a livello normativo i limiti di riferimento rimangano quelli esposti nella Circolare n°3150

**In tabella sono riportati i valori definitivi dei parametri, da rispettare nella realizzazione di edifici scolastici estrapolati dalla circolare n°3150 e dal D.P.C.M 5/12/1997.**

D.P.C.M 5/12/1997				Circolare n° 3150 22 Maggio 1967			
$D_{2m,nt,w}$	$L'_{n,w}$	$L_{A,max}$	$L_{A,eq}$	$R'_w$		Tempo riverbero	Tempo riverbero Palestra
				Adiac.	Sovrapp.		
48 dB	58 dB	35 dB	25 dB	40 dB	42 dB	1.2	≤ 2.2

## 6. NORME VOLONTARIE DI RIFERIMENTO

**A luglio 2010 è stata inoltre pubblicata una norma, UNI 11367: 2010** Acustica in edilizia – classificazione acustica delle unità immobiliari – procedure di valutazione e verifica in opera.

La suddetta norma nell'App. A, B e C contempla esplicitamente gli edifici ad uso collettivo quali scuole, ospedali, alberghi, ecc....

Sebbene l'applicazione della norma sia di tipo volontario, quanto in essa contenuto fornisce buone indicazioni e ottimi punti di riferimento per la definizione di un comfort acustico interno.

Dall'analisi delle suddette appendici, si evince che ulteriori parametri qualitativi sono stati inseriti quali per esempio l'isolamento tra aule e corridoi, il tempo di riverbero esplicitato per il parlato o per la musica e così via.

**A maggio 2014** è stata pubblicata una nuova norma acustica UNI **11532:2014** "Acustica in edilizia - Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati", in tale norma si danno degli ulteriori riferimenti per il tempo di riferimento nei diversi ambienti scolastici, aule, corridoi, atri, mense...

## TABELLE NELLE APPENDICI DEL DECRETO CAM

Di seguito riportiamo alcune delle tabelle delle Appendici che specificano limiti da rispettare e altre prescrizioni.

### Appendice A – \_Prospetto A1 – \_Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Isolamento di facciata ( $D_{2m,nT,w}$ )	≥ 38	≥ 43
Partizioni fra ambienti di differenti U.I. ( $R'_w$ )	≥ 50	≥ 56
Calpestio fra ambienti di differenti U.I. ( $L'_{n,w}$ )	≤ 63	≤ 53
Livello impianti a funzionamento continuo, ( $L_{ic}$ ), ambienti diversi da quelli di installazione	≤ 32	≤ 28
Livello massimo impianti a funzionamento discontinuo, ( $L_{id}$ ) in ambienti diversi da quelli di installazione	≤ 39	≤ 34
Isolamento acustico di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ( $D_{nT,w}$ )	≥ 50	≥ 55
Isolamento acustico di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa U.I. ( $D_{nT,w}$ )	≥ 45	≥ 50
Calpestio fra ambienti sovrapposti della stessa U.I. ( $L'_{n,w}$ )	≤ 63	≤ 53

### Appendice B Prospetto B1 - Isolamento acustico tra ambienti di uso comune e ambienti abitativi

Livello prestazionale	Isolamento acustico normalizzato tra ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi $D_{nT,w}$ [dB]	
	Ospedali e scuole	Altre destinazioni d'uso
Prestazione ottima	≥ 34	≥ 40
Prestazione buona	≥ 30	≥ 36
Prestazione di base	≥ 27	≥ 32
Prestazione modesta	≥ 23	≥ 28

### Appendice C – \_Valori consigliati per tempo di riverbero, speech transmission index (STI) e chiarezza (C50)

Valori consigliati	T	C50	STI
Ambienti adibiti al parlato	$T_{ott} = 0,32 \log(V) + 0,03$ [s]	≥ 0	≥ 0,6
Ambienti adibiti ad attività sportive	$T_{ott} = 1,27 \log(V) - 2,49$ [s]	≥ -2	≥ 0,5

## 7. DEFINIZIONI

Di seguito si riportano le **definizioni** acustiche relative alla valutazione in oggetto.

### Livello di pressione sonora

Il livello di pressione sonora, espresso in decibel dB, risulta definibile come 20 volte il logaritmo base 10 del rapporto tra un livello di pressione sonora pesato e il livello di pressione di riferimento (20 Pa).

I livelli pesati di pressione sonora sono ottenuti mediante impiego di filtri di pesatura (A - B - C), mentre il tempo di integrazione dipende dalle costanti di tempo normalizzate (slow - fast - impulse).

### Livello di pressione sonora continua equivalente pesato A

Livello ottenuto da una integrazione continua della pressione sonora pesata attraverso la curva A.

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

$L_{Aeq,T}$  : livello continuo equivalente pesato A di pressione sonora riferito a 20  $\mu$ Pa  
(calcolato sull'intervallo  $T = t_2 - t_1$ )

$p(t)$  : livello istantaneo di pressione sonora pesato A

$p_0$  : livello di pressione sonora di riferimento (20  $\mu$ Pa)

<b>R</b>	Potere fonoisolante di un elemento [dB]
<b>R'</b>	Potere fonoisolante apparente [dB]
<b><math>\Delta R_i</math></b>	Incremento del potere fonoisolante mediante strati addizionali per l'elemento i [dB]
<b><math>R_w</math></b>	Indice di valutazione del potere fonoisolante (EN ISO 717-1) [dB]
<b><math>\Delta R_w</math></b>	Indice di valutazione dell'incremento del potere fonoisolante (EN ISO 717-1) [dB]
<b><math>R'_w</math></b>	Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (EN ISO 717-1) [dB]
<b>C</b>	Termine di adattamento allo spettro 1 (EN ISO 717-1) [dB]
<b><math>C_{tr}</math></b>	Termine di adattamento allo spettro 2 (EN ISO 717-1) [dB]
<b><math>T_{60}</math></b>	Tempo di riverberazione in cui l'energia sonora decresce di 60 dB dopo lo spegnimento della sorgente sonora [s]
<b><math>L_n</math></b>	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato [dB]
<b><math>L_{n,w}</math></b>	Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato [dB]

<b><math>L'_{n,w}</math></b>	Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, in opera (EN ISO 717-2) [dB]
<b><math>L'_{nT,w}</math></b>	Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, in opera [dB]
<b><math>\Delta L_n</math></b>	Attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato di un rivestimento di pavimentazione [dB]
<b><math>\Delta L_{n,w}</math></b>	Indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato dovuto ad un rivestimento di pavimentazione (EN ISO 717-2) [dB]
<b><math>C_i</math></b>	Termine di adattamento allo spettro per il rumore da calpestio (EN ISO 717-2) [dB]
<b><math>D_{nT,w}</math></b>	Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione [dB]
<b><math>D_{2m,nT,w}</math></b>	Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata standardizzato (EN ISO 717-1) [dB]
<b><math>D_{2m,n,w}</math></b>	Indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato (EN ISO 717-1) [dB]
<b><math>D_{n,e}</math></b>	Isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi di edificio [dB]
<b><math>D_{n,e,w}</math></b>	Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato di piccoli elementi di edificio [dB]
<b>K</b>	Termine di correzione per la trasmissione laterale [dB]
<b><math>\Delta L_{fs}</math></b>	Differenza di livello di pressione sonora in facciata che dipende dalla forma della facciata, dall'assorbimento acustico delle superfici aggettanti (balconi) e dalla direzione del campo sonoro (UNI EN 12354-3, Appendice C)
<b><math>L_{ASmax}</math></b>	Livello massimo di pressione sonora, ponderata A con costante di tempo slow [dB]
<b><math>L_{Aeq}</math></b>	Livello continuo equivalente di pressione sonora, ponderata A [dB]

**Ambiente abitativo:** porzione di unità immobiliare completamente delimitata destinata al soggiorno e alla permanenza di persone per lo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso.

**Ambiente accessorio o di servizio:** Porzione di unità immobiliare (se di utilizzo individuale) o di sistema edilizio (se di utilizzo comune o collettivo) con funzione diversa da quella abitativa ovvero non destinato allo svolgimento di attività e funzioni caratterizzanti la destinazione d'uso. Sono ambienti accessori gli spazi completamente o parzialmente delimitati destinati al collegamento degli ambienti abitativi ed alla distribuzione orizzontale e verticale all'interno del sistema edilizio, nonché gli spazi destinati a deposito, immagazzinamento e rimessaggio. Sono ambienti di servizio gli spazi completamente delimitati destinati ad ospitare elementi tecnici connessi con il sistema edilizio, (per esempio vani ascensore, vani scala, ecc), e quelli specializzati a fornire servizi richiesti da particolari

attività degli utenti, quali i servizi igienici, i locali tecnici degli edifici, i ripostigli anche interni all'unità abitativa, ecc.

**Ambiente verificabile acusticamente:** ambiente abitativo di dimensioni sufficienti a consentire l'allestimento di misurazioni in conformità ai procedimenti di prova e valutazione descritti nelle pertinenti parti della serie UNI EN ISO 140 per la determinazione dei livelli prestazionali acustici in opera.

**Edificio:** sistema edilizio costituito dalle strutture esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti, dispositivi tecnologici ed eventuali arredi che si trovano al suo interno. La superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici. L'edificio può essere composto da una o più unità immobiliari.

**Facciata:** Chiusura di un ambiente che delimita lo spazio interno da quello esterno; può essere orizzontale, verticale o inclinata e può essere caratterizzata dalla compresenza di elementi opachi e trasparenti, con o senza elementi per impianti e sistemi di oscuramento, ventilazione, sicurezza, controllo o altre attrezzature esterne.

**Indice di valutazione dell'isolamento acustico per via aerea negli edifici:** Numero unico di valutazione della grandezza descrittiva dell'isolamento acustico per via aerea negli edifici. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-1.

**Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio negli edifici:** Numero unico di valutazione della grandezza descrittiva del livello di rumore di calpestio negli edifici. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 717-2.

**Isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione,  $D_{nT}$ :** Differenza tra le medie spazio-temporali dei livelli di pressione sonora prodotti in due ambienti da una sorgente posta in uno degli stessi, normalizzato rispetto al valore di riferimento del tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-4.

**Isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione,  $D_{2m,nT}$ :** Differenza tra il livello di pressione sonora all'esterno alla distanza di 2 m dalla facciata e la media spazio-temporale del livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente, normalizzato rispetto al valore del tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-5.

**Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'assorbimento acustico,  $L'_n$ :** Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato rispetto all'area di assorbimento acustico equivalente di riferimento nell'ambiente ricevente. Questa grandezza è determinata in conformità alla UNI EN ISO 140-7.

**Impianto a funzionamento continuo:** impianto il cui livello sonoro emesso nel tempo sia essenzialmente costante; rientrano in questa tipologia gli impianti di climatizzazione, ricambio d'aria, estrazione forzata.

**Impianto a funzionamento discontinuo:** impianti fissi il cui livello sonoro emesso non sia costante nel tempo e caratterizzato da brevi periodi di funzionamento rispetto al tempo di inattività durante l'arco di una giornata; rientrano in questa tipologia gli impianti sanitari, di scarico, gli ascensori, i montacarichi e le chiusure automatiche.

**Intervento edilizio:** Ogni lavorazione o opera che modifichi in tutto o in parte un edificio esistente o che porti alla realizzazione di una nuova costruzione.

**Partizione:** Insieme degli elementi tecnici orizzontali e verticali del sistema edilizio aventi funzione di dividere ed articolare gli spazi interni del sistema edilizio stesso delimitando le diverse unità immobiliari e gli ambienti accessori e di servizio di uso comune o collettivo.

**Ristrutturazione edilizia:** Opere di revisione parziale o totale dell'edificio esistente anche con variazione di forma o di sagoma, o di volume, o di superficie e risanamento conservativo con o senza opere e variazione di destinazione d'uso. Sono interventi di ristrutturazione edilizia anche le opere di demolizione e ricostruzione integrale ("con stessa volumetria e sagoma di quello preesistente") o, comunque, le opere che portano alla realizzazione di un immobile in tutto o in parte differente dall'originale.

**Sistema edilizio:** Insieme strutturato di unità ambientali e di unità tecnologiche.

**Unità immobiliare, UI:** Porzione di fabbricato, o un fabbricato, o un insieme di fabbricati ovvero un'area che, nello stato in cui si trova e secondo l'utilizzo locale, presenta potenzialità di autonomia funzionale e reddituale.

**Verifica acustica:** Verifica strumentale delle prestazioni acustiche degli elementi tecnici di un edificio, da eseguire in opera, nel rispetto delle vigenti normative tecniche, negli ambienti verificabili acusticamente delle varie unità immobiliari dell'edificio stesso.

## 8. MODALITÀ DI MISURA E METODO PREVISIONALE

Nel paragrafo che segue vengono calcolate le prestazioni acustiche proprie delle singole partizioni.

Nei paragrafi successivi vengono analizzate le prestazioni acustiche delle partizioni inserite nelle strutture dell'edificio (prestazioni in opera).

Tutti i risultati dei calcoli potranno essere ritenuti validi solo se, in fase di costruzione dell'edificio, verranno utilizzati i materiali e/o i componenti edilizi indicati nella presente relazione (o materiali equivalenti) e se verranno seguiti scrupolosamente tutti gli accorgimenti di posa descritti.

Eventuali difformità dovranno essere valutate mediante una relazione successiva.

### Metodi di calcolo previsionale

Il D.P.C.M. 5/12/97 prescrive che le prestazioni di isolamento acustico dei componenti siano assicurate in opera: in altri termini nella fase di progettazione è necessario disporre di un metodo di calcolo analitico che consenta di prevedere con sufficiente approssimazione tali prestazioni a partire dalle caratteristiche acustiche dei singoli elementi che compongono l'edificio; queste sono normalmente rilevabili dalle certificazioni di laboratorio fornite dai produttori dei vari componenti edilizi (pareti, solai, serramenti, ecc.), oppure dai dati reperibili in letteratura, e dipendono in buona parte dalle modalità costruttive e di montaggio che si ritiene di dover adottare.

### UNI EN ISO 12354 (2017)

Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti

- Parte 1: Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- Parte 2: Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- Parte 3: Isolamento acustico dal rumore proveniente dall'esterno per via aerea
- Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno

### UNI EN 12354

Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti

- Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici (2009)
- Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi (2006)

### UNI TR 11175 (2005)

Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici.

Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale

## UNI 11532-1:2018 – Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinanti

Occorre evidenziare che l'attendibilità dei metodi di calcolo è strettamente vincolata:

- \_ alla veridicità delle certificazioni acustiche dei componenti edilizi;
- \_ alla effettiva utilizzazione in corso d'opera dei componenti certificati;
- \_ alla esecuzione a regola d'arte dei componenti oggetto di valutazione (pareti, solai);
- \_ alla corretta installazione dei serramenti (finestre, porte);
- \_ alle incertezze insite nel modello stesso, e comunque presenti in ogni valutazione analitica del tipo in esame.

### Tipologie costruttive utilizzate nei calcoli

Di seguito vengono analizzate le prestazioni acustiche proprie delle partizioni utilizzate per realizzare l'edificio.

Le prestazioni acustiche vengono calcolate con i metodi descritti nel paragrafo che segue.

### Metodi di calcolo Indice di potere fonoisolante (Rw)

La capacità di abbattere i rumori di una struttura può essere definita con un unico numero denominato: indice di valutazione del potere fonoisolante (Rw).

La determinazione di tale indice può essere effettuata basandosi sui fattori seguenti, elencati in ordine di attendibilità:

- dati di laboratorio
- correlazioni specifiche
- relazioni generali

Come dati di laboratorio devono essere utilizzate informazioni riportate in rapporti di prova ottenuti mediante misurazioni conformi alla normativa europea di più recente approvazione.

Per correlazioni specifiche invece si intende l'utilizzo di prove di laboratorio effettuate su elementi costituiti dallo stesso materiale di quello in esame, aventi caratteristiche morfologiche analoghe ad esso.

Per relazioni generali si intendono opportuni algoritmi matematici. Tali algoritmi, in funzione della massa frontale della struttura ( $m'$ ) (Kg/mq), ed eventualmente di altri parametri, permettono di ricavare  $R_w$  dell'elemento divisorio.

**Incremento dell'indice di potere fonoisolante  $\Delta R_w$** 

L'incremento di potere fonoisolante  $\Delta R_w$ , caratteristico di una determinata struttura di rivestimento, può essere ricavato da prove di laboratorio oppure si calcola in funzione della frequenza di risonanza ( $f_0$ ) del sistema "struttura di base-rivestimento".

Nel caso si stiano analizzando strati addizionali il cui strato resiliente è direttamente fissato alla struttura di base senza montanti o correnti (ad es. pavimenti galleggianti):

$$f_0 = 160 \sqrt{s' \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

dove:

$s'$  è la rigidità dinamica dello strato resiliente interposto ottenuta secondo prove di laboratorio conformi alla UNI EN 29052-1; 1993 [MN/m<sup>3</sup>]

$m_1$  è la massa per unità di superficie della struttura di base in kg/m<sup>2</sup>

$m_2$  è la massa per unità di superficie della struttura di rivestimento in kg/m<sup>2</sup>

Nel caso si stiano analizzando strati addizionali non direttamente collegati alla struttura di base, realizzati con montanti e correnti e con la cavità riempita con materiale poroso avente resistenza al flusso dell'aria > 5 kPas/m<sup>2</sup> (ad es. contropareti o controsoffitti in cartongesso con fibra minerale nell'intercapedine):

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{0.111}{d} \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

dove:

$d$  è lo spessore della cavità [m] (distanza tra parete esistente e controparete priva di materiale isolante)

$m_1$  è la massa per unità di superficie della struttura di base in kg/m<sup>2</sup>

$m_2$  è la massa per unità di superficie della struttura di rivestimento in kg/m<sup>2</sup>

In funzione di  $f_0$  dalla tabella seguente si ricava il valore di  $\Delta R_w$

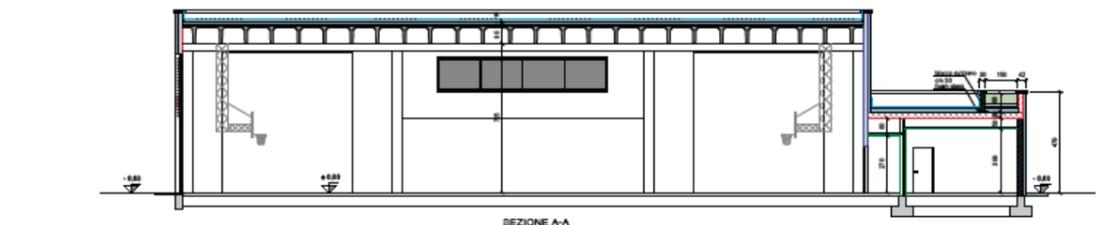
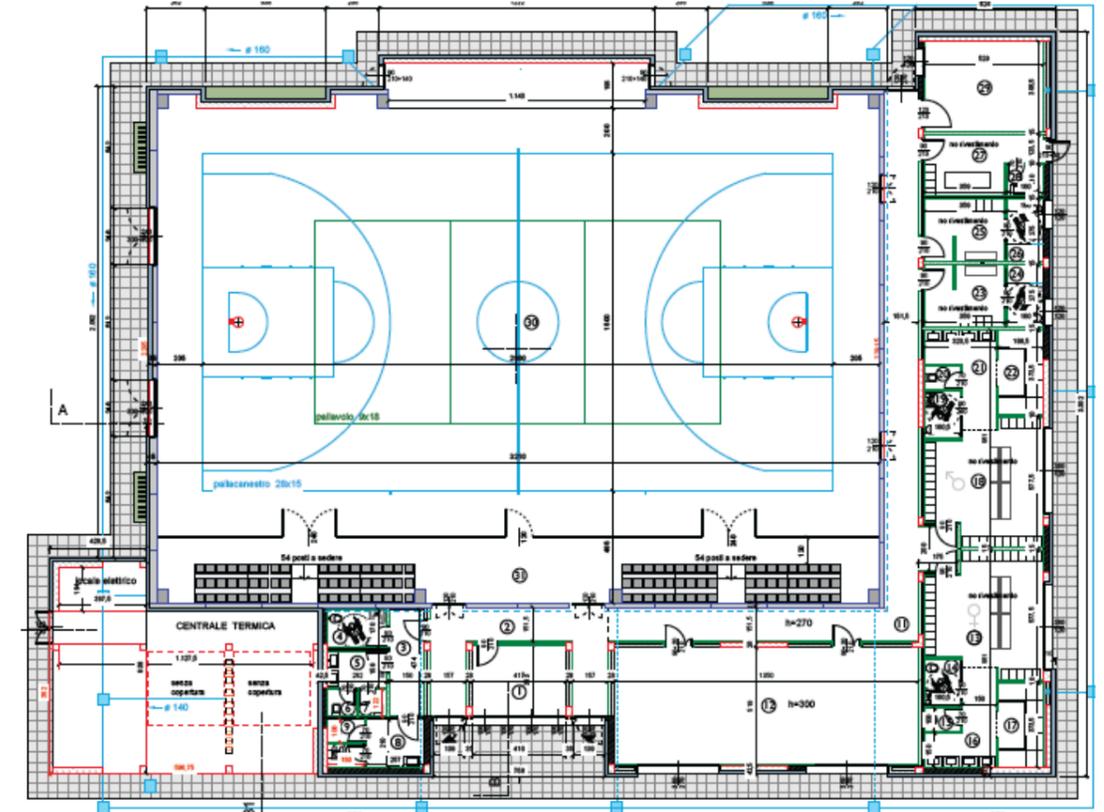
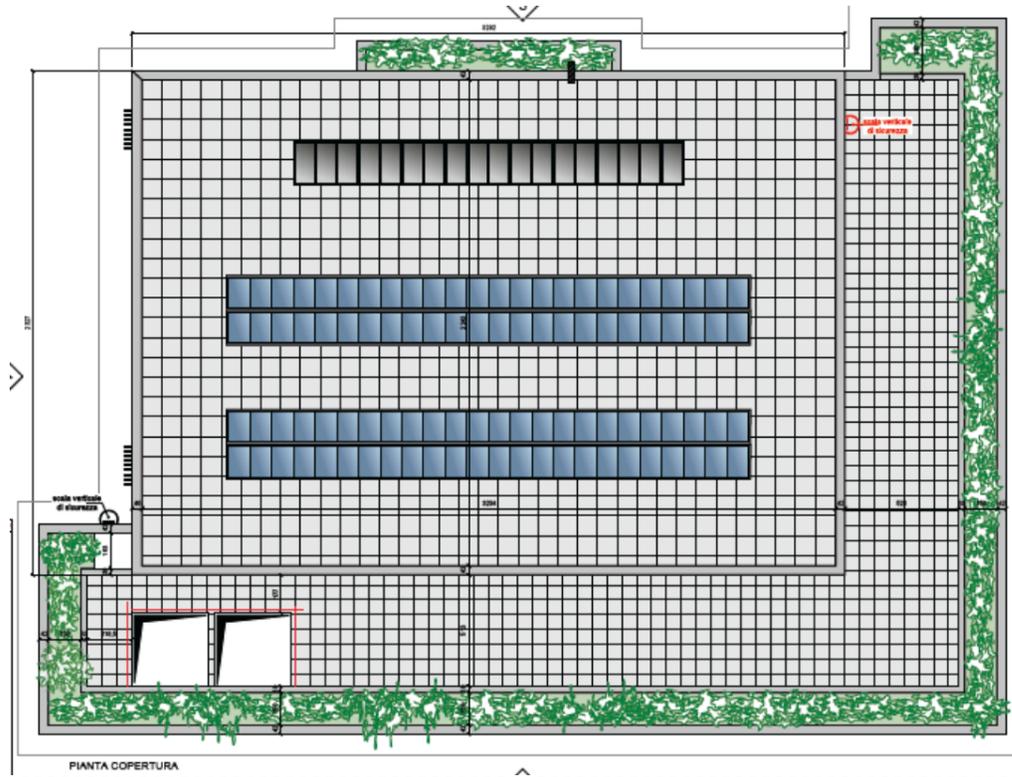
Frequenza di risonanza $f_0$	$\Delta R_w$
$f_0 \leq 80$	$35 - R_w/2$
$80 < f_0 \leq 125$	$32 - R_w/2$
$125 < f_0 \leq 200$	$28 - R_w/2$
$200 < f_0 \leq 250$	-2
$250 < f_0 \leq 315$	-4
$315 < f_0 \leq 400$	-6
$400 < f_0 \leq 500$	-8
$500 < f_0 \leq 1600$	-10
$f_0 > 1600$	-5

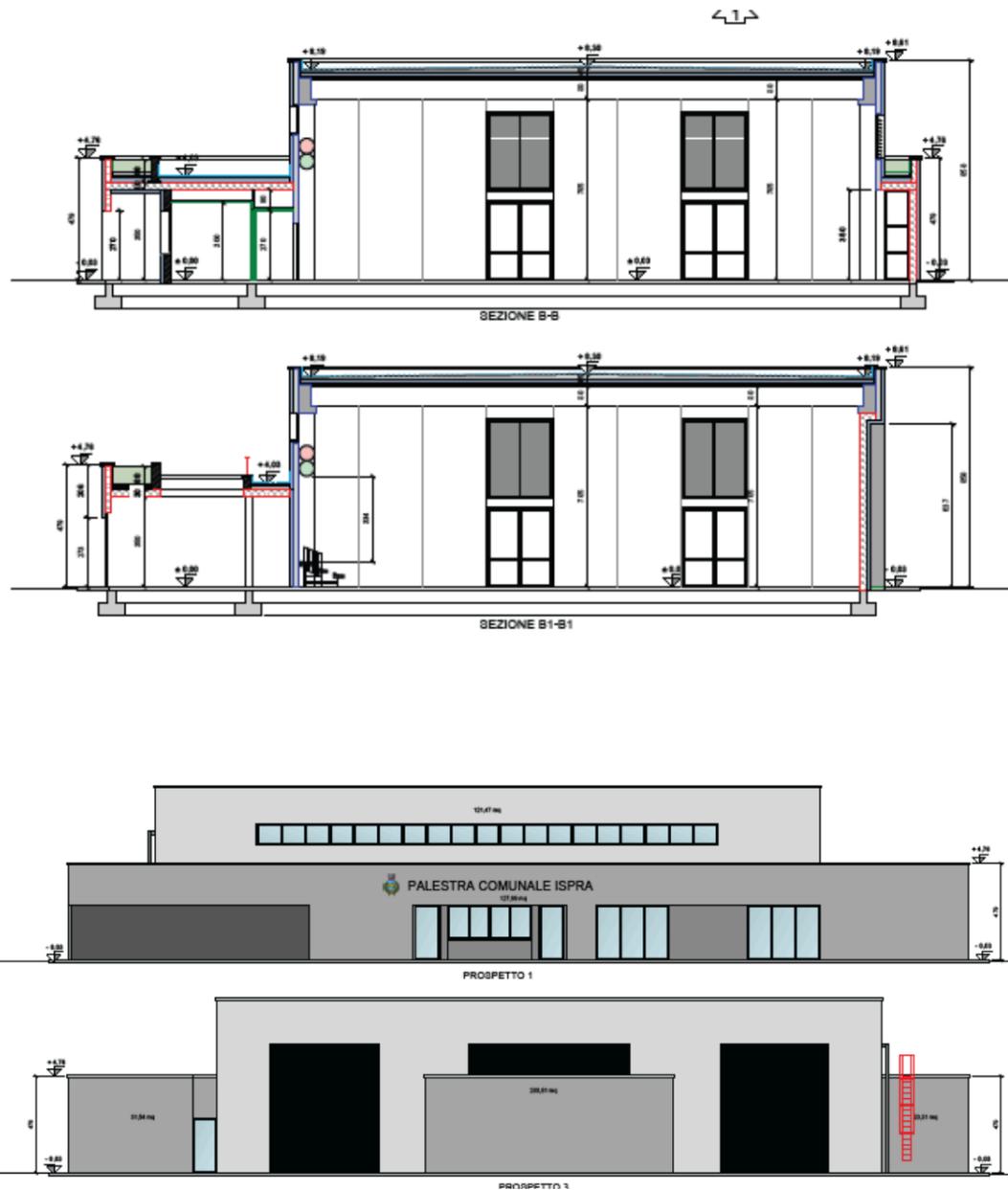
## 9. IL PROGETTO

L'intervento in esame riguarda nello specifico la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi relativi all'intervento pubblico nel comune di Ispra.

L'intervento riguarda il permesso di costruire per la creazione di una palestra comunale.

Per la completa descrizione dell'edificio si rimanda alle indicazioni riportate nel progetto architettonico.





### 10. CALCOLO DELL'INDICE DI POTERE FONOIOLANTE APPARENTE (R'w)

Per i calcoli sono state utilizzate le seguenti relazioni matematiche:

$$R'_w = -10 \log \left( 10^{\frac{-R_{wDd}}{10}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{\frac{-R_{wFf}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{\frac{-R_{wDf}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{\frac{-R_{wFf}}{10}} \right)$$

dove:

$R_{w, ij}$  è l'indice di valutazione del potere fono isolante caratterizzante il percorso  $ij$

$n$  è il numero di lati dell'elemento divisorio (generalmente quattro)

L'indice di valutazione di potere fono isolante per ogni singolo percorso di trasmissione sonora, viene stimato mediante la relazione:

$$R_{w,ij} = \frac{R_{w,i} + R_{w,j}}{2} + \Delta R_{w,ij} + K_{ij} + 10 \log \frac{S}{l_0 l_{ij}}$$

dove:

$R_{w,i}$  è l'indice di valutazione di potere fono isolante della struttura "i" priva di elementi di rivestimento (pavimenti galleggianti, contro pareti, controsoffitti) (dB)

$R_{w,j}$  è l'indice di valutazione di potere fono isolante della struttura "j" priva di elementi di rivestimento (pavimenti galleggianti, contro pareti, controsoffitti) (dB)

$\Delta R_{w,ij}$  è l'incremento dell'indice di valutazione di potere fono isolante dovuto all'apposizione di strati di rivestimento lungo il percorso  $i-j$  (pavimenti galleggianti, contro pareti, controsoffitti)

$K_{ij}$  è l'indice di riduzione delle vibrazioni del percorso  $i-j$  (dB)

$S$  è la superficie della partizione (mq),  $l_0$  è la lunghezza di riferimento pari a 1 m.

$l_{ij}$  è la lunghezza del giunto tra le strutture  $ij$  considerate

Conoscendo quindi le caratteristiche di potere fono isolante ( $R_w$ ) dei singoli elementi che compongono la struttura e la loro massa superficiale, oltre che le caratteristiche geometriche degli ambienti e la tipologia di giunti, dal valore  $R_w$  (indice di potere fono isolante di laboratorio) è possibile ricavare il valore di  $R'_w$  (indice di potere fono isolante in opera) definito nel DPCM 5-12-1997 per le pareti divisorie tra differenti unità immobiliari.

**11. CALCOLO DELL'INDICE DI ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA (D2MNTW)**

Per i calcoli sono state utilizzate le seguenti relazioni matematiche:

$$D_{2m,nTW} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \left( \frac{V}{6T_0 S_{tot}} \right)$$

dove:

$R'_w$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di facciata

$\Delta L_{fs}$  è il termine correttivo che quantifica l'influenza della forma della facciata

$V$  è il volume interno del locale

$T_0$  è il tempo di riverberazione di riferimento, assunto pari a 0,5 s

$S_{tot}$  è la superficie di facciata vista dall'interno

$$R'_w = -10 \log \left( \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{iw}}{10}} + \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{-D_{n,e,i}}{10}} \right) - K$$

dove:

$R_{wi}$  è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento (i), (parete o serramento) in dB

$S_i$  è l'area dell'elemento (i), in m<sup>2</sup>

$D_{n,e,wi}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto all'assorbimento equivalente del "piccolo elemento"(i), in dB

$K$  è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale. Assume un valore pari a 0, per elementi di facciata non connessi, e un valore pari a 2 per elementi di facciata pesanti con giunti rigidi.

**12. DESCRIZIONE DELLE PARETI**

Tutte le indicazioni fornite nel presente documento rimangono valide nel caso in cui gli ambienti e le strutture conservino le stesse caratteristiche comunicate dal progettista e considerate nei calcoli di verifica.

Per la determinazione del potere fonoisolante nel caso delle murature e solai è stata adottata la relazione del rapporto tecnico UNI TR 11175 con la formula italiana valida partizioni orizzontali e verticali (singole e doppie) con  $m' > 80$  kg/m<sup>2</sup> applicando un fattore cautelativo pari a – 2 dB.

Per l'analisi del potere fonoisolante delle strutture a secco sono stati utilizzati certificati di laboratorio e analisi con correlazioni specifiche.

In via cautelativa a tutte le stratigrafie calcolate sarà applicato un fattore cautelativo.

Le stratigrafie utilizzate per i calcoli e successivamente descritte sono state indicate dai progettisti e dalla committenza .

A partire dalle indicazioni fornite dal progettista, sono state individuate le seguenti tipologie di materiali e soluzioni che sono esse stesse oggetto di verifica, che sono semplicemente coinvolte nella valutazione delle strutture ad esse adiacenti e che, in generale, sono state oggetto di progetto acustico volto al rispetto della normativa vigente.

Di seguito si elencano le soluzioni e le relative prestazioni acustiche reperite attraverso certificati di prove in laboratorio su campioni simili o, in mancanza di questi, stimate attraverso relazioni empiriche, a partire dalle quali sono state effettuate le verifiche previsionali dei requisiti acustici passivi.

**Elemento 1**

**Struttura: M1 – perimetrali in laterizio + cappotto zona servizi**

CORRELAZIONI SPECIFICHE			
Tipo di elemento	Parete utente		
Massa superficiale	203	kg/m <sup>2</sup>	
<b>Rw</b>	<b>45,0</b>	<b>dB</b>	

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	Cartongesso in lastre	12,50	700
2	Blocco forato	250,00	748
3	Polistirene espanso sinterizzato (EPS 100)	160,00	15
4	Intonaco plastico per cappotto	4,00	1300

La valutazione del potere fonoisolante è stata verificata tramite correlazioni specifiche e confronti con certificati di laboratorio

**Elemento 2**

**Struttura: M2 – perimetrali strutturali in cemento armato**

FORMULA + 5DB CONTROPARETE			
Tipo di elemento	Parete utente		
Massa superficiale	608,0	kg/m <sup>2</sup>	
<b>Rw</b>	<b>54,0</b>	<b>dB</b>	

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	Cls armato	250,0	2400
2	Polistirene espanso sinterizzato (EPS 100)	160,00	15
3	Intonaco plastico per cappotto	4,00	1300

La valutazione del potere fonoisolante è stata verificata tramite correlazioni specifiche e confronti con certificati di laboratorio

**Elemento 3**

**Struttura: M3 -perimetrali prefabbricati**

CORRELAZIONI SPECIFICHE		
Tipo di elemento	Parete utente	
Massa superficiale	449	kg/m <sup>2</sup>
<b>Rw</b>	<b>51,0</b>	<b>dB</b>
Correlazioni specifiche		

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	C.I.s. con massa volumica media	110,00	2000
2	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	80,00	15
3	C.I.s. con massa volumica media	110,00	2000
4	Polistirene espanso sinterizzato (EPS 100)	160,00	15
5	Intonaco plastico per cappotto	4,00	1300

La valutazione del potere fonoisolante è stata verificata tramite correlazioni specifiche e confronti con certificati di laboratorio

**Elemento 4**

**Struttura: M4 -perimetrali laterizio + cappotto**

CORRELAZIONI SPECIFICHE		
Tipo di elemento	Parete utente	
Massa superficiale	188	kg/m <sup>2</sup>
<b>Rw</b>	<b>44,0</b>	<b>dB</b>
Correlazioni specifiche		

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	Cartongesso in lastre	12,50	700
2	Mattone forato	120,00	717
3	Intercapedine non ventilata Av < 500 mm <sup>2</sup> /m	110,00	-
4	Mattone forato	120,00	717
5	Polistirene espanso sinterizzato (EPS 100)	160,00	15
6	Intonaco plastico per cappotto	4,00	1300

La valutazione del potere fonoisolante è stata verificata tramite correlazioni specifiche e confronti con certificati di laboratorio

**Elemento 5****Struttura pareti perimetrali prefabbricate – 20 cm**

Correlazioni specifiche			
Tipo di elemento	Parete utente		
Massa superficiale	328	kg/m <sup>2</sup>	
<b>Rw</b>	<b>48,5</b>	<b>dB</b>	
		Correlazioni specifiche	

Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	M.V.
1	C.l.s. con massa volumica media	80,00	2000
2	Polistirene espanso sint. (alleggerim. strutture)	40,00	15
3	C.l.s. con massa volumica media	80,00	2000
4	Polistirene espanso sinterizzato (EPS 100)	160,00	15
5	Intonaco plastico per cappotto	4,00	1300

La valutazione del potere fonoisolante è stata verificata tramite correlazioni specifiche e confronti con certificati di laboratorio

**FACCIATA SUPERIORE – TETTO COPERTURA PALESTRA**

Tramite ausilio delle controsoffittature negli ambienti, corridoio e spogliatoi avremo un incremento del potere fonoisolante idoneo a garantire un isolamento di facciata D2mnTw conforme ai limiti di legge.

**PARETE SEPARAZIONE AMBIENTI****SOLUZIONE COSTRUTTIVA VERTICALE SUGGERITA TRA AMBIENTI E CORRIDOI**

<b>PV.01</b>	<b>PARTIZIONE INTERNA VERTICALE</b>	sp	mv
Pos.	<b>Parete divisoria (Knauf W112 - 54 dB)</b>	mm	kg/m <sup>3</sup>
1	Doppia lastra in gesso rivestito tipo GKB (A)	25	860
2	Isolamento acustico in lana di roccia	40	40
3	Doppia lastra in gesso rivestito tipo GKB (A)	25	680

Orditura metallica Knauf in acciaio zincato sp. 0,6 mm con guide a U di dimensioni 100x40 mm e montanti a C di dimensioni 100x50 mm posti ad interasse di 600 mm.

Isolata dalle strutture perimetrali con nastro vinilico monoadesivo Knauf dello spessore di 3,5 mm.

Pannelli in lana di roccia ROCKWOOL® 211, spessore 40 mm, densità 40 kg/m<sup>3</sup>, posti in doppio strato a giunti sfalsati nell'intercapedine tra i montanti della struttura.

Rivestimento in doppio strato in lastre di gesso rivestito Knauf GKB (A), spessore 12,5 mm, avvitate all'orditura metallica e quindi stuccate sui giunti.

**Origine Dati** Certificato di laboratorio

**Spessore** 15.0 cm

**Massa Superficiale** 44 kg/m<sup>2</sup>

**Rw** 56,0 dB

**CONSIDERAZIONI SUL POTERE FONOISOLANTE APPARENTE TRA AMBIENTI ADIACENTI**

Le tipologie costruttive permetteranno ampiamente di rispettare quanto previsto dal **D.M. 18**

**Dicembre 1975 ovvero Potere Fonoisolante Apparente R'w ≥ 42 dB** se saranno seguite le indicazioni di messa in opera dettate dalla regola dell'arte

**LE PARETI DEVONO ANDARE DA SOLETTA A SOLETTA: IL CONTROSOFFITTO DEVE ESSERE INTERROTTO FRA AMBIENTI DIVERSI.**

**PORTE DI INGRESSO AMBIENTI E SPOGLIATOI**

Le porte di ingresso dei diversi ambienti, affinché non inficino l'isolamento acustico fra ambienti e fra ambienti e corridoi, devono avere un potere fonoisolante di almeno 38 dB (Rw).

Tale valore è raggiungibile installando porte d'ingresso con caratteristiche di isolamento acustico superiori rispetto lo standard, per cui la scelta dovrà essere orientata su prodotti per i quali sia data garanzia di potere fonoisolante Rw certificato di laboratorio (ad esempio VIGHI "Top 2001 Silent" o le porte della Huet).

**MATERIALI AMBIENTI E CORRIDOI**

Il controsoffitto delle aule, corridoi, laboratori si realizzerà con materiale fonoassorbente e avrà un plenum d'aria retrostante di minimo 20 cm e dovrà essere realizzato con i seguenti materiali:

Controsoffitto modulare acustico con lana di roccia tipo Knauf Thermatex Silence

**MATERIALI PALESTRA**

Per ottenere un tempo di riverbero adeguato sarà necessario predisporre materiale fonoassorbente all'intradosso con un elevato coefficiente di assorbimento tipo CELENIT L2ABE25 o tipo CELENIT AB.

Le gradinate presenti andrebbero realizzate con blocchi in Leca a vista per alzate.

Visto le molteplici variabili che concorrono al raggiungimento del corretto tempo di riverbero previsto dai criteri ambientali minimi, nel caso la superficie prevista in fase preliminare all'intradosso della copertura non fosse sufficiente, sarà necessario aumentare la superficie fonoassorbente presente andando a rivestire le pareti perimetrali con idonei rivestimenti, tipo CELENIT AB, in modo da poter gestire il tempo di riverbero, lo speech transission index (STI) e l'indice di chiarezza ( $C_{50}$ )

Tempi di riverbero alle varie frequenze (in secondi)

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
4.35	4.57	2.12	2.33	2.29	1.45

**Tempo di riverbero medio (in secondi)**

<b>Valore stimato</b>	<b>2,23</b>	il valor medio del riverbero risulta conforme ai requisiti prescritti dalla UNI 11367 per questi ambienti ma il valore di riverbero in almeno una banda supera quello suggerito dalla UNI 11367
<b>Valore Ottimale</b>	<b>2.15</b>	

**SERRAMENTO TIPO PARTIZIONI VETRATE**

I serramenti rappresentano generalmente l'elemento debole dal punto di vista acustico.

Le proprietà fonoisolanti dei serramenti verranno di seguito definite a partire dalle prestazioni acustiche della parete opaca e dal valore di isolamento acustico di facciata imposto dai decreti.

Il serramenti di tutti gli ambienti (vetro + controtelaio + telaio + dell'eventuale cassonetto) devono possedere il certificato di laboratorio e deve garantire almeno un potere fonoisolante pari a:

$$R_w = 42 \text{ dB}$$

Al fine di garantire la prestazione acustica, i serramenti devono essere certificati in classe IV in base alle classificazioni UNI 12207; In caso di serramento con classificazione inferiore, la prestazione di isolamento può essere penalizzata fino ad oltre 7 dB.

Essi devono essere dotati di vetrocamera ad elevato potere fonoisolante (generalmente vetri doppi con almeno una delle due lastre di tipo stratificato).

Andrà posta grande attenzione allo studio e la posa del raccordo tra il serramento e la chiusura della parete perimetrale realizzata.

**SI PRESCRIVE L'IMPIEGO DI SERRAMENTI CON INDICE  $R_w$  MINIMO = 42 dB****Calcolo dell'indice di potere fonoisolante ( $R_w$ ) minimo dei serramenti**

Nelle pareti di facciata il "punto debole" da cui passa il rumore sono i serramenti e gli eventuali "piccoli elementi" (cassonetti, bocchette di aerazione ecc.).

Invertendo in maniera opportuna le relazioni matematiche esposte al paragrafo precedente, ed imponendo i dati di isolamento acustico propri delle pareti opache oltre che i limiti minimi di isolamento imposti per legge, è possibile ricavare il valore minimo di potere fono isolante richiesto ai serramenti.

Analizzando i risultati dei calcoli, e considerando il dato più sfavorevole, si osserva che:

I serramenti dell'edificio dovranno essere dotati di indice di potere fonoisolante superiore o uguale a 42,0 dB. L'indice di potere fonoisolante ( $R_w$ ) dei serramenti dovrà essere certificato dal fornitore degli stessi mediante i risultati di prove di laboratorio conformi alla normativa tecnica vigente (Norma UNI EN ISO 140-3).La prova dovrà riguardare l'intero serramento (telaio + vetro).

Il fornitore dei serramenti inoltre dovrà indicare tutte le prescrizioni di corretta posa in opera dei propri sistemi. Tali prescrizioni dovranno essere conformi alla posa in opera adottata per le prove di laboratorio.

**13. VERIFICA ISOLAMENTO AEREO R'W DEI DIVISORI VERTICALI**

Si procede di seguito alla verifica del potere fonoisolante delle pareti di separazione eseguita secondo la procedura prevista dalla norma UNI EN ISO 12354-1.

Si assume che tutte le pareti di separazione dell'edificio abbiano lo stesso potere fonoisolante.

La trasmissione del rumore da un ambiente all'altro può avvenire direttamente attraverso la parete di separazione e indirettamente attraverso le partizioni orizzontali e verticali laterali che delimitano i due ambienti. Per ciascun percorso di propagazione viene calcolato il corrispondente indice di valutazione del potere fonoisolante ( $R_{Dd,w}$  per il percorso diretto e  $R_{Ff,w}$  per i percorsi laterali), in funzione dell'indice di potere fonoisolante dell'elemento di separazione ( $R_{S,w}$ ) e di ciascuna partizione laterale ( $R_{Ff,w}$ ), dell'incremento di tale indice dovuto alla presenza di strati aggiuntivi quali contropareti e pavimenti galleggianti ( $\Delta R$ ), dell'indice di riduzione delle vibrazioni ( $K$ ), della superficie della parete di separazione ( $S$ ) e della lunghezza del giunto tra tale parete e le partizioni laterali ( $l$ ).

Nel caso della verifica del rumore per via aerea tra ambienti  $R'w$ , la cui norma di riferimento è la UNI EN ISO 12354 parte 1, la previsione dell'indice di valutazione tramite il modello indicato dalla norma stessa è mediamente corretto con uno scarto compreso tra 1,5 dB e 2,5 dB. Le previsioni con il modello semplificato mostrano uno scarto di circa 2 dB, sopra valutando leggermente l'isolamento.

La tipologia di modello di calcolo utilizzato per la presente valutazione dei requisiti acustici passivi è un modello semplificato, ad indice unico per il quale l'incertezza del modello di calcolo si attesta a

$$U_c = + / - 2 \text{ dB}$$

<b>PV.01</b>	<b>PARTIZIONE INTERNA VERTICALE</b>	sp	mv
Pos.	<b>Parete divisoria (Knauf W112 - 54 dB)</b>	mm	kg/m <sup>3</sup>
1	Doppia lastra in gesso rivestito tipo GKB (A)	25	860
2	Isolamento acustico in lana di roccia	40	40
3	Doppia lastra in gesso rivestito tipo GKB (A)	25	680

**Indice di valutazione del potere fonoisolante tra ambienti**

<b>R'<sub>w</sub></b>	50,0 dB a favore di sicurezza
<b>Categoria dell'edificio</b>	Palestre
<b>R'<sub>w</sub> minimo</b>	40,0 dB tra ambienti adiacenti
<b>Limite verificato</b>	

**14. VERIFICA ISOLAMENTO DI FACCIATA**

Per "facciata" si intende la parete perimetrale che l'osservatore vede guardando dall'interno della stanza verso l'esterno. La facciata è composta dalle pareti, dai serramenti, da eventuali cassonetti, da eventuali fori. La prestazione teorica di facciata è ottenuta da una media pesata sull'area delle prestazioni dei singoli elementi che la compongono (a meno di fattori legati alla forma della facciata stessa, alle trasmissioni laterali ed alle caratteristiche acustiche degli ambienti di misura).

Dal momento che le prestazioni acustiche sono espresse in dB (misura di livello espresso in scala logaritmica), l'isolamento acustico è sempre condizionato dall'elemento debole che compone la facciata, in modo relativamente indipendentemente dalla sua dimensione. Molta attenzione deve quindi essere posta in fase progettuale agli elementi deboli, quali essenzialmente i serramenti o eventuali scassi impiantistici.

La normativa impone un indice di isolamento acustico di facciata pari a:  $D_{2m,nt,w} = 42 \text{ dB}$

**Correzioni**

<b>Trasmissione laterale</b>	K = 2 dB
<b>Forma di facciata</b>	$DL_{fs} = 0 \text{ dB}$

**Indice di valutazione dell'isolamento di facciata**

<b>D<sub>2m,nt,w</sub></b>	44,0 dB
<b>Categoria dell'edificio</b>	Palestre
<b>D<sub>2m,nt,w</sub> minimo</b>	42,0 dB
<b>Limite verificato</b>	

**SI PRESCRIVE SERRAMENTO CON POTERE FONOISOLANTE DI 42 dB**

## 15. CRITERI DI POSA IN OPERA

Il D.P.C.M. 5 dicembre 1997 stabilisce i valori limite per le prestazioni acustiche degli edifici e dei loro componenti, con riferimento agli indici di valutazione delle grandezze rilevate in opera.

Un aspetto assai rilevante, introdotto dal decreto, e che le grandezze di cui si richiede la verifica fanno tutte riferimento alla reale situazione di posa in opera dei componenti edilizi.

La prestazione in opera di un componente edilizio è, infatti, quasi sempre inferiore a quella certificata in laboratorio, sia per le diverse condizioni di realizzazione, sia per la presenza di percorsi di trasmissione sonora che coinvolgono le strutture laterali (trasmissione laterale) che non sono presenti nelle misure fatte in laboratorio.

La costruzione di edifici conformi pertanto non può prescindere dalla scelta di componenti dotati di idonee prestazioni acustiche, tanto quanto da una realizzazione accurata e non lasciata al caso.

I calcoli effettuati si basano su dati di ingresso che considerano le pareti integre ed eseguite a regola d'arte. Eventuali aperture o mancanze nelle pareti determineranno necessariamente un decremento del potere fono isolante della parete divisoria non stimabile per via analitica.

Nei paragrafi che seguono si riportano alcune indicazioni per la corretta posa in opera dei componenti edilizi riferiti al progetto dell'edificio in esame.

### ACCORGIMENTI DI POSA IN OPERA PER PARETI VERTICALI

Tutti i nuovi paramenti in laterizio dovranno essere posati applicando una fascia taglia muro a separazione con la struttura portante; vedi Figura.

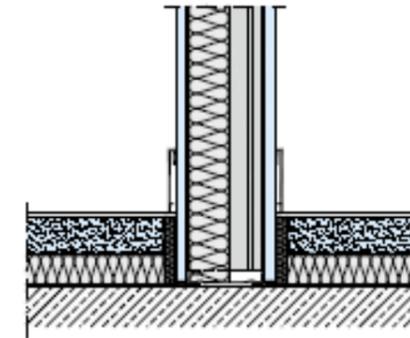
Analogamente la fascia andrà applicata alle strutture a secco; vedi Figura n.. Le fasce dovranno essere scelte in funzione dei carichi che devono sostenere.

### DETTAGLIO POSA PARETI A SECCO

La parete a secco dovrà essere realizzata con lastra in gesso rivestito / gesso fibra integre senza lasciare interspazi tra le giunte.

Tutte le pareti di separazione (pareti di muratura e pareti a secco) tra due unità immobiliari distinte e altre unità abitative dovranno essere costruite direttamente sulla soletta portante e raggiungere la soletta superiore, prima della posa del massetto galleggiante e dell'eventuale controsoffitto.

Nel caso delle pareti a secco è necessario prevedere la posa di un foglio di polietilene per proteggerle dall'umidità derivante dal getto del massetto; vedi figura.



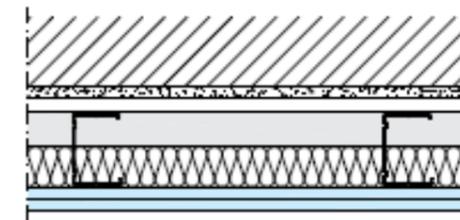
I profili montanti dovranno essere dimensionati in funzione della destinazione d'uso e dell'altezza degli ambienti, la lana di roccia dovrà occupare l'80 % dell'intercapedine all'interno del profilo.

### DETTAGLIO POSA DELLA CONTROPARETE

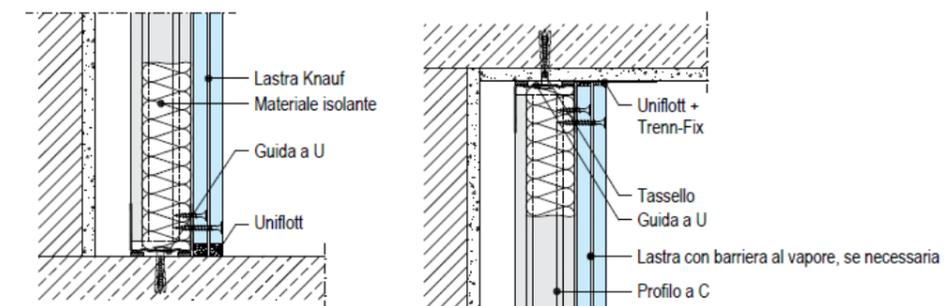
La controparete autoportante dovrà essere posata ad almeno 10 mm dalla parete retrostante al fine di creare una camera d'aria ed evitare qualsiasi contatto diretto. I montanti andranno dimensionati dal produttore del sistema a secco in funzione dell'altezza e della resistenza meccanica che deve garantire. L'isolamento termoacustico dovrà occupare di conseguenza l'intercapedine al 80 %:

Montante 75x50x0,6 mm → 60 mm lana di roccia

Montante 100x50x0,6 mm → 80 mm lana di roccia



Le guide ad "U" ed i Profili a "C" perimetrali dovranno essere isolate dalla muratura mediante la posa di un nastro in polietilene espanso da 3,5 mm, vedi Figura



**INTEGRITA' MURATURE**

La parete deve essere mantenuta integra e non può essere forata per passaggio di impianti, o altro, pena l'abbattimento della prestazione di isolamento acustico. Nel calcolo teorico si assume infatti che la parete sia sempre completa, senza fori, buchi, assottigliamenti e perfettamente realizzata.

**SOLAI**

L'indice di isolamento al calpestio rappresenta il livello di rumore presente nell'ambiente da isolare, per effetto della macchina calpestatrice normalizzata posta nell'ambiente limitrofo (il più spesso soprastante).

Il rumore da calpestio è molto diverso da quello aereo visto in precedenza (per il quale si deve garantire un determinato  $R'w$ ) in quanto si trasmette esclusivamente per via strutturale. La sua diffusione avviene cioè tramite le vibrazioni che un impatto genera nella struttura del fabbricato, con la conseguenza che il rumore da impatto può essere sentito anche molto lontano dalla sorgente.

Il rumore impattivo si trasmette in tutte le direzioni, quindi anche in orizzontale ed in verticale. Per garantire l'isolamento al calpestio vi sono due alternative:

usare pavimentazioni smorzanti (quali moquette, ecc.);

realizzare dei sistemi massa – molla – massa per la dissipazione delle vibrazioni.

Nel caso di pavimenti tradizionali, al di sotto della caldana di allettamento del pavimento ed al di sotto dei pannelli del riscaldamento a pavimento deve essere posato un materiale resiliente, che desolidarizza il piano di calpestio dal resto delle strutture.

Al fine di interrompere il contatto strutturale tra la soletta e il pavimento si consiglia la disposizione di un materassino resiliente in tutti gli ambienti adiacenti. A tale scopo si propone il seguente prodotto:

- Materassino acustico: INDEX FONOSTOP DUO con una rigidità dinamica pari a 21 MN/m<sup>3</sup>.

**16. IMPIANTI**

L'isolamento da impianti viene distinto per impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi wc, ecc.) e per quelli a funzionamento continuo (ventilazioni, trattamento aria, riscaldamento a pavimento ecc.).

Per gli impianti a ciclo discontinuo il valore di rumore consentito è il massimo percepibile con costante di acquisizione slow (LASmax), mentre per quelli continui il riferimento è il livello equivalente dell'intera misura (LAeq), entrambi con ponderazione A.

In particolare, per gli edifici in categoria F, il D.P.C.M 05/12/1997 prescrive quanto segue:

$LA_{eq} \leq 35$  dB(A) per gli impianti a funzionamento continuo;

$LAS_{max} \leq 35$  dB(A) per gli impianti a funzionamento discontinuo.

L'idoneità degli impianti e la conseguente verifica delle prescrizioni legislative è competenza dell'impiantista.

**IMPIANTO A FUNZIONAMENTO DISCONTINUO: IMPIANTI IDRICI**

La definizione in sede progettuale di tutte le specifiche relative all'isolamento da impianti è quasi impossibile, in quanto in fase di cantiere si realizzano molto spesso modifiche o varianti che rischiano di compromettere qualunque ipotesi progettuale fatta.

È sufficiente che nella posa delle tubazioni vi siano accavallamenti di canali, passacavi o scarichi che non erano stati preventivati per inficiare tutte le considerazioni progettuali a monte!

Ci si limita in questa sede a segnalare che deve essere sempre garantito il pacchetto acustico e quindi che se non ci sono le sufficienti stratigrafie derivanti da spaccature, forometrie, tracce ecc., ove necessario si devono realizzare lesene con materiali isolanti o anche fonoassorbenti.

La presenza di impianti e di locali con impianti, centrale termica ad esempio, impone l'installazione di una controparete e lo studio di particolari esecutivi, tali da garantire che ci siano sufficienti isolamenti.

Le contropareti alle quali saranno applicati gli impianti a parete dovranno essere opportunamente dimensionate per sopportare i carichi.

All'interno dei profili montanti sarà inserita la lana minerale di spessore tale da occupare l'80% dello spazio: 45 mm nel caso del montante da 50 x 50 mm, 70 mm nel caso del montante da 75 x 50 mm.

I profili saranno isolati dalle strutture (pareti e pavimenti) mediante l'applicazione del nastro di guarnizione isolante in polietilene da 3,5 mm e posizionati ad almeno 10 mm dalla parete retrostante per evitare il contatto tra esistente e paramento o dal secondo montante della parete con doppia struttura.

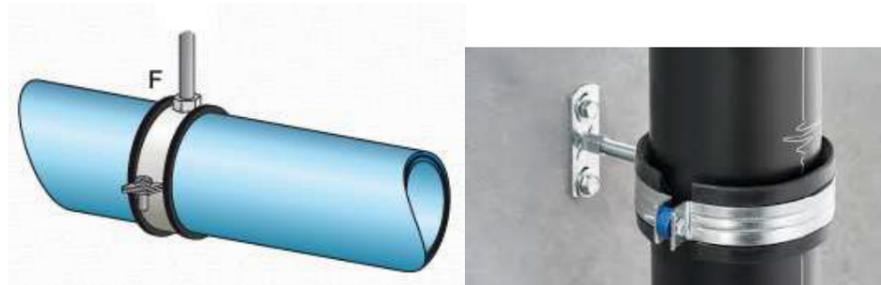
Devono essere sempre evitati tutti i contatti rigidi tra gli impianti e gli elementi strutturali o di finitura, ovvero si devono utilizzare sempre i materiali elastici di rivestimento in polietilene per le tubazioni e per gli impianti in genere.

In particolare, si devono limitare al minimo le tubazioni orizzontali.

Si devono usare tubazioni con alto potere fonoisolante e rivestirle completamente con calza resiliente e isolante (calza che non sia di 3 mm, ma almeno da 6 mm).

Per la tipologia di tubazione si deve sentire l'idraulico fornitore, e si possono usare tubazioni, tipo Valsir Silere o tipo Bampi Polo Kal 3S.

Gli scarichi devono essere completamente rivestiti, compresi tutti i tratti orizzontali nell'alleggerito dai sanitari fino alla colonna. Le colonne verticali possono essere posate in cavedio o in traccia, l'importante è che sia garantita la desolidarizzazione tra tubazioni e strutture. Dovranno essere utilizzati delle staffe antivibranti, vedi Figura



Ove siano presenti cavedi questi devono essere interamente riempiti con lana minerale a bassa densità.

Nei casi di cavedi non a contatto con le pareti perimetrali, devono essere realizzati elementi strutturali indipendenti, tali da garantire che non vi sia contatto tra i pendini delle tubazioni con le pareti e le strutture del cartongesso o dei laterizi delle pareti doppie dello strato sul lato degli ambienti.

Le colonne devono essere vincolate agli elementi strutturali con pendini dotati di gommini smorzanti, si ribadisce che deve essere eliminato qualunque contatto rigido tra le tubazioni (siano esse scarichi, ventilazioni, aerazioni o altro) e la struttura.

Le tubazioni devono essere sostenute da pendini con antivibranti e non si devono appoggiare o sostenere direttamente alle strutture senza interporre materiali resilienti.

Si ribadisce che tutta l'impiantistica (comprese caldaie, corpi con valvole, ecc.) deve essere appesa con materiali antivibranti.

Tutte le tubazioni (anche di adduzione e i pluviali) devono essere rivestite con materiale resiliente e dotate ove necessario di valvole anticampo di ariete.

Ridurre al minimo indispensabile i cambiamenti di direzione della colonna nel suo percorso verticale e, se inevitabili, realizzarli utilizzando due curve a 45° ed un tubo interposto di lunghezza pari a due volte il diametro usato

Va evitato di fermare la colonna con malta (anche al piede della stessa) e di riempire i vuoti con la schiuma poliuretana.

Eventuali impianti (caldaie, scambiatori, ecc.) devono essere posati, se necessario, su piastre antivibranti con ulteriore uso di pannelli in lana minerale per eliminare tutti i contatti tra i cassoni e le strutture.

Analogo isolamento alle vibrazioni deve essere predisposto per tutti gli elementi che possono essere oggetto di vibrazione o di trasmissione delle vibrazioni.

Gli impianti che possono essere fonte di vibrazioni devono essere posati su basamento inerziale con elastomeri o schiume tipo Regufoam e comunque da progettare in fase esecutiva a cura dell'impiantista.

Le tubazioni devono sempre essere dotate di giunto antivibrante e di staffe antivibranti e valvole di stacco ai piani con antivibranti.

### IMPIANTI A FUNZIONAMENTO CONTINUO

Le macchine, i canali dell'aria e l'impiantistica (comprese caldaie, corpi con valvole, ecc.) devono essere appese alla soletta superiore con supporti antivibranti in poliuretano microcellulare tipo Sylomer® o equivalenti dimensionati per i carichi che devono sostenere.

I supporti potranno essere definiti una volta noto il macchinario e le sue caratteristiche di funzionamento.

Devono essere sempre evitati tutti i contatti rigidi tra gli impianti e gli elementi strutturali o di finitura.

Ad esempio, allo stacco tra centrali e tubazioni, devono essere sempre usati giunti con antivibrante, così come devono essere sempre predisposti antivibranti al passaggio delle tubazioni nelle strutture (pareti e solai).

Nel caso di interstizi grandi si consiglia l'inserimento della lana minerale a bassa densità.

- Gli impianti sono posizionati in luoghi dove l'impatto è minore.
- Le staffe di supporto dell'impianto sono provviste di idonei giunti antivibranti.
- I macchinari sul tetto sono isolati con barriere antirumore.

### Impianti di Areazione

Tutti i macchinari che generano vibrazioni (ad es. UTA, ecc.) dovranno essere montati su supporti antivibranti, quali supporti in neoprene o gomma, oppure molle.

La scelta del tipo di supporto va effettuata in base alle caratteristiche proprie dei singoli macchinari (peso, velocità di rotazione dei motori ecc.) si consiglia di seguire i consigli dei produttori delle macchine stesse.

In generale per limitare la trasmissione di vibrazioni è necessario interporre materiale resiliente nella realizzazione dei fissaggi (passaggio dei condotti attraverso le strutture divisorie e collegamento tra staffe e condotte di areazione).

Per limitare il rumore trasmesso attraverso i canali d'aria vi sono due possibilità: ridurre il livello di potenza sonora alla sorgente oppure incrementare l'attenuazione lungo il percorso sorgente-ambiente.

Per le sorgenti occorre utilizzare macchinari adeguati impostando basse velocità dell'area.

Per l'attenuazione lungo i percorsi occorre:

- Valutare se è necessario incrementare il potere fono isolante delle pareti laterali dei condotti;
- Valutare l'eventuale adozione di silenziatori all'interno dei condotti (ad esempio pannelli in materiale fibroso).

Si segnala che l'adozione di silenziatori nei condotti, successiva all'installazione dell'impianto, determinerà un incremento della resistenza al flusso nei canali stessi e quindi l'eventuale necessità di sostituire i macchinari per il trattamento dell'aria se non sono stati adeguatamente dimensionati.

#### **Attraversamento di pareti**

Nei punti in cui la tubatura deve attraversare una parete in muratura, occorre fasciare con guaina isolante il tubo per evitare contatti diretti e quindi la propagazione del rumore attraverso la struttura dell'edificio. Gli scassi nel muro e le eventuali fessure devono poi essere riempiti con malta cementizia fino alla fasciatura.

#### **17. ACCORGIMENTI DI POSA IN OPERA PER COMPONENTI VETRATI**

Di seguito si riportano una serie di considerazioni e di accorgimenti di carattere generale per la scelta e la posa dei serramenti.

Si segnala in via indicativa che i serramenti dotati delle caratteristiche minime di isolamento acustico precedentemente esposte dovranno necessariamente garantire elevata tenuta all'aria ed essere dotati di vetri camera con almeno una delle due lastre di tipo stratificato.

I serramenti dovranno esser posati di modo da evitare nella maniera più assoluta il passaggio d'aria e quindi di rumori lungo tutto il perimetro.

In particolare si raccomanda estrema cura nella realizzazione e posa delle guarnizioni.

Tali elementi dovranno essere continui e privi di rotture lungo tutto il perimetro del serramento.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione degli angoli.

Il falso telaio dei serramenti dovrà essere direttamente collegato alle pareti esterne e non dovranno essere presenti fessure o rotture nella parete.

Eventuali spaccature dovranno essere riempite con malta (sabbia e cemento). È assolutamente da evitare l'utilizzo di schiume.

Le prestazioni in opera dei serramenti in generale dipendono, oltre che dalle sue caratteristiche intrinseche, dalla qualità dei vari componenti che lo costituiscono, dalla qualità del loro assemblaggio, dalla qualità del montaggio sul muro e da quella del muro medesimo.

Le soluzioni scelte devono garantire di eseguire al meglio il raccordo tra infisso e muratura, riducendo quanto più possibile la presenza di spazi d'aria tra telaio fisso e muratura attraverso la creazione di un giunto dotato di adeguati cordoli di sigillatura e di eventuali materiali di riempimento.

Il giunto per la posa del telaio in luce è costituito dai seguenti componenti messi in opera nell'ordine sotto riportato:

- 1) si applica un cordolo sigillante sulle tre spallette di battuta del vano finestra e sul davanzale, avendo cura di raccordarli;
- 2) una volta inserito e fissato il telaio del serramento all'interno del vano murario, occorre eseguire l'operazione di riempimento del giunto con materiale espandente;
- 3) effettuare la sigillatura della parte interna del giunto con sigillante;
- 4) effettuare la sigillatura della piccola fuga che rimane tra la muratura e il serramento sulla parte esterna del giunto con sigillante.

Ai fini dell'isolamento acustico un giunto in battuta funziona meglio di un giunto in luce, soprattutto se il giunto non è stato realizzato correttamente.

**ACCORGIMENTI DI POSA IN OPERA PER PAVIMENTI**

Per garantire il rispetto dei valori calcolati è di fondamentale importanza realizzare correttamente il massetto galleggiante.

La posa di un massetto galleggiante consiste sostanzialmente nel realizzare una "vasca" di materiale elastico smorzante, al di sopra del solaio strutturale e del massetto impianti, all'interno della quale alloggiare il massetto e la pavimentazione. Questa "vasca" dovrà desolaridizzare completamente pavimento e massetto da tutte le strutture al contorno.

Tale vasca, se correttamente realizzata, funziona come una molla che smorza le vibrazioni generate dal calpestio al piano soprastante.

È quindi di fondamentale importanza adottare le seguenti indicazioni di posa:

Il massetto impianti sul quale andrà posato il materiale elastico dovrà essere piano e privo di qualsiasi asperità.

Il materiale elastico una volta posato non dovrà presentare discontinuità.

Alcuni materiale elastici hanno un verso di posa. Si raccomanda di rispettare il verso di posa indicato dall'azienda produttrice.

Sia gli zoccolini perimetrali che le piastrelle di rivestimento delle pareti dei bagni dovranno essere distaccate di qualche millimetro dal rivestimento a pavimento di modo da evitare la formazione di collegamenti rigidi tra pavimentazione e pareti laterali.

**18. CONCLUSIONI**

Nella presente relazione è stata effettuata la valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi della nuova palestra comunale all'interno della Variante PII Area Industria – ex camiceria Leva sulla Via San Giovanni Bosco nel comune di Ispra (VA)

Nell'analisi del progetto lo studio ha verificato le prestazioni acustiche degli elementi architettonici con i requisiti acustici passivi previsti dalla legislazione nazionale ed è emerso il soddisfacimento delle prescrizioni del D.P.C.M. 05/12/1997.

Sono stati presi in esame i requisiti relativi all'isolamento della struttura edilizia e alla rumorosità interna degli ambienti facendo riferimento alle stratigrafie e alle piante del progetto definitivo descritte nei paragrafi precedenti.

Alcune tematiche come le connessioni strutturali con i tamponamenti perimetrali ed interni, il nodo serramento - parete opaca e l'isolamento degli impianti a funzionamento continuo e discontinuo a servizio dell'edificio, dovranno essere approfondite nella redazione del progetto esecutivo in quanto allo stato attuale nel progetto definitivo non sono stati completamente identificati.

Si ricorda che eventuali modifiche alle stratigrafie (tipologia, spessori, densità dei materiali), agli impianti e il loro spostamento all'interno della distribuzione possono influire negativamente sulla valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi comportando anche il non rispetto dei limiti imposti dalla legislazione vigente.

In caso di variazioni di progetto rispetto a quanto valutato nel presente documento sarà necessario eseguire nuove verifiche per valutare il mantenimento del rispetto dei requisiti acustici passivi.

Si ricorda che la legislazione acustica impone che i requisiti acustici passivi siano ottenuti in opera.

La sola previsione teorica di isolamento acustico non è quindi sufficiente a garantire il risultato in opera.

Si rimanda alla corretta posa in opera, al controllo dei lavori ed alla rispondenza rispetto ai sistemi costruttivi prescritti, per il conseguimento dei valori prestazionali previsti in fase progettuale.

L'esperienza insegna come spesso vi siano discordanze anche di alcuni decibel tra i valori teorici di isolamento acustico ed i valori misurati in sito sui manufatti realizzati.

Queste differenze sono prevalentemente da attribuire alle normali procedure di posa nel cantiere, le quali, se non esattamente conformi con quelle ipotizzate in sede di progetto (materiali e dettagli costruttivi), possono creare ponti acustici dagli esiti molto incerti e di difficile valutazione in sede teorico-progettuale.

- POTERE FONOISOLANTE APPARENTE: le partizioni in esame soddisfano in via previsionale i valori limite previsti dal D.P.C.M. 5/12/97 e dalle NORME TECNICHE previste dai Criteri Ambientali Minimi a patto che vengano impiegate stratigrafie con caratteristiche prestazionali indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia a "regola d'arte".

- ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA: le facciate in esame soddisfano in via previsionale i requisiti previsti dal D.P.C.M. 5/12/97 a patto che i componenti opachi e trasparenti di facciata abbiano prestazioni certificate in laboratorio pari o superiori a quelle indicate nella presente relazione tecnica e la posa in opera sia a "regola d'arte". Dovranno essere impiegati adeguati serramenti con potere fonoisolante di minimo 42 dB.

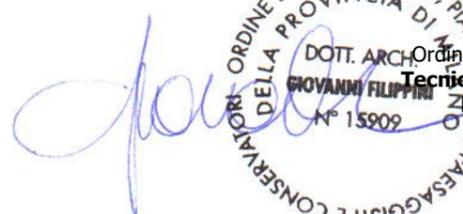
-TEMPO DI RIVERBERO: Il tempo di riverbero negli ambienti soddisfano in via previsionale i requisiti previsti dal decreto sui requisiti ambientali minimi a patto che vengano inserite le superfici fonoassorbenti previste.

- RUMORE DEGLI IMPIANTI: è necessario rispettare tutte le indicazioni date nella presente relazione tecnica al fine di limitare il rumore prodotto dagli impianti a funzionamento continuo e discontinuo.

La presente relazione ha riproposto ed analizzato le soluzioni costruttive individuate nel progetto esecutivo per l'intervento di nuova edificazione le stesse sono state valutate acusticamente: le scelte sono adeguate alle richieste normative.

Sulla base di quanto indicato, in base ai calcoli effettuati e alla tipologia dei materiali considerati per la verifica è possibile affermare che l'intervento di edilizio rispetterà i parametri di isolamento dai rumori prescritti dalla legislazione vigente.

Si ribadisce che i valori espressi nella presente relazione tecnica saranno ottenuti anche in opera solamente se la posa dei sistemi costruttivi sarà effettuata a regola d'arte e con specifici accorgimenti tecnici in conformità alle modalità di posa precedentemente descritte.

  
**Arch. Giovanni Filippini**  
 DOTT. ARCH. Ordine degli Architetti della Provincia di Milano  
**Tecnico competente in acustica ambientale**  
 Regione Lombardia D.G.R.13655/08  
 N° 15909

## ALLEGATI

### DELIBERE REGIONALI - TECNICO COMPETENTE NEL CAMPO DELL'ACUSTICA AMBIENTALE

**POSTA PRIORITARIA**  
Priority Mail

  
Regione Lombardia

Giunta Regionale  
Direzione Generale  
Qualità dell'ambiente

Egr. Sig.  
FILIPPINI GIOVANNI  
Via Della Valle, 15  
20087 ROBECCO SUL NAVIGLIO (MI)

Milano: 28 NOV 2008

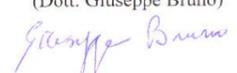
Prot: T1 2008.00 26450

TC 1124

Oggetto: Decreto del 25 novembre 2008, n. 13655, avente per oggetto: Valutazione delle domande presentate alla Regione Lombardia per il riconoscimento della figura professionale di "tecnico competente" nel campo dell'acustica ambientale, ai sensi dell'articolo 2, commi 6 e 7, della Legge 447/95.

Si trasmette, in allegato, copia conforme all'originale del decreto indicato in oggetto, col quale Lei è stato riconosciuto "tecnico competente" in acustica ambientale.

Distinti saluti.

Il Dirigente della Struttura  
(Dott. Giuseppe Bruno)  


All:1

Il Funzionario Referente: Enrico Pozzi (tel.02 67655067)

Unità Organizzativa Programmazione e Progetti Speciali di Protezione Ambientale  
Struttura Prevenzione Inquinamenti e Progetti Speciali  
Via Taramelli, 12 - 20124 Milano - <http://www.regione.lombardia.it>  
Tel. 02/6765.4356 - Fax 02/6765.4406

# COMUNE DI ISPRA



## AMBITO DI TRASFORMAZIONE “Area dismessa Camiceria ex Leva”



## ANALISI DELL'IMPATTO VIABILISTICO

### DESCRIZIONE DEL SISTEMA VIARIO, DEI TRASPORTI E DELLA RETE DI ACCESSO

Studio redatto da Ing. Giovanni Vescia  
 via Carducci 2 – 20092 – Cinisello Balsamo (MI)  
 Tel. 349.12 49 750 / 329.33 18 707  
 E-mail: [gianni.vescia@fastwebnet.it](mailto:gianni.vescia@fastwebnet.it)  
 Albo dell'ordine degli ingegneri della provincia di Milano n A23726

## INDICE

<b>INDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>2 METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI</b> .....	<b>6</b>
2.1 ANALISI SCENARIO STATO DI FATTO .....	6
2.2 ANALISI SCENARIO DI INTERVENTO.....	6
<b>3 ANALISI DELLO SCENARIO STATO DI FATTO</b> .....	<b>8</b>
3.1 INQUADRAMENTO GENERALE AREA IN STUDIO .....	8
3.2 ANALISI OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO PRIVATO .....	10
3.2.1 ANALISI DEGLI ASSI VIARI.....	12
3.2.1.1 S1 – SP69 nord .....	12
3.2.1.2 S2 – SP69.....	13
3.2.1.3 S3 – Via Roma .....	14
3.2.1.4 S4 – SP36.....	14
3.2.1.5 S5 – SP69 sud.....	14
3.2.2 ANALISI DELLE INTERSEZIONI.....	16
3.2.2.1 Intersezione 1: SP69 / via Roma .....	16
3.2.2.2 Intersezione 2: SP69 / SP36 .....	18
3.3 TRASPORTO PUBBLICO LOCALE .....	19
3.4 INDAGINI DI TRAFFICO .....	20
3.4.1 RILIEVI AUTOMATICI ANNO 2021 .....	20
3.4.2 POSTAZIONE A – SP36.....	23
3.4.3 POSTAZIONE B – SP69.....	30
3.5 DEFINIZIONE DELL'ORA DI PUNTA.....	36
3.6 RILIEVI SULLE INTERSEZIONI.....	38
3.6.1 INTERSEZIONE 1: SP69 / via Roma.....	41
3.6.2 INTERSEZIONE 2: SP69/SP36.....	43
3.7 IDENTIFICAZIONE SCENARIO ATTUALE.....	45
3.8 ATTUALE REGIME DI CIRCOLAZIONE OSSERVATO .....	48
<b>4 SCENARIO DI INTERVENTO</b> .....	<b>53</b>
4.1 ACCESSIBILITA' AREA DI INTERVENTO .....	56
4.2 AREE DI SOSTA .....	58
4.3 LOGISTICA ED APPROVVIGIONAMENTO MERCI .....	59
4.4 ANALISI DEI FLUSSI POTENZIALMENTE INDOTTI .....	60
4.4.1 COMMERCIALE CLIENTI: ORA DI PUNTA SERALE DEL VENERDI' .....	60
4.4.2 Commerciale ADDETTI .....	61
4.4.3 ATTIVITA' PER LA RISTORAZIONE.....	61
4.4.4 RESIDENZIALE.....	61
4.4.5 RICETTIVO .....	61
4.5 BACINO GRAVITAZIONALE .....	62
4.6 IDENTIFICAZIONE SCENARIO DI INTERVENTO .....	65
4.6.1 ASSEGNAZIONI FLUSSI SCENARIO 1 .....	65
4.6.2 ASSEGNAZIONI FLUSSI SCENARIO 2 .....	69
<b>5 VERIFICA DELLE INTERSEZIONI DI ACCESSO AL COMPARTO</b> .....	<b>73</b>
5.1 ROTATORIA 1 – SP69 / VIA ROMA .....	75
5.1.1 SCENARIO 1.....	75
5.1.2 SCENARIO 2.....	77
5.2 ROTATORIA 2 – SP69 / SP36 .....	79
5.3 VERIFICA DI IMPATTO TRASPORTISTICO A LIVELLO DI RETE .....	81
<b>6 CONCLUSIONI</b> .....	<b>84</b>
<b>7 INDICI</b> .....	<b>88</b>
7.1 INDICE DELLE FIGURE .....	88

7.2	INDICE DELLE FOTO .....	88
7.3	INDICE DELLE TABELLE .....	89

## 1 PREMESSA

Il presente studio ha lo scopo di valutare le possibili ricadute viabilistiche conseguenti alla realizzazione degli interventi urbanistici ed infrastrutturali previsti all'interno dell'area industriale ex camiceria Leva, ubicata nel Comune di Ispra, tra via Roma, via Fermi e via San Giovanni Bosco.

L'area in questione è collocata in un nodo strategico sia sotto il profilo viabilistico che funzionale, anche per la relazione con gli altri comuni della sponda lombarda del lago Maggiore, del contiguo insediamento del Centro di Ricerca Europeo (CCR) e del resto del territorio provinciale e regionale. La dismissione della Camiceria Leva ha rappresentato quindi un'occasione per la riqualificazione dell'area e una riorganizzazione del tessuto urbano grazie all'apporto di nuove funzioni e modalità di utilizzo del territorio.

Tale area è di particolare interesse, in quanto rappresenta in sostanza il punto di ingresso al paese dalle doppie direttrici: strada provinciale 69 e il vecchio tracciato della strada per Cadrezzate (SP36), collegamento con il CCR di Ispra.

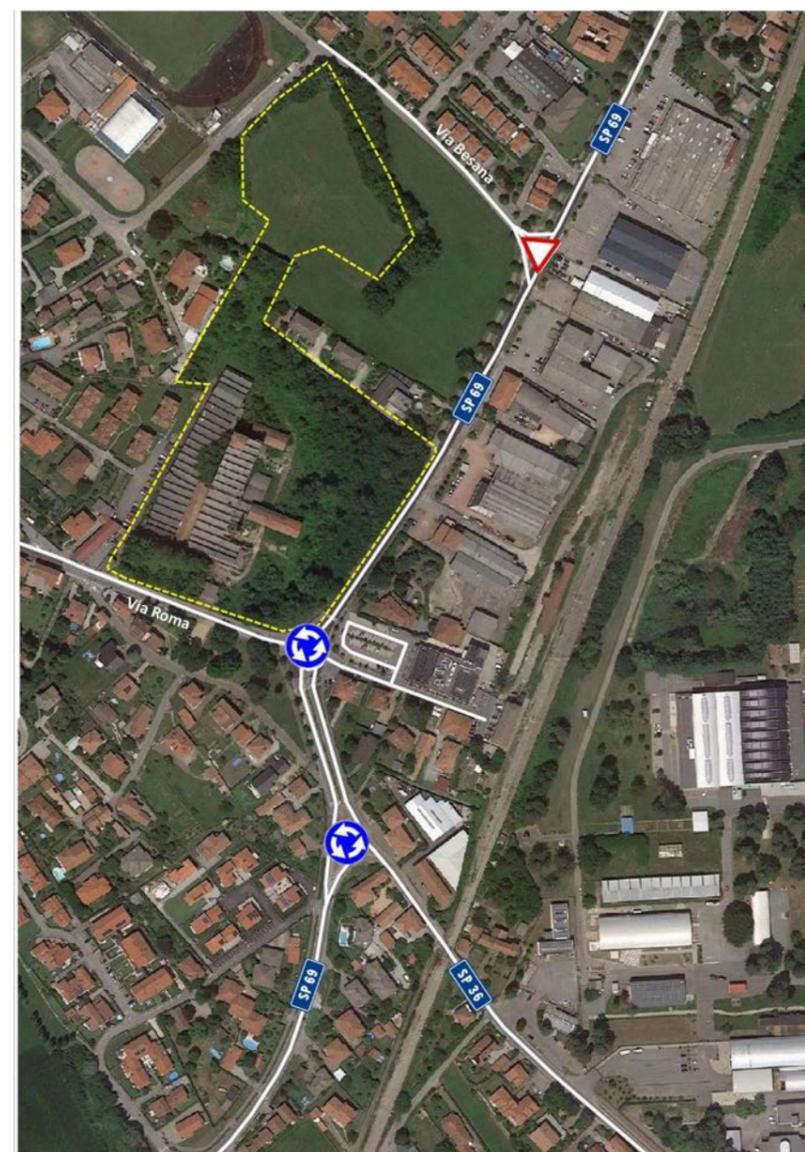


Figura 1 – Planimetria stato di fatto aerea di intervento

Dal punto di vista progettuale l'intervento prevede la realizzazione di nuovi edifici a destinazioni diverse: una media struttura di vendita, un esercizio della somministrazione alimenti e bevande, una struttura turistica ricettiva, due palazzine residenziali ed una palestra polifunzionale, opera di pubblica utilità.

Il comparto sarà servito da una adeguata dotazione di parcheggi pubblici e privati, il tutto inserito in modalità compatibile con il circostante ambiente urbano, depotenziando l'attuale presenza volumetrica e il conseguente impatto paesaggistico, a favore di un più consona equilibrio tra costruito, spazi a verde e servizi di pubblica utilità.

Inquadrate, nei termini di cui sopra, la situazione urbanistica e le capacità edificatorie e funzionali dedotte nell'odierna proposta progettuale, si dà atto che il presente studio avrà lo scopo di inquadrare lo stato di fatto viabilistico e di valutare la situazione futura che si verificherà al momento dell'attivazione delle capacità edificatorie e funzionali previste dalla proposta di intervento cui il presente elaborato accede, stimando - nello scenario di maggior carico - i flussi in ingresso ed in uscita che potrebbero essere generati dal nuovo attrattore.

Le analisi degli impatti sulla rete stradale dell'area di studio verranno effettuate attraverso l'uso di metodologie di calcolo idonee a valutare gli effetti del traffico sulla rete viaria, con particolare riferimento alle intersezioni, descrivendone l'effettivo funzionamento, sulla base di una serie di parametri che concorrono a stimare il perditempo (in secondi) ed il livello di servizio complessivo.

Nello specifico, la verifica degli assi viari e delle intersezioni contermini l'area di studio verranno effettuate in accordo con quanto previsto dalla DGRL **27 settembre 2006 – n. VIII/3219 – Allegato 4 – Analisi di traffico**.

## 2 METODOLOGIA DI STUDIO E SCENARI DI ANALISI

Per valutare gli effetti sulla viabilità indotti dal traffico potenzialmente generato dall'intervento in progetto, e per verificare se tale possibile incremento è compatibile con il sistema infrastrutturale viario attuale e futuro, si è proceduto all'analisi dei seguenti scenari:

- **Scenario stato di fatto** – finalizzato a caratterizzare la domanda attuale di mobilità e l'offerta di trasporto (attraverso l'analisi della rete viabilistica e delle intersezioni limitrofe all'area di studio);
- **Scenario di intervento** – relativo allo scenario futuro, finalizzato ad analizzare gli schemi viabilistici di progetto in relazione ai flussi di traffico attuali ed aggiuntivi potenzialmente generati/attratti dal nuovo intervento proposto.

Poiché l'orizzonte temporale nel quale si colloca l'attivazione del comparto terziario/commerciale oggetto di studio è nel brevissimo periodo (anno 2023), lo scenario temporale di riferimento coincide con lo scenario attuale.

### 2.1 ANALISI SCENARIO STATO DI FATTO

L'analisi dello stato di fatto ha lo scopo di caratterizzare l'attuale domanda ed offerta di trasporto all'interno dell'area di studio. Per quanto concerne l'offerta di trasporto, l'obiettivo è quello di rilevare le attuali caratteristiche delle infrastrutture di trasporto che attraversano l'area di studio ed, in particolare, di descriverne il funzionamento in merito:

- alla organizzazione e geometria della sede stradale;
- all'attuale regolamentazione della circolazione (sensi unici, semafori, etc...);
- alla presenza di linee e collegamenti con la rete del trasporto pubblico.

La domanda di mobilità, allo stato attuale, sulle principali intersezioni contermini l'area di intervento, è stata ricostruita, mediante un apposito rilievo di traffico effettuato nel mese di luglio 2021, sia in modo continuativo per una settimana sulle principali sezioni di accesso all'area di studio, sia attraverso il rilievo della matrice OD dei nodi di accesso effettuato nell'ora di punta dove mediamente agli spostamenti sistematici casa – lavoro, si sommano gli spostamenti generati ed attratti dalle funzioni commerciali esistenti e di previsione.

Le analisi di traffico hanno riguardato i principali assi e nodi che saranno interessati dall'indotto veicolare generato/attratto dall'intervento commerciale in previsione.

### 2.2 ANALISI SCENARIO DI INTERVENTO

Lo scenario d'intervento considera l'attivazione delle funzioni urbanistiche previste all'interno della proposta di PA. Dopo aver definito la domanda e l'offerta di trasporto nello scenario attuale, la struttura viabilistica in esame viene "caricata" dal traffico attualmente presente nell'area di studio e dai flussi di traffico generati, dal nuovo insediamento in progetto, e ciò allo scopo di individuare lo scenario viabilistico che si registrerà a progetto ultimato. Essendo l'intervento attivabile in un orizzonte temporale di breve termine (anno 2023) si ritiene trascurabile la crescita della domanda rispetto a quanto rilevato nel mese di luglio 2021.

In questo modo, è possibile stimare i carichi veicolari sugli assi principali e alle intersezioni di maggior importanza e valutarne gli effetti.

La stima dell'incremento veicolare verrà effettuata secondo i parametri presenti in letteratura e per la componente commerciale si farà riferimento all'allegato "F" della Deliberazione di Giunta Provinciale PV 150/2003.

In riferimento all'analisi della rete di accesso, si precisa che il presente studio viabilistico fornirà indicazioni in merito:

- alla qualità dell'accessibilità da parte delle persone (addetti e utenza) e delle merci, attraverso la stima della qualità della circolazione (tempi di attesa, accodamenti, rapporto flusso/capacità sulla rete);
- ai valori dei carichi sui principali elementi infrastrutturali (archi, nodi e accessi) interessati dall'indotto veicolare teorico generato/attratto dall'intervento commerciale;
- ai dati sulla distribuzione delle manovre veicolari (Origine/Destinazione) alle intersezioni;

- ai risultati delle verifiche effettuate circa la capacità di gestione dei flussi da parte dei principali elementi infrastrutturali (nodi ed archi stradali).

Sulla base dei carichi veicolari individuati nello scenario attuale ed in quello di intervento si procederà, quindi, a verificare l'impatto effettivo sul traffico e le eventuali negatività da affrontare.

### 3 ANALISI DELLO SCENARIO STATO DI FATTO

I principali passi metodologici rispetto ai quali sono state organizzate le valutazioni effettuate per la caratterizzazione dello stato di fatto riguardano:

- l'**inquadramento territoriale** dell'area di studio;
- la **ricostruzione dell'offerta di trasporto privato** mediante l'analisi della rete viabilistica contermina l'area di intervento;
- la **ricostruzione della domanda attuale**: mediante l'analisi della mobilità attuale viene riprodotto l'andamento dei flussi di traffico che attraversano la rete viaria dell'area di studio.

#### 3.1 INQUADRAMENTO GENERALE AREA IN STUDIO

L'area di intervento è ubicata nel Comune di Ispra, tra via Roma, via E. Fermi e via San Giovanni Bosco. L'area in questione è collocata in un nodo strategico sia sotto il profilo viabilistico che funzionale, anche per la relazione con gli altri comuni della sponda lombarda del lago Maggiore, del contiguo insediamento del Centro di Ricerca Europeo (CCR) e del resto del territorio provinciale e regionale.

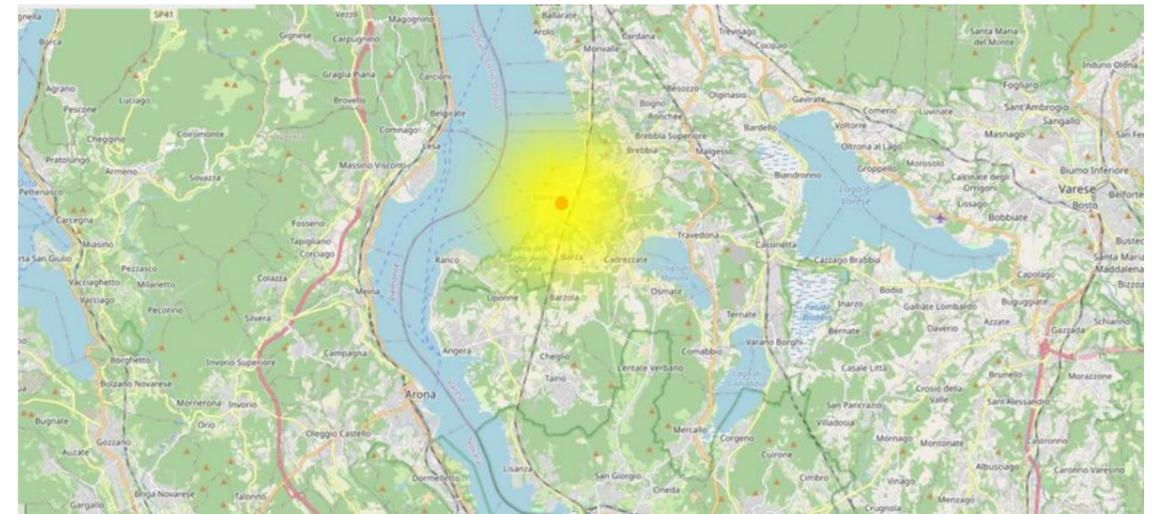


Figura 2 – Inquadramento rete viaria – scala area vasta

L'immagine seguente schematizza il perimetro relativo all'intervento oggetto della presente proposta progettuale.

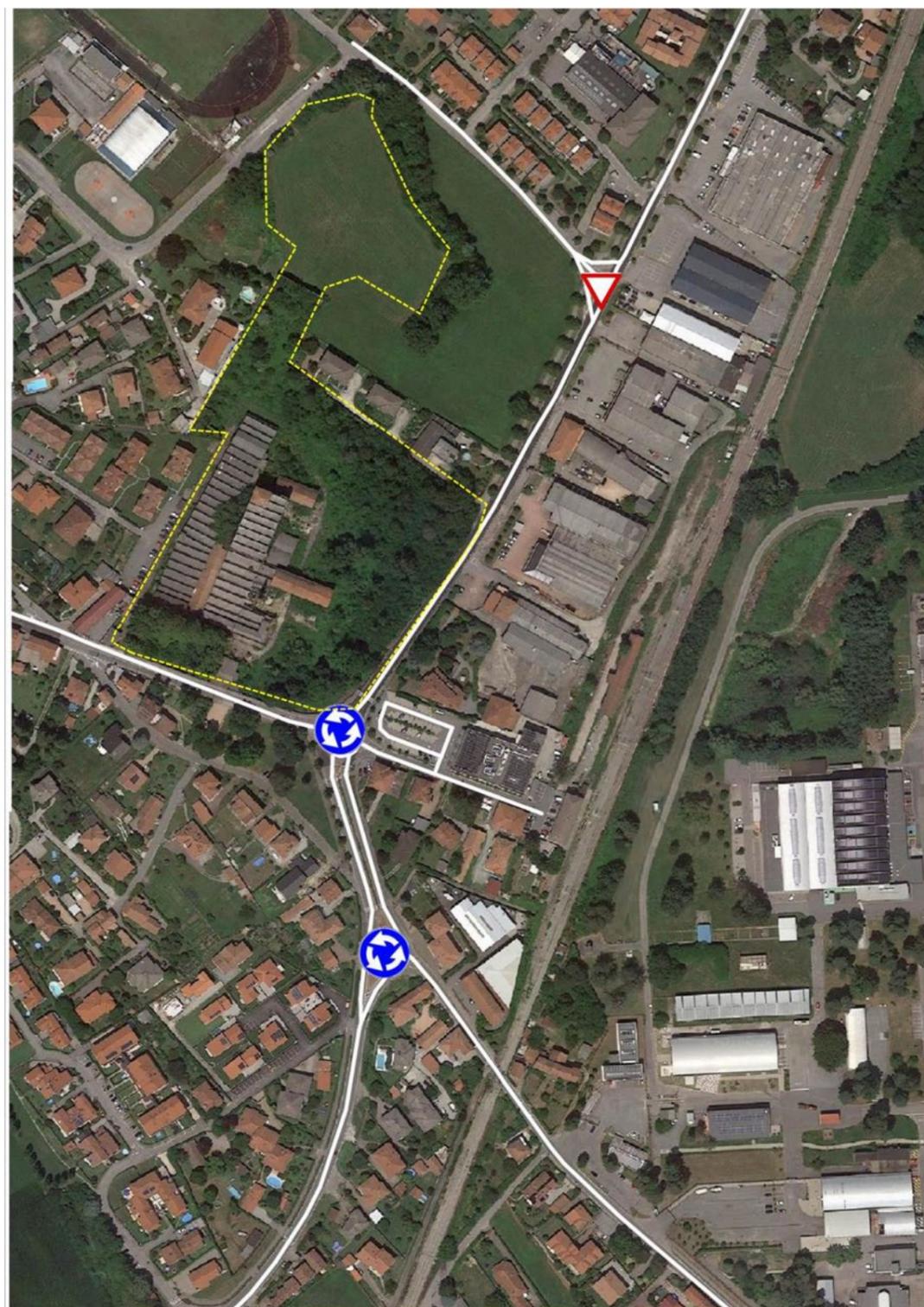


Figura 3 – Inquadramento foto aerea rete viaria – Dettaglio area di studio

### 3.2 ANALISI OFFERTA ATTUALE DI TRASPORTO PRIVATO

L'analisi dell'offerta di trasporto privato si propone di valutare il grado di accessibilità veicolare all'area in esame, rilevando sia la quantità che la qualità dei collegamenti stradali esistenti.

L'offerta viaria nell'intorno dell'area di trasformazione offre un buon livello di accessibilità: l'accesso all'area di intervento avviene, infatti, direttamente dalla Sp69 e dalla via Roma, strade collegate attraverso una intersezione a rotatoria.

Tutte le strade principali attualmente in esercizio al contorno del comparto in esame, sono a doppio senso di marcia.

L'immagine seguente mostra la regolamentazione delle intersezioni sulla rete stradale del comparto e lo schema di circolazione in essere.



Figura 4 – Regolamentazione della intersezioni

### 3.2.1 ANALISI DEGLI ASSI VIARI

Nel dettaglio, vengono esaminati e descritti i seguenti assi viari:

- S1 – SP69 nord;
- S2 – SP69;
- S3 – Via Roma;
- S4 – SP36;
- S5 – SP69 sud.



Figura 5 – Assi viari in esame

#### 3.2.1.1 S1 – SP69 nord

La SP69, nel tratto ad ovest dell'area di intervento, presenta una sezione stradale ad un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Su entrambi i lati della piattaforma stradale sono presenti percorsi pedonali protetti, mentre la sosta è ammessa in apposite area dedicate esterne alla carreggiata stradale.



Foto 1 – S1 – SP69 nord

## 3.2.1.2 S2 – SP69

La SP69, nel tratto a sud dell'area di intervento presenta una sezione stradale a carreggiate separate con due corsie in direzione sud ed una corsia in direzione nord. Su entrambi i lati della piattaforma stradale sono presenti percorsi pedonali protetti (ciclopedonale sul lato ovest), mentre la sosta a bordo strada non è ammessa.



Foto 2 – S2 – SP69

## 3.2.1.3 S3 – Via Roma

Via Roma, nel tratto a sud/ovest dell'area di intervento, è una strada costituita da un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Su entrambi i lati della piattaforma stradale sono presenti percorsi pedonali protetti, mentre la sosta a bordo strada non è ammessa.



Foto 3 – S3 – via Roma

## 3.2.1.4 S4 – SP36

La SP36, nel tratto a sud dell'area di intervento, è una strada costituita da un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Su entrambi i lati della piattaforma stradale non sono presenti percorsi pedonali protetti, mentre la sosta a bordo strada è ammessa sul lato nord della carreggiata. Sull'asse viario oggetto di analisi è presente un passaggio a livello che disciplina la circolazione dei treni sulla Linea Luino-Oleggio.



Foto 4 – S4 – SP36

## 3.2.1.5 S5 – SP69 sud

La SP69, nel tratto a sud dell'area di studio, è costituita da un'unica carreggiata con una corsia per senso di marcia. Nel tratto oggetto di analisi, è presente un percorso ciclopedonale su lato ovest della carreggiata, mentre la sosta è vietata su entrambi i lati della carreggiata.



Foto 5 – S5 – SP69 sud

### 3.2.2 ANALISI DELLE INTERSEZIONI

Per completare l'analisi del sistema di offerta viene di seguito proposto l'analisi delle principali intersezione limitrofe all'area oggetto dell'intervento, in modo da ottenere un quadro ricognitivo esaustivo in ordine all'assetto viabilistico attuale.

Nel dettaglio, vengono esaminate e descritte le seguenti intersezioni:

- Intersezione 1: SP69 / via Roma;
- intersezione 2: SP69 / SP36.



Figura 6 – Intersezioni analizzate

#### 3.2.2.1 Intersezione 1: SP69 / via Roma

L'intersezione in esame, localizzata ad ovest dell'area oggetto di studio, è regolata mediante una rotonda (diametro esterno pari a circa 32 metri) con precedenza ai veicoli che percorrono l'anello.

Il flusso principale è rappresentato dalla corrente che percorre l'itinerario nord → sud (e viceversa) lungo la SP69. Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.



Figura 7 – Intersezione 1: SP69 / via Roma



Foto 6 – Intersezione 1: SP69 / via Roma

### 3.2.2.2 Intersezione 2: SP69 / SP36

L'intersezione in esame, localizzata ad ovest dell'area oggetto di studio, è regolata mediante una rotonda (diametro esterno pari a circa 30 metri) con precedenza ai veicoli che percorrono l'anello. Il flusso principale è rappresentato dalla corrente che percorre l'itinerario nord → sud (e viceversa) lungo la SP69. Le strade che vi confluiscono sono tutte a doppio senso di marcia; in prossimità dell'intersezione sono possibili tutte le manovre di svolta.

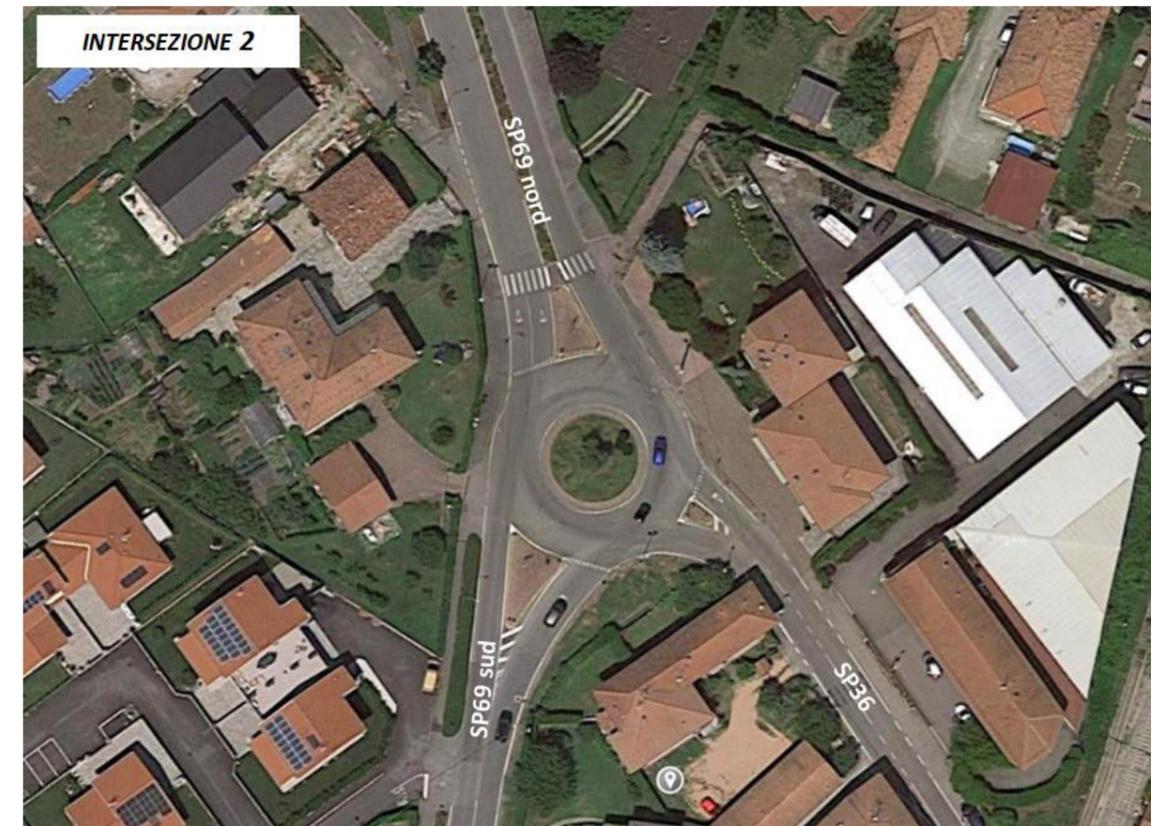


Figura 8 – Intersezione 2: SP69 / SP36



Figura 9 – Intersezione 2: SP69 / SP36

### 3.3 TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

Per completare l'analisi dell'offerta di trasporto relativa allo scenario attuale, viene di seguito riportato il quadro delle linee di TPL che interessano il territorio di Ispra, con particolare attenzione all'area di studio. Nello specifico, l'area di intervento è posizionata a circa 300 m della stazione ferroviaria di Ispra, sulla linea Luino-Oleggio. La stazione fu aperta nel 1882 e disponeva di tre binari passanti più un binario tronco per lo scalo merci. La stazione è stata trasformata in Posto di Movimento il 30 agosto 2015 (non effettua servizio viaggiatori e/o merci).

Le connessioni tra l'area di studio e le stazioni ferroviarie è garantita da un servizio di trasporto Pubblico Locale su gomma che collagno Ispra con le stazioni di Laveno – Mombello, Varese e Sesto Calende.

L'immagine seguente riporta l'assetto delle linee TPL di connessione tra l'area di studio e la stazione FS.

Nel dettaglio le linee TPL in transito all'interno del territorio di Ispra sono di seguito riportate:

	<b>N18</b>	Andata	Laveno-Leggiuno-Monvalle-Besozzo_Ispra	CTPI SCARL- CONSORZIO TRASPORTI PUBBLICI INSUBRIA
	<b>N18</b>	Ritorno	Laveno-Leggiuno-Monvalle-Besozzo_Ispra	CTPI SCARL- CONSORZIO TRASPORTI PUBBLICI INSUBRIA
	<b>N20</b>	Andata	Varese - Angera - Sesto Calende	CTPI SCARL- CONSORZIO TRASPORTI PUBBLICI INSUBRIA
	<b>N20</b>	Ritorno	Varese - Angera - Sesto Calende	CTPI SCARL- CONSORZIO TRASPORTI PUBBLICI INSUBRIA
	<b>R24</b>	Andata	Sesto Calende - Laveno (servizio sostitutivo bus)	Trenord
	<b>R24</b>	Ritorno	Sesto Calende - Laveno (servizio sostitutivo bus)	Trenord

Figura 10 – Assetto Trasporto Pubblico Locale – collegamento con stazione ferroviaria

### 3.4 INDAGINI DI TRAFFICO

La conoscenza dei dati di traffico veicolare è componente fondamentale per consentire, dapprima, di analizzare la situazione di traffico esistente - allo stato attuale - al contorno del comparto in esame e, successivamente, di valutare il traffico indotto (incrementi) derivante dalla realizzazione del progetto, al fine di verificare il corretto dimensionamento e l'efficacia dei punti di accesso. La domanda di mobilità urbana può essere sinteticamente descritta - in rapporto ad un determinato arco temporale di riferimento - in termini di "flussi veicolari" su significative sezioni della rete stradale, che origina degli spostamenti, da caricarsi sulla rete viaria esistente.

Per analizzare, in modo dettagliato, l'incidenza delle previsioni dedotte dal progetto in esame sulla viabilità locale, è necessario ricostruire i flussi di traffico attualmente circolanti sulla rete esistente, ossia stimare la domanda di trasporto attuale.

Considerando la natura dell'intervento a carattere commerciale, i rilievi di traffico sono stati effettuati attraverso due modalità:

- rilievo automatico H24 e per una settimana consecutiva sulla Sp69 e la SP36;
- rilievi nella fascia bioraria di punta sull'intersezione tra la Sp69 e la Sp36.

#### 3.4.1 RILIEVI AUTOMATICI ANNO 2021

Per determinare il periodo di picco degli spostamenti sulla rete stradale conterminare l'ambito di studio, è stato effettuato un rilievo di traffico automatico continuativo per 24 ore e per una settimana consecutiva (7-13 luglio 2021) in 2 sezioni stradali bidirezionali della viabilità provinciale:

- Postazione A – SP36;
- Postazione B – SP69.



Figura 11 – Localizzazione postazioni rilievi automatici

I rilievi sono stati effettuati mediante l'utilizzo di sistemi RADAR: la strumentazione è costituita da un contenitore rigido dalle dimensioni contenute al cui interno si trovano l'apparecchiatura radar e la batteria di alimentazione. La strumentazione viene applicata a pali/sostegni tramite apposite staffe di ancoraggio bloccate da lucchetti di sicurezza. L'installazione viene effettuata a bordo strada e non comporta intralcio o pericolo per la circolazione.



Figura 12 - Esempio radar SDR EASYDATA

Il classificatore EasyData utilizza per il rilevamento dei veicoli un radar Doppler con frequenza 24,125 GHz. L'effetto doppler si basa sul fatto che un segnale inviato dal radar viene riflesso con uno scostamento da un oggetto in movimento. Lo scostamento è chiamato frequenza doppler. La frequenza doppler è proporzionale alla velocità dell'oggetto in movimento. La frequenza radar è solo un valore e non fornisce indicazioni sulla direzione. Per determinare la direzione viene usato un sistema a 2 canali o stereo. La frequenza doppler viene generata da trasmettitori integrati ad alta frequenza. Nel caso specifico, avendo utilizzato un radar per ogni corsia di marcia, è stato utilizzato un singolo canale per ciascuna apparecchiatura.

Tutta l'elettronica, inclusa la batteria interna di backup, è inserita nel contenitore rigido dell'EasyData; la batteria 12V /17 Ah è posizionata sotto l'elettronica. Il sistema di ancoraggio è affidato ad apposite staffe che ne consentono l'installazione in posizione laterale o verticale. Le apparecchiature consentono il conteggio dei veicoli su più corsie. Il conteggio viene effettuato veicolo per veicolo e la configurazione delle apparecchiature viene effettuata durante l'installazione. La calibrazione dei radar EasyData viene effettuata sul campo tramite specifico palmare intervenendo sui parametri di configurazione quali:

- altezza dell'apparecchiatura dal piano carrabile;
- distanza laterale dal centro delle corsie di marcia;
- inclinazione del radar;
- gain (sensibilità);
- lunghezza dei veicoli rilevati.

L'apparecchiatura si ritiene calibrata dopo la verifica della corrispondenza tra i valori misurati e la lunghezza effettiva degli stessi. Le apparecchiature radar del tipo Easydata sono state utilizzate con lo specifico software DCCom per il settaggio e lo scarico dei dati e con il software DCReport per l'elaborazione e la visualizzazione in formato grafico o tabulare del traffico.

Nelle immagini seguenti si riporta localizzazione delle apparecchiature sulle diverse postazioni di monitoraggio.



Figura 13 – Postazione rilievo automatico SP36 dir Ispra



Figura 14 – Postazione rilievo automatico SP36 dir Cadrezzate



Figura 15 – Postazione rilievo automatico SP69 dir nord



Figura 16 – Postazione rilievo automatico SP69 dir sud

Le tabelle seguenti riportano i risultati delle rilevazioni automatiche sulle 2 postazioni oggetto di indagine.

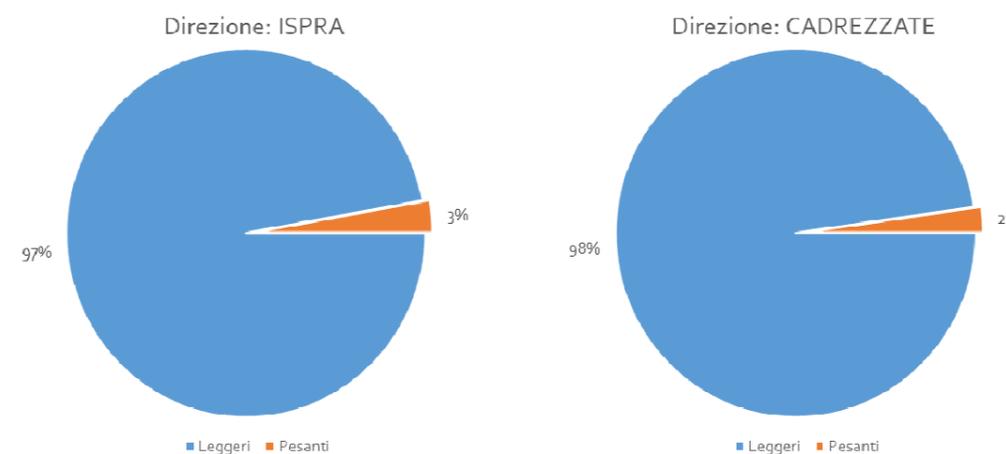
### 3.4.2 POSTAZIONE A – SP36

La tabella e i grafici seguenti riportano il TGM rilevato per i diversi giorni della settimana. Il picco si rileva nella giornata di venerdì con circa 7.250 veicoli bidirezionali.

	Direzione: ISPRA				Direzione: CADREZZATE				TGM TOTALE			
	Leggeri	Pesanti	% Pes.	Totale	Leggeri	Pesanti	% Pes.	Totale	Leggeri	Pesanti	% Pes.	Totale
lun 12 lug 2021	3'064	73	2.3%	3'137	3'221	64	1.9%	3'285	6'285	137	2.1%	6'422
mar 13 lug 2021	3'020	91	2.9%	3'111	3'001	77	2.5%	3'078	6'021	168	2.7%	6'189
mer 07 lug 2021	3'151	107	3.3%	3'258	3'098	71	2.2%	3'169	6'249	178	2.8%	6'427
gio 08 lug 2021	3'085	104	3.3%	3'189	2'991	72	2.4%	3'063	6'076	176	2.8%	6'252
ven 09 lug 2021	3'633	95	2.5%	3'728	3'443	78	2.2%	3'521	7'076	173	2.4%	7'249
Giorno Feriale Medio	3'191	93	2.8%	3'284	3'150	73	2.3%	3'223	6'341	166	2.6%	6'507
sab 10 lug 2021	2'995	34	1.1%	3'029	2'822	37	1.3%	2'859	5'817	71	1.2%	5'888
dom 11 lug 2021	2'298	8	0.3%	2'306	2'421	13	0.5%	2'434	4'719	21	0.4%	4'740

Nota: pesanti >7,5 m

Tabella 1 – Postazione A - TGM Totale e per direzione



I grafici seguenti riportano l'andamento dei flussi di traffico per giorno della settimana, per direzione di marcia e per classe veicolare.

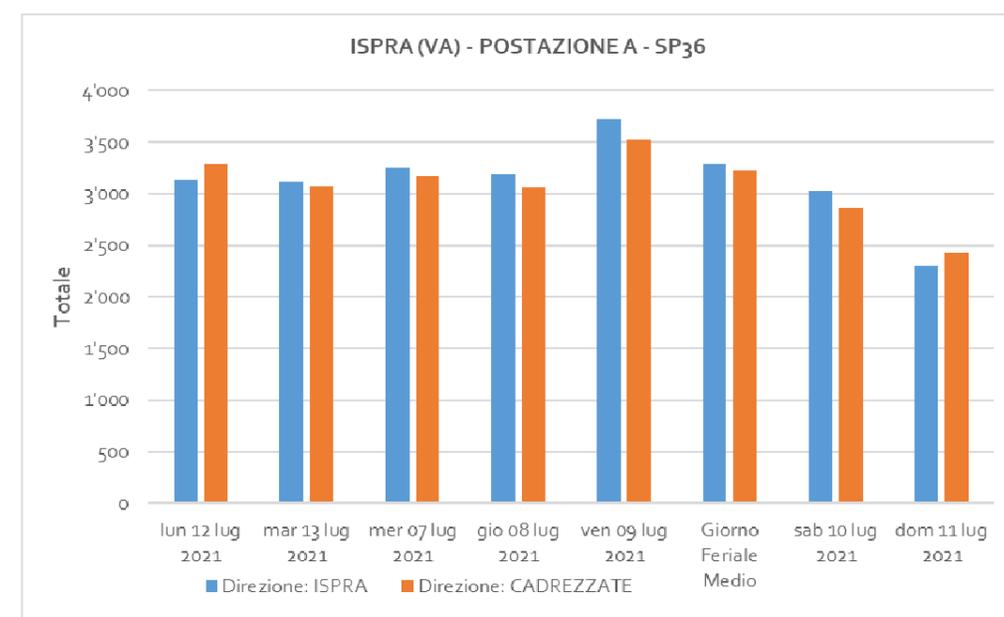


Grafico 1 – Andamento flussi veicolare – veicoli leggeri

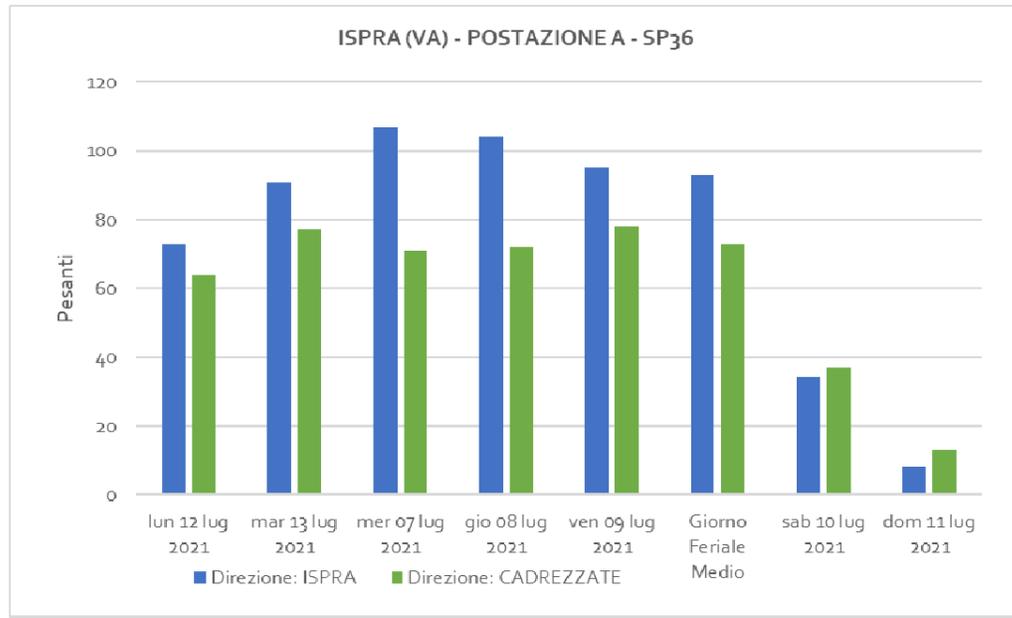


Grafico 2 – Andamento flussi veicolare – veicoli pesanti

ISPRA (VA) - POSTAZIONE A - SP36

Rilevamento volumi di traffico: 6-13 luglio 2021

Direzione: ISPRA

ORA	lun 12 lug 2021		mar 13 lug 2021		mer 07 lug 2021		gio 08 lug 2021		ven 09 lug 2021		Giorno Feriale Medio		sab 10 lug 2021		dom 11 lug 2021				
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti			
00-01	102	0	17	0	45	0	25	0	14	0	41	0	32	0	32	0			
01-02	26	0	4	0	11	0	3	0	5	0	10	0	15	0	15	0			
02-03	7	0	2	0	2	0	2	0	11	0	5	0	4	0	4	0			
03-04	3	0	0	0	5	0	1	0	7	0	3	0	8	0	8	0			
04-05	2	0	3	0	3	0	5	0	4	0	3	0	3	0	3	0			
05-06	12	2	5	1	8	1	10	1	8	2	10	1	6	3	9	5			
06-07	28	0	32	2	34	1	34	0	35	1	36	1	30	0	30	25			
07-08	91	8	99	7	100	11	116	6	107	13	118	9	108	6	118	37			
08-09	171	11	182	19	198	181	17	203	203	17	232	15	199	145	148	105			
09-10	245	5	250	27	226	13	239	247	240	9	249	235	245	242	246	203			
10-11	167	7	174	198	206	12	218	203	249	8	257	205	215	310	314	240			
11-12	216	10	226	154	211	10	221	168	219	8	227	194	204	291	4	295			
12-13	227	4	231	211	218	264	9	273	257	5	262	237	244	225	181	0			
13-14	144	4	148	152	170	10	180	150	194	5	199	162	168	148	102	2			
14-15	154	4	158	181	181	6	187	180	218	8	226	185	182	182	144	0			
15-16	171	6	177	184	207	6	213	218	215	7	222	199	206	235	168	0			
16-17	248	5	253	262	232	4	236	236	242	4	302	255	216	216	239	136			
17-18	391	5	396	433	399	6	405	380	418	5	423	400	406	197	1	198			
18-19	290	2	292	299	266	0	266	261	310	1	311	285	286	179	0	149			
19-20	133	0	133	195	160	1	161	148	214	0	214	170	170	163	1	130			
20-21	95	0	95	103	74	0	74	134	145	2	147	110	110	117	0	116			
21-22	63	0	63	60	75	0	75	77	130	0	130	81	81	79	0	36			
22-23	52	0	52	32	56	0	56	41	68	0	68	50	50	48	0	21			
23-24	26	0	26	43	31	0	31	32	54	0	54	37	37	60	0	13			
<b>TOTALE</b>	<b>3'064</b>	<b>73</b>	<b>3'137</b>	<b>3'020</b>	<b>3'151</b>	<b>107</b>	<b>3'258</b>	<b>3'085</b>	<b>3'633</b>	<b>95</b>	<b>3'728</b>	<b>3'191</b>	<b>93</b>	<b>3'284</b>	<b>2'995</b>	<b>34</b>	<b>3'029</b>		
<b>TOTALE</b>	<b>97,7%</b>	<b>2,3%</b>	<b>100,0%</b>	<b>97,1%</b>	<b>96,7%</b>	<b>3,3%</b>	<b>100,0%</b>	<b>96,7%</b>	<b>97,5%</b>	<b>2,5%</b>	<b>100,0%</b>	<b>97,2%</b>	<b>2,8%</b>	<b>100,0%</b>	<b>98,9%</b>	<b>1,1%</b>	<b>100,0%</b>		
	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	
07-19	2'515	71	2'586	2'524	104	2'628	2'575	103	2'678	90	3'028	2'640	91	2'731	2'430	30	2'460	1'899	5
19-07	549	2	551	496	3	506	510	1	511	695	700	551	2	553	565	4	569	399	3
07-19	82,1%	97,3%	82,4%	83,6%	95,6%	83,9%	83,5%	99,0%	84,0%	80,9%	94,7%	82,7%	97,8%	83,2%	81,1%	88,2%	81,2%	82,6%	62,5%
19-07	17,9%	2,7%	17,6%	16,4%	4,4%	16,1%	16,5%	1,0%	16,0%	19,1%	5,3%	17,3%	2,2%	16,8%	18,9%	11,8%	18,8%	17,4%	37,5%

Nota: pesanti > 7,5 m

Tabella 2 – Postazione A – dir Ispra

ISPRA (VA) - POSTAZIONE A - SP36

Rilevamento volumi di traffico: 6-13 luglio 2021

Direzione: CADREZZATE

ORA	lun 12 lug 2021		mar 13 lug 2021		mer 07 lug 2021		gio 08 lug 2021		ven 09 lug 2021		Gio Ferie Medio		sab 10 lug 2021		dom 11 lug 2021	
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
00-01	129	0	129	0	39	0	12	0	9	0	39	0	44	0	43	0
01-02	25	0	25	0	9	0	2	0	5	0	10	0	8	0	8	0
02-03	13	0	13	0	2	0	1	0	6	0	5	0	4	0	5	0
03-04	5	0	5	0	1	0	4	0	2	0	3	0	4	0	7	0
04-05	13	1	14	8	6	2	6	0	6	0	8	1	11	0	6	0
05-06	43	3	46	51	59	1	52	1	56	2	54	2	35	1	36	1
06-07	73	2	75	71	69	1	69	2	71	0	73	1	47	1	48	0
07-08	217	5	222	207	212	2	214	5	198	2	200	4	213	59	3	62
08-09	293	6	299	266	333	9	342	7	347	8	337	7	319	117	2	119
09-10	284	8	292	227	269	10	279	13	284	13	261	10	271	186	3	189
10-11	183	6	189	204	178	5	183	7	219	10	235	200	220	4	224	187
11-12	201	9	210	177	182	8	190	7	157	201	7	208	219	3	222	177
12-13	198	4	202	196	194	10	204	173	6	179	231	7	238	157	6	163
13-14	193	3	196	182	193	4	197	185	5	190	4	187	115	4	119	101
14-15	171	3	174	163	171	8	171	169	4	173	6	183	134	0	134	121
15-16	161	4	165	151	164	5	169	179	8	187	7	190	153	1	154	148
16-17	189	3	192	203	201	5	206	184	5	189	204	6	207	0	207	180
17-18	273	5	278	285	302	2	304	237	1	238	298	4	302	228	3	231
18-19	245	1	246	243	207	3	210	205	1	206	239	1	240	238	3	241
19-20	118	1	119	168	105	0	105	114	0	114	187	0	187	214	1	215
20-21	77	0	77	98	72	0	72	102	0	102	131	1	132	127	2	129
21-22	51	0	51	38	54	0	54	58	0	58	70	0	70	86	0	86
22-23	34	0	34	24	40	0	40	39	0	39	84	0	84	104	0	104
23-24	32	0	32	33	26	0	26	36	0	36	69	0	69	105	0	105
<b>TOTALE</b>	<b>3'221</b>	<b>64</b>	<b>3'285</b>	<b>3'001</b>	<b>3'098</b>	<b>71</b>	<b>3'169</b>	<b>2'991</b>	<b>72</b>	<b>3'063</b>	<b>3'443</b>	<b>78</b>	<b>3'521</b>	<b>2'822</b>	<b>37</b>	<b>2'859</b>
	98.1%	1.9%	100.0%	97.5%	97.8%	2.2%	100.0%	97.6%	2.4%	100.0%	97.8%	2.2%	100.0%	98.7%	1.3%	100.0%
	2'608	57	2'665	2'504	2'576	67	2'683	2'496	69	2'565	2'739	75	2'814	2'033	32	2'065
	613	7	620	497	502	4	486	495	3	498	704	3	707	789	5	794
	81.0%	89.1%	81.1%	83.4%	83.7%	84.4%	84.7%	83.5%	95.8%	83.7%	79.6%	79.9%	82.3%	72.0%	86.5%	72.2%
	19.0%	10.9%	18.9%	16.6%	16.3%	15.6%	15.3%	16.5%	4.2%	16.3%	20.4%	20.1%	17.7%	13.5%	13.5%	27.8%
	1'807	10	1'817	1'614	1'614	3	1'614	1'592	69	1'661	2'033	32	2'065	614	3	617
	61.4%	76.9%	61.4%	50.6%	50.6%	50.6%	50.6%	50.6%	94.5%	82.6%	72.0%	86.5%	72.2%	74.6%	76.9%	74.7%
	25.4%	23.1%	25.3%	25.4%	25.4%	23.1%	25.3%	25.4%	5.5%	17.4%	28.0%	13.5%	27.8%	25.4%	23.1%	25.3%

Nota: pesanti > 7,5 m

Tabella 3 – Postazione A – dir Cadrezate

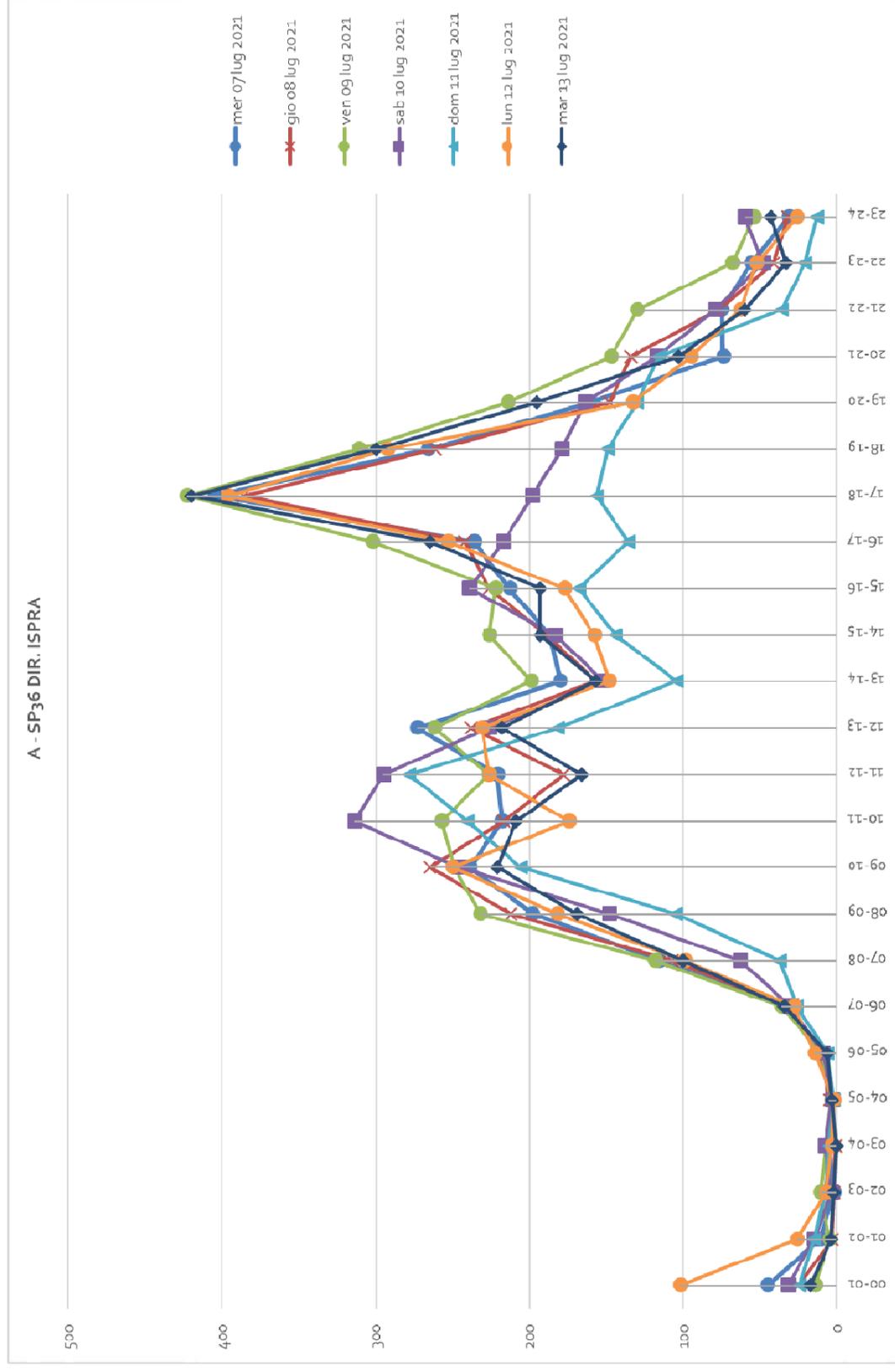


Gráfico 3 – Postazione A – dir Ispra

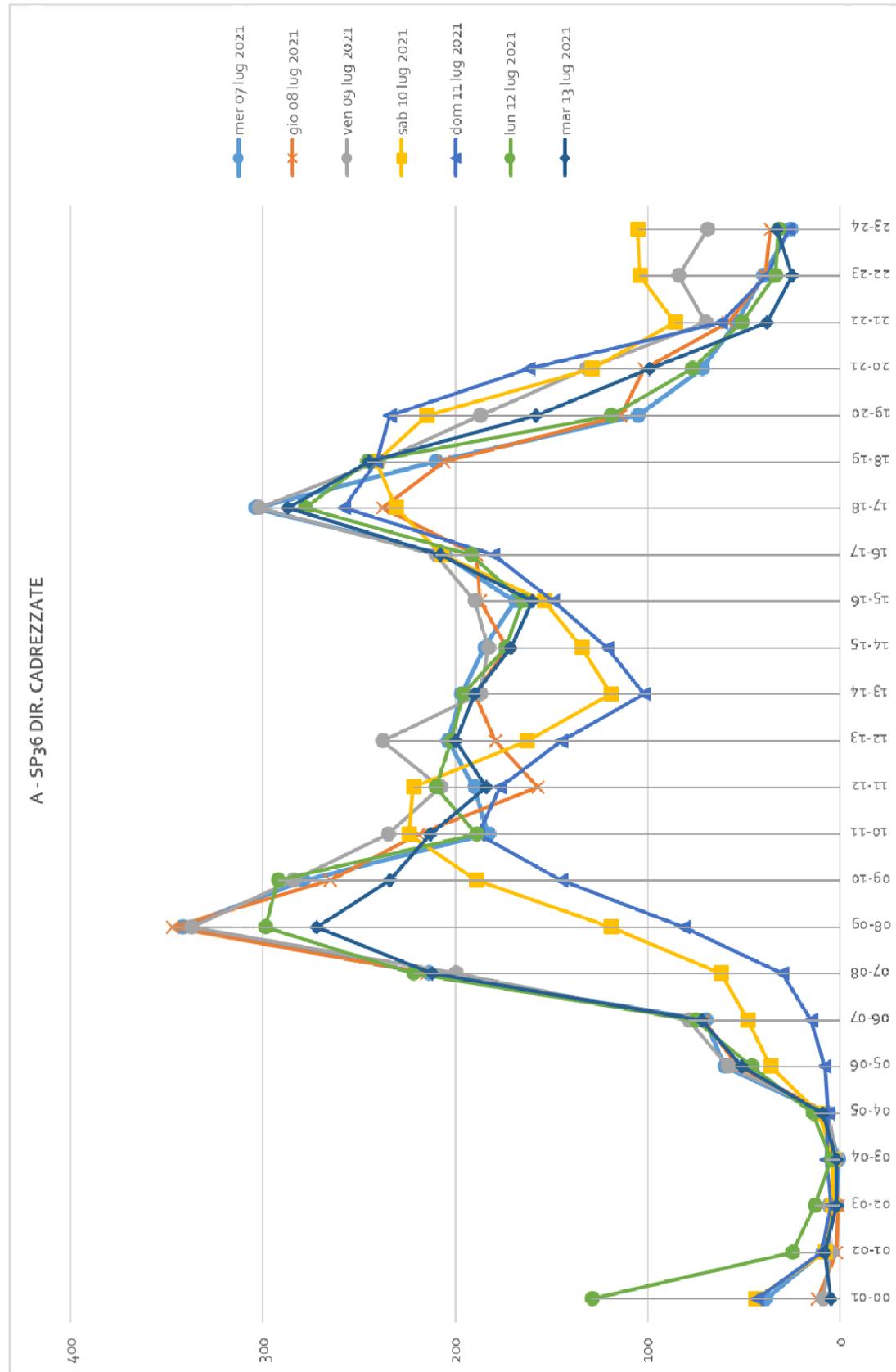


Grafico 4 – Postazione A – dir Cadrezate

Pagina 29 di 89

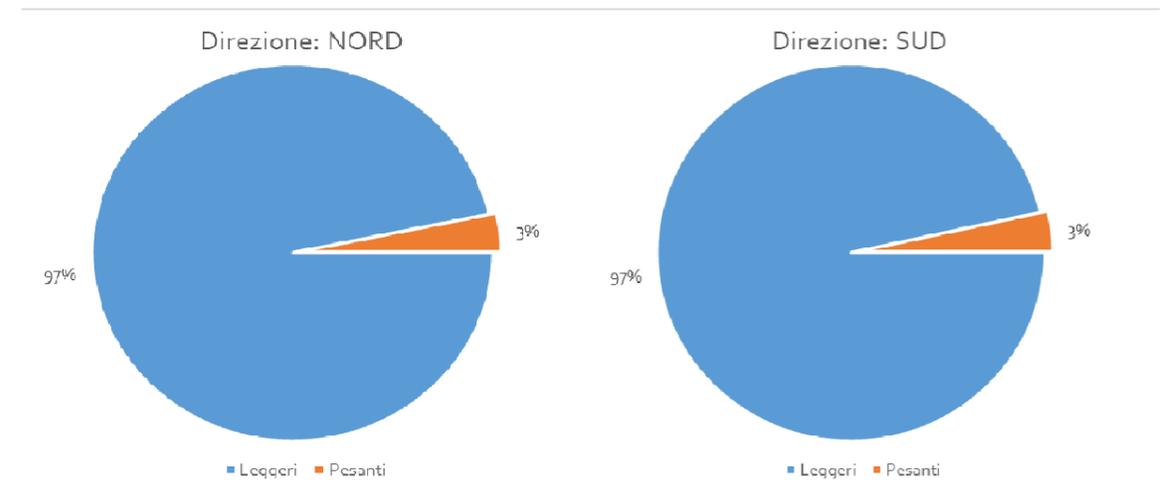
### 3.4.3 POSTAZIONE B – SP69

La tabella e i grafici seguenti riportano il TGM rilevato per i diversi giorni della settimana. Il picco si rileva nella giornata di venerdì' con circa 13.700 veicoli bidirezionali.

	Direzione: NORD				Direzione: SUD				TGM TOTALE			
	Leggeri	Pesanti	% Pes.	Totale	Leggeri	Pesanti	% Pes.	Totale	Leggeri	Pesanti	% Pes.	Totale
lun 12 lug 2021	5'952	205	3.3%	6'157	6'122	215	3.4%	6'337	12'074	420	3.4%	12'494
mar 13 lug 2021	5'748	176	3.0%	5'924	5'843	165	2.7%	6'008	11'591	341	2.9%	11'932
mer 07 lug 2021	6'126	210	3.3%	6'336	6'118	241	3.8%	6'359	12'244	451	3.6%	12'695
gio 08 lug 2021	5'804	236	3.9%	6'040	5'897	248	4.0%	6'145	11'701	484	4.0%	12'185
ven 09 lug 2021	6'600	197	2.9%	6'797	6'672	223	3.2%	6'895	13'272	420	3.1%	13'692
Giorno Feriale Medio	6'046	205	3.3%	6'251	6'130	219	3.4%	6'349	12'176	424	3.4%	12'600
sab 10 lug 2021	6'563	94	1.4%	6'657	6'495	88	1.3%	6'583	13'058	182	1.4%	13'240
dom 11 lug 2021	4'981	39	0.8%	5'020	5'114	48	0.9%	5'162	10'095	87	0.9%	10'182

Nota: pesanti >7,5 m

Tabella 4 – Postazione B - TGM Totale e per direzione



I grafici seguenti riportano l'andamento dei flussi di traffico per giorno della settimana, per direzione di marcia e per classe veicolare.

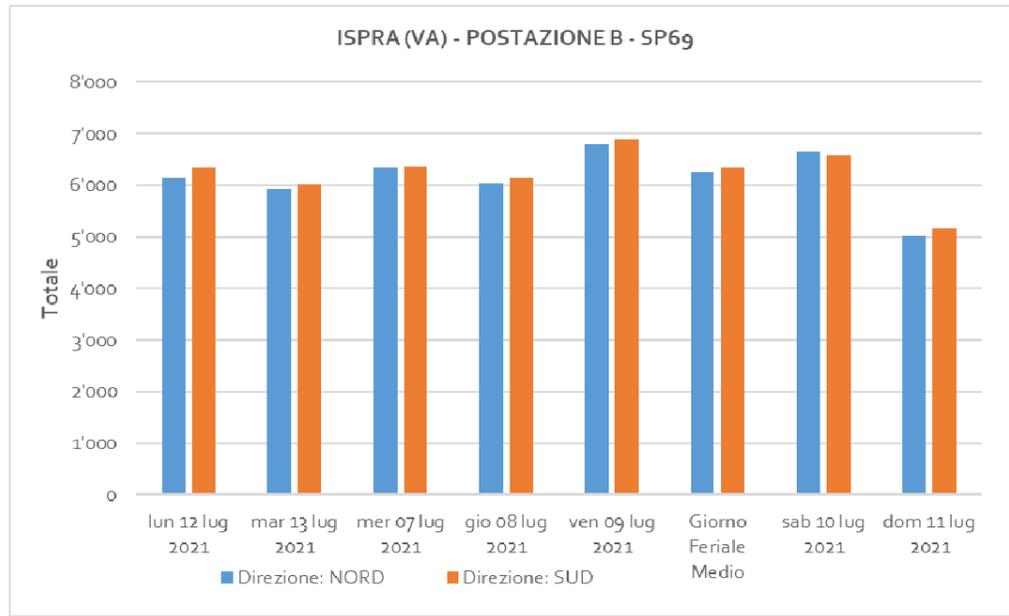


Grafico 5 – Andamento flussi veicolare – veicoli leggeri

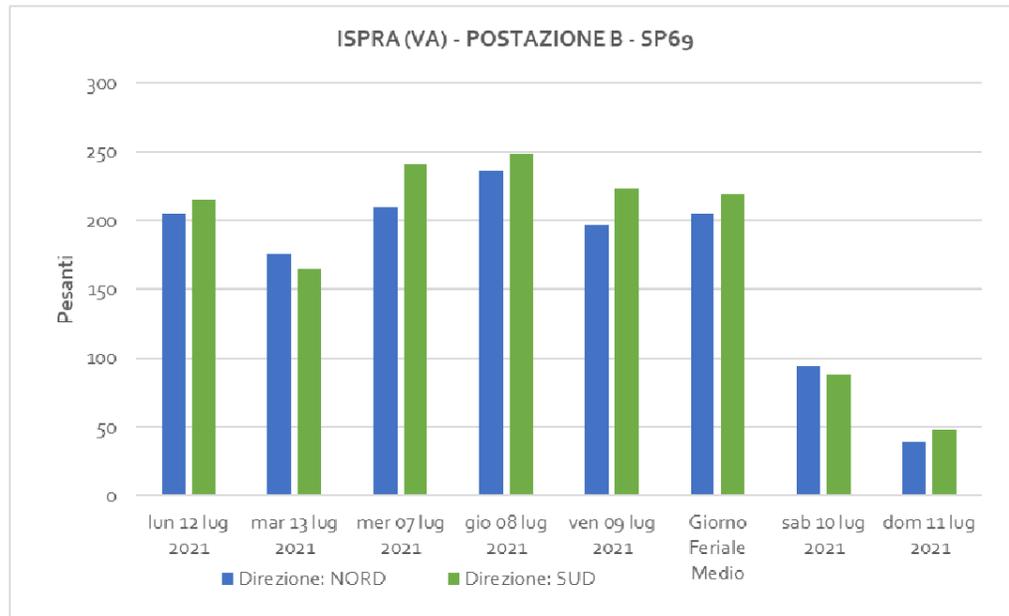


Grafico 6 – Andamento flussi veicolare – veicoli pesanti

ISPRVA (VA) - POSTAZIONE B - SP6g

Rilevamento volumi di traffico: 6-13 luglio 2021

Direzione: NORD

ORA	lun 12 lug 2021		mar 13 lug 2021		mer 07 lug 2021		gio 08 lug 2021		ven 09 lug 2021		Giorno Feriale Medio		sab 10 lug 2021		dom 11 lug 2021	
	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti	Leggeri	Pesanti
00-01	199	1	26	0	83	0	39	1	35	1	40	1	77	86	1	87
01-02	55	0	8	0	17	0	9	2	17	0	11	0	21	35	0	35
02-03	20	1	3	4	8	0	7	1	13	0	8	1	11	18	0	18
03-04	4	0	2	1	4	0	5	0	10	0	5	0	5	12	0	12
04-05	8	0	10	0	6	0	13	0	11	1	13	0	10	4	0	4
05-06	72	11	73	2	63	10	60	11	57	4	71	8	73	24	4	28
06-07	120	7	127	10	149	10	114	13	110	13	127	11	135	80	4	84
07-08	238	12	250	8	266	17	255	15	239	13	252	248	261	128	8	136
08-09	371	16	387	25	417	24	381	22	403	35	403	371	22	296	10	306
09-10	374	13	387	372	388	16	404	383	400	17	417	383	16	453	13	466
10-11	348	17	365	18	420	16	436	22	454	13	417	397	17	414	11	595
11-12	427	25	452	12	418	22	440	21	357	17	460	396	19	415	588	4
12-13	374	12	386	15	433	15	448	10	364	8	442	382	12	394	449	6
13-14	309	11	320	9	351	14	345	11	346	7	335	321	10	331	289	6
14-15	317	17	334	14	355	10	365	16	373	401	21	354	16	370	4	374
15-16	373	14	387	10	381	18	399	11	423	386	14	385	13	398	7	505
16-17	438	16	454	12	426	10	436	15	452	480	15	451	14	465	1	476
17-18	628	15	643	13	653	15	668	29	645	666	10	645	16	661	2	443
18-19	537	3	540	6	475	9	484	5	511	563	6	545	4	531	474	7
19-20	292	9	301	358	348	1	349	2	308	459	2	351	4	355	423	3
20-21	173	5	178	2	155	3	158	3	268	8	276	194	5	199	262	3
21-22	125	0	125	0	134	0	134	0	194	2	120	139	1	140	196	0
22-23	102	0	102	0	96	0	96	0	179	0	111	111	0	111	189	0
23-24	48	0	48	0	80	0	80	0	149	0	79	82	0	82	189	0
<b>TOTALE</b>	<b>5'952</b>	<b>205</b>	<b>6'157</b>	<b>376</b>	<b>6'126</b>	<b>210</b>	<b>6'336</b>	<b>236</b>	<b>6'600</b>	<b>197</b>	<b>6'040</b>	<b>6'046</b>	<b>205</b>	<b>6'251</b>	<b>6'563</b>	<b>4'981</b>
<b>TOTALE</b>	<b>96,7%</b>	<b>3,3%</b>	<b>100,0%</b>	<b>3,0%</b>	<b>96,7%</b>	<b>3,3%</b>	<b>100,0%</b>	<b>96,1%</b>	<b>97,1%</b>	<b>2,9%</b>	<b>100,0%</b>	<b>96,7%</b>	<b>3,3%</b>	<b>100,0%</b>	<b>98,6%</b>	<b>1,4%</b>
	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri
07-19	4'734	171	4'905	4'712	154	4'866	4'764	197	4'961	5'098	166	5'264	4'858	174	5'032	5'045
19-07	1'218	34	1'252	1'036	22	1'058	1'040	39	1'079	1'502	31	1'533	1'188	31	1'219	1'518
07-19	79,5%	83,4%	79,7%	82,0%	87,5%	82,1%	82,1%	83,5%	82,1%	77,2%	84,3%	77,4%	80,4%	84,9%	80,5%	76,9%
19-07	20,5%	16,6%	20,3%	18,0%	12,5%	17,9%	17,9%	16,5%	17,9%	22,8%	15,7%	22,6%	19,6%	15,1%	19,5%	23,1%

Tabella 5 – Postazione B – dir Nord

Nota: pesanti > 7,5 m

ORA	lun 12 lug 2021		mar 13 lug 2021		mer 07 lug 2021		gio 08 lug 2021		ven 09 lug 2021		Giorno Feriale Medio		sab 10 lug 2021		dom 11 lug 2021		
	Leggeri	Pesanti Totale	Leggeri	Pesanti Totale	Leggeri	Pesanti Totale	Leggeri	Pesanti Totale									
00-01	212	3	215	20	74	0	37	0	22	0	73	1	68	0	86	0	
01-02	48	0	48	8	15	1	11	0	10	0	18	0	25	0	33	0	
02-03	35	0	35	5	2	0	5	0	7	1	11	0	16	0	13	0	
03-04	5	1	6	3	5	0	4	1	2	0	4	1	4	1	4	0	
04-05	20	1	21	9	12	0	11	0	14	1	13	0	15	0	8	0	
05-06	64	7	71	22	74	5	72	5	77	8	73	6	79	3	20	2	
06-07	139	8	147	10	146	8	150	6	153	9	144	8	152	3	42	0	
07-08	390	13	403	391	407	17	411	21	377	16	395	15	393	3	111	4	
08-09	462	16	478	392	476	21	479	19	436	26	449	18	457	7	220	3	
09-10	437	18	455	399	462	23	428	21	434	16	430	17	447	9	379	3	
10-11	383	17	400	357	402	21	377	19	447	17	393	18	411	8	476	3	
11-12	388	20	408	376	410	22	318	25	409	25	380	20	400	9	444	4	
12-13	353	16	369	367	354	12	366	16	394	10	366	13	379	10	442	4	
13-14	347	16	363	352	341	18	346	16	356	15	344	17	361	6	349	5	
14-15	353	18	371	331	386	21	392	21	403	16	372	18	391	3	253	1	
15-16	342	15	357	375	382	14	384	21	396	18	376	18	394	3	296	1	
16-17	392	16	408	434	399	21	430	17	450	10	421	15	436	4	323	0	
17-18	546	13	559	574	562	23	460	18	593	13	547	16	563	2	396	4	
18-19	473	7	480	498	470	13	509	12	515	8	493	9	502	3	437	4	
19-20	317	5	322	361	288	2	311	5	456	8	347	5	352	3	471	4	
20-21	161	3	164	185	177	0	173	2	276	5	194	2	196	4	269	4	
21-22	118	1	119	81	121	0	110	1	190	0	124	1	125	1	95	2	
22-23	84	0	84	54	98	0	85	2	182	1	101	1	102	0	75	1	
23-24	53	1	54	73	55	0	32	0	93	0	61	0	179	0	60	1	
<b>TOTALE</b>	<b>6122</b>	<b>215</b>	<b>6337</b>	<b>5843</b>	<b>6118</b>	<b>241</b>	<b>5897</b>	<b>248</b>	<b>6145</b>	<b>6130</b>	<b>219</b>	<b>6349</b>	<b>6495</b>	<b>88</b>	<b>5114</b>	<b>48</b>	
	96,6%	3,4%	100,0%	97,3%	2,7%	100,0%	96,0%	4,0%	100,0%	96,8%	3,2%	100,0%	98,7%	1,3%	99,1%	0,9%	
	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti	Totale	Leggeri	Pesanti
07-19	4'866	185	5'051	4'836	140	4'976	4'896	226	5'122	5'190	190	5'380	4'939	73	4'992	4'022	37
19-07	1'256	30	1'286	1'007	25	1'032	1'001	1'001	1'023	1'482	33	1'515	1'576	15	1'591	1'092	11
07-19	79,5%	86,0%	79,7%	83,8%	84,8%	83,8%	82,6%	93,8%	83,0%	83,0%	83,4%	83,0%	83,0%	88,6%	81,0%	88,6%	78,6%
19-07	20,5%	14,0%	20,3%	17,2%	15,2%	17,2%	17,4%	17,0%	16,6%	22,2%	14,8%	22,0%	19,0%	11,4%	18,7%	21,4%	21,4%

Nota: pesanti > 7,5 m

Tabella 6 – Postazione B – dir Sud

B - SP69 DIR. NORD

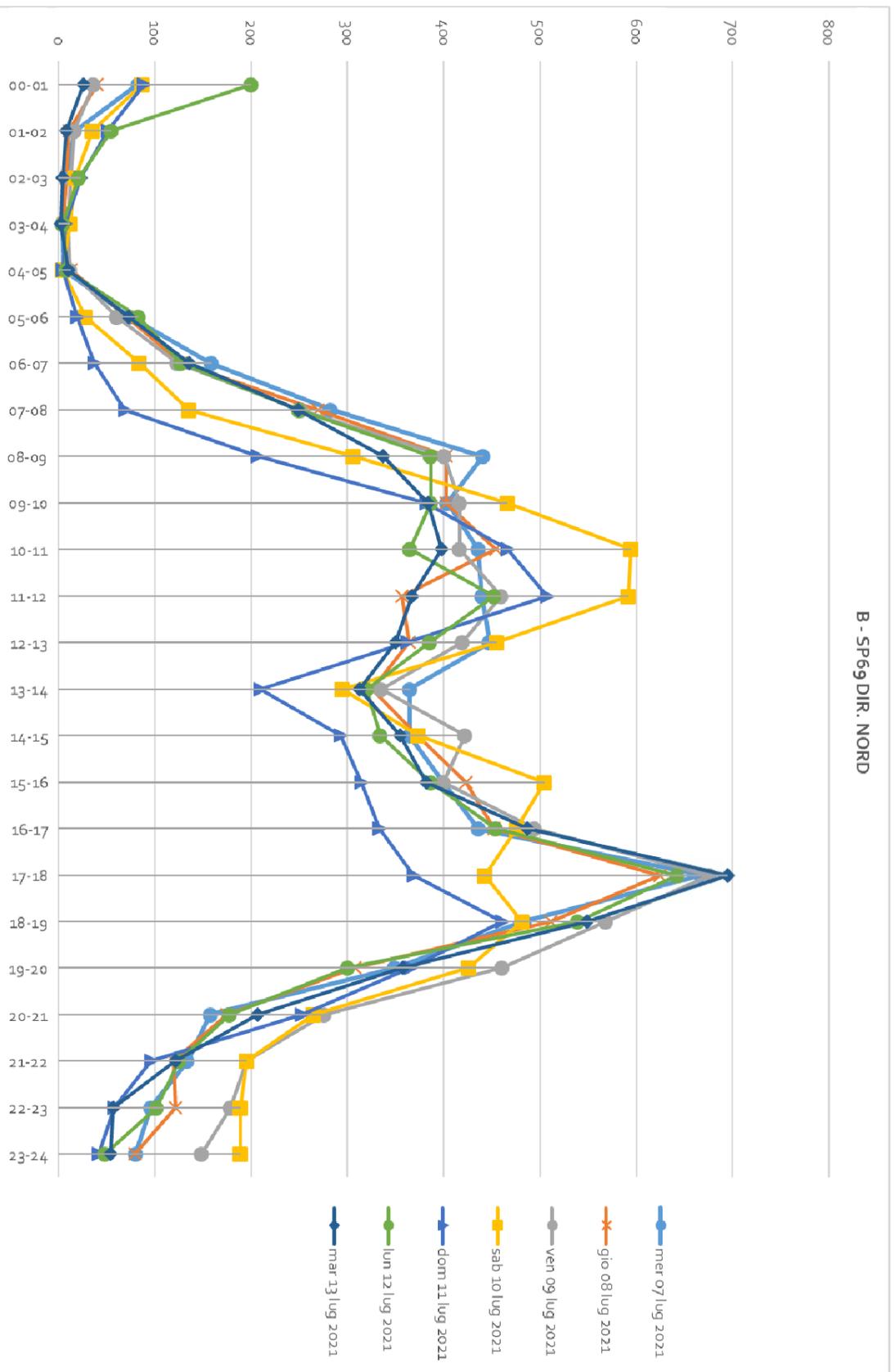


Grafico 7 – Postazione B – dir Nord

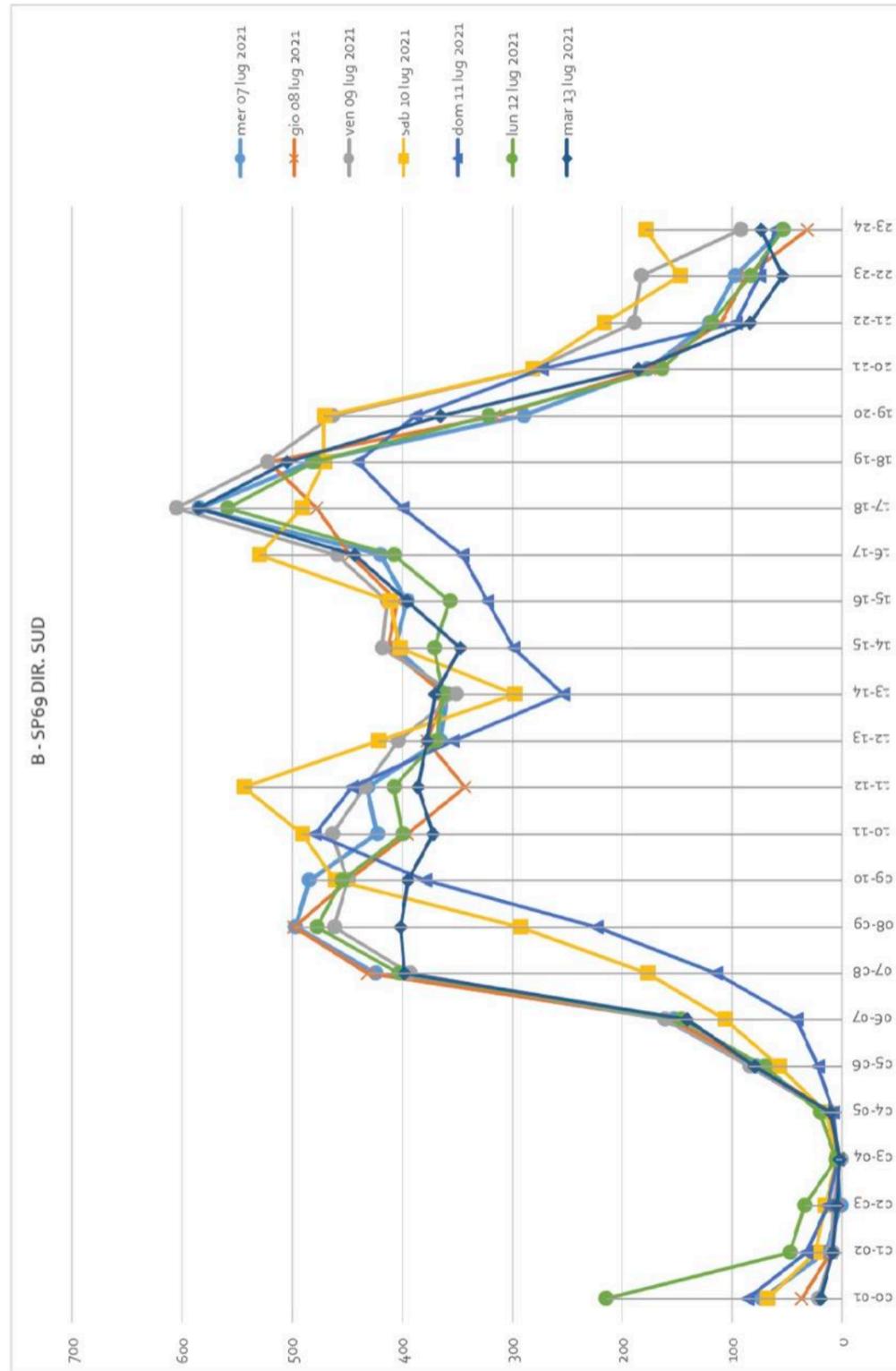


Grafico 8 – Postazione B – dir Sud

Pagina 35 di 89

### 3.5 DEFINIZIONE DELL'ORA DI PUNTA

In questo paragrafo si provvede ad identificare l'ora di punta corrispondente alla situazione di maggior carico sulla viabilità e nelle intersezioni limitrofe all'insediamento in progetto. Partendo dai dati raccolti nelle campagne di rilievo, è stata determinata la fascia oraria di massimo carico sulla rete per la giornata di venerdì, considerando i veicoli in ingresso provenienti dalle sezioni perimetrali del comparto analizzato. Le sezioni di ingresso nel comparto possono essere schematizzate secondo l'immagine seguente.



Figura 17 – Identificazione ora di punta – sezioni di ingresso considerate

L'ora di punta è stata individuata considerando i flussi espressi in veicoli totali. La tabella seguente riporta i flussi complessivi rilevati sulle due sezioni oggetto di indagine.

	Tot postazione A	Tot postazione B	Tot
lun 12 lug 2021	6'422	12'494	18'916
mar 13 lug 2021	6'189	11'932	18'121
mer 07 lug 2021	6'427	12'695	19'122
gio 08 lug 2021	6'252	12'185	18'437
ven 09 lug 2021	7'249	13'692	20'941
Giorno Feriale Medio	6'507	12'600	19'107
sab 10 lug 2021	5'888	13'240	19'128
dom 11 lug 2021	4'740	10'182	14'922

Tabella 7 – Identificazione giornata di punta

Il picco dei flussi si rileva durante la giornata del venerdì. La tabella seguente riporta i flussi in transito sulle due sezioni per fascia oraria durante la giornata di picco del venerdì.

	Totale Postazione A	Totale Postazione B	Tot
00-01	23	58	81
01-02	10	27	37
02-03	17	21	38
03-04	9	12	21
04-05	10	27	37
05-06	68	146	214
06-07	115	285	400
07-08	318	645	963
08-09	569	863	1'432
09-10	533	867	1'400
10-11	492	881	1'373
11-12	435	894	1'329
12-13	500	824	1'324
13-14	386	686	1'072
14-15	409	841	1'250
15-16	412	814	1'226
16-17	512	955	1'467
17-18	725	1'282	2'007
18-19	551	1'092	1'643
19-20	401	925	1'326
20-21	279	557	836
21-22	200	386	586
22-23	152	362	514
23-24	123	242	365
<b>TOTALE</b>	<b>7'249</b>	<b>13'692</b>	<b>20'941</b>

**Grafico 9 – Identificazione ora di punta – Venerdì**

Relativamente all'individuazione dell'ora di punta per la giornata feriale di venerdì, si rileva che, il momento di maggior carico veicolare sulla rete afferente al comparto in esame, si registra tra le 17.00 e le 18.00, con un movimento totale in ingresso al comparto pari a 2.007 veicoli/ora.

### 3.6 RILIEVI SULLE INTERSEZIONI

Sulla base dei dati rilevati in modo continuativo e l'identificazione dell'ora di punta (venerdì ore 17-18), nella giornata di venerdì 16 luglio 2021 nella fascia oraria compresa tra le 17.00 e le 18.00, è stato effettuato un ulteriore rilievo di traffico finalizzato a rilevare la matrice OD dell'intersezione tra la SP69 e la via Roma e tra la SP 69 e la SP36.

I conteggi di traffico sono stati condotti con apparecchiature di registrazione video dalla cui elaborazione è possibile determinare i flussi veicolari, la classificazione e l'origine/destinazione dei mezzi transitanti nelle intersezioni.

L'installazione viene effettuata a bordo strada e non comporta intralcio per la circolazione.



**Figura 18 – Strumentazione video con palo telescopico**

L'area di studio è stata suddivisa in più sezioni sulle quali sono state effettuate due tipologie di rilievo:

- il conteggio dei flussi in ingresso/uscita dalla sezione;
- il conteggio dei veicoli in ingresso in una data sezione posto in relazione con gli itinerari di uscita al fine di ricostruire la matrice O/D degli spostamenti.



Figura 19 – Intersezione rilevata

In questo modo, è stato possibile individuare il numero di veicoli che effettuano le diverse manovre di svolta e, al contempo, ricostruire gli itinerari di ingresso/uscita. I dati sono stati raccolti ad intervalli di 15 minuti, in modo da individuare eventuali situazioni puntuali anomale.

I flussi veicolari sono stati disaggregati per:

- direzione di marcia;
- fascia oraria;
- classe veicolare, leggera e pesante.

Per la restituzione dei dati numerici rilevati, i flussi sono stati omogeneizzati (tradotti in veicoli equivalenti) nel seguente modo (i valori relativi ai flussi di traffico che saranno indicati nei paragrafi successivi sono espressi in veicoli equivalenti):

- Autoveicoli pari a 1 veicolo equivalente;
- Mezzi pesanti (>3,5t) pari a 2 veicoli equivalenti.

La seguente immagine mostra alcuni esempi di veicoli, così detti "leggeri" e altri "pesanti".



Figura 20 – Esempi di veicoli appartenenti alle classi veicolari "Leggeri" e "Pesanti"

Per poter analizzare nel dettaglio l'attuale situazione viabilistica dell'area in esame, si passa ora alla restituzione dei flussi di traffico attuali, così come rilevati mediante l'apposita campagna di indagine.

**3.6.1 INTERSEZIONE 1: SP69 / via Roma**

Le sezioni rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.



**Figura 21 – Intersezione 1: sezioni rilevate**

Nell'intersezione in esame il flusso complessivo in ingresso/uscita, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nella seguente tabella.

NODO ROTATORIA SP69/VIA ROMA - ISPRA  
 POSTAZIONE TOTALE NODO  
 DATA 16/07/2021  
 ORARIO ORE DI PUNTA METEO:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	TOTALE INGRESSI AL NODO			TOTALE USCITE DAL NODO		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	351	8	359	351	8	359
17.15-17.30	375	7	382	375	7	382
17.30-17.45	396	6	402	396	6	402
17.45-18.00	390	7	397	390	7	397
TOTALE	1'512	28	1'540	1'512	28	1'540



**Tabella 8 – Intersezione 1: SP69/ via Roma – Flussi disaggregati per 15 minuti**

NODO ROTATORIA SP69/VIA ROMA - ISPRA  
 POSTAZIONE A - SP69 NORD  
 DATA 16/07/2021  
 ORARIO ORE DI PUNTA

DA A - SP69 NORD A:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	B - VIA ROMA EST			C - SP69 SUD			D - VIA ROMA OVEST			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	2	0	2	105	2	107	14	0	14	121	2	123	163	3	166
17.15-17.30	4	0	4	116	5	121	28	0	28	148	5	153	165	2	167
17.30-17.45	5	0	5	130	4	134	28	0	28	133	4	137	169	1	170
17.45-18.00	6	0	6	125	3	128	29	0	29	150	3	153	168	3	171
TOTALE	17	0	17	456	14	470	79	0	79	552	14	566	665	9	674

**Tabella 9 – Intersezione 1: SP69/ via Roma – Flussi disaggregati – sezione A**

NODO ROTATORIA SP69/VIA ROMA - ISPRA  
 POSTAZIONE B - VIA ROMA EST  
 DATA 16/07/2021  
 ORARIO ORE DI PUNTA

DA B - VIA ROMA EST A:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	A - SP69 NORD			C - SP69 SUD			D - VIA ROMA OVEST			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	4	0	4	4	0	4	7	0	7	15	0	15	10	1	11
17.15-17.30	7	0	7	5	0	5	3	0	3	15	0	15	11	0	11
17.30-17.45	4	0	4	1	1	2	2	0	2	7	1	8	15	0	15
17.45-18.00	1	0	1	6	0	6	1	0	1	8	0	8	16	0	16
TOTALE	16	0	16	16	1	17	13	0	13	45	1	46	52	1	53

**Tabella 10 – Intersezione 1: SP69/ via Roma – Flussi disaggregati – sezione B**

NODO ROTATORIA SP69/VIA ROMA - ISPRA  
 POSTAZIONE C - SP69 SUD  
 DATA 16/07/2021  
 ORARIO ORE DI PUNTA

DA C - SP69 SUD A:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	A - SP69 NORD			B - VIA ROMA EST			D - VIA ROMA OVEST			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	141	3	144	3	1	4	22	0	22	166	4	170	135	4	139
17.15-17.30	137	2	139	6	0	6	28	0	28	171	2	173	140	5	145
17.30-17.45	141	1	142	8	0	8	40	0	40	189	1	190	152	5	157
17.45-18.00	138	3	141	9	0	9	19	1	20	176	4	180	157	3	160
TOTALE	557	9	566	26	1	27	109	1	110	702	11	713	584	16	601

**Tabella 11 – Intersezione 1: SP69/ via Roma – Flussi disaggregati – sezione C**

NODO ROTATORIA SP69/VIA ROMA - ISPRA  
 POSTAZIONE D - VIA ROMA OVEST  
 DATA 16/07/2021  
 ORARIO ORE DI PUNTA

DA D - VIA ROMA OVEST A:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	A - SP69 NORD			B - VIA ROMA EST			C - SP69 SUD			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	18	0	18	5	0	5	26	2	28	49	2	51	43	0	43
17.15-17.30	21	0	21	3	0	3	19	0	19	41	0	41	59	0	59
17.30-17.45	24	0	24	2	0	2	41	0	41	67	0	67	60	0	60
17.45-18.00	29	0	29	1	0	1	26	0	26	56	0	56	49	1	50
TOTALE	92	0	92	9	0	9	132	2	134	213	2	215	211	1	212

**Tabella 12 – Intersezione 1: SP69/ via Roma – Flussi disaggregati – sezione D**

**3.6.2 INTERSEZIONE 2: SP69/SP36**

Le sezioni rilevate sono schematizzate nell'immagine seguente.



**Figura 22 – Intersezione 2: sezioni rilevate**

Nell'intersezione in esame il flusso complessivo in ingresso/uscita, nelle ore di rilievo, risulta essere suddiviso come riportato nella seguente tabella.

NODO: ROTATORIA SP69/SP36 - ISPRA  
 POSTAZIONE: TOTALE NODO  
 DATA: 16/07/2021  
 ORARIO: ORE DI PUNTA METEO:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	TOTALE INGRESSI AL NODO			TOTALE USCITE DAL NODO		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	317	8	325	317	8	325
17.15-17.30	319	8	327	319	8	327
17.30-17.45	358	7	365	358	7	365
17.45-18.00	340	8	348	340	8	348
<b>TOTALE</b>	<b>1'334</b>	<b>31</b>	<b>1'365</b>	<b>1'334</b>	<b>31</b>	<b>1'365</b>



**Tabella 13 – Intersezione 2: SP69/ SP36 – Flussi disaggregati per 15 minuti**

NODO: ROTATORIA SP69/SP36 - ISPRA  
 POSTAZIONE: A - SP69 nord  
 DATA: 16/07/2021  
 ORARIO: ORE DI PUNTA

DA A - SP69 nord A:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	B - SP36			C - SP69 sud			A - SP69 nord			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	61	2	63	74	2	76	0	0	0	135	4	139	166	4	170
17.15-17.30	60	2	62	80	3	83	0	0	0	140	5	145	171	2	173
17.30-17.45	73	3	76	79	2	81	0	0	0	152	5	157	189	1	190
17.45-18.00	81	0	81	76	3	79	0	0	0	157	3	160	176	4	180
<b>TOTALE</b>	<b>275</b>	<b>7</b>	<b>282</b>	<b>309</b>	<b>10</b>	<b>319</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>584</b>	<b>17</b>	<b>601</b>	<b>702</b>	<b>11</b>	<b>713</b>

**Tabella 14 – Intersezione 2: SP69/SP36 – Flussi disaggregati – sezione A**

NODO: ROTATORIA SP69/SP36 - ISPRA  
 POSTAZIONE: B - SP36  
 DATA: 16/07/2021  
 ORARIO: ORE DI PUNTA

DA B - SP36 A:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	C - SP69 sud			A - SP69 nord			B - SP36			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	33	0	33	90	2	92	0	0	0	103	2	105	63	2	65
17.15-17.30	4	1	5	89	0	89	0	0	0	93	1	94	64	2	66
17.30-17.45	9	1	10	108	0	108	0	0	0	117	1	118	80	3	83
17.45-18.00	3	1	4	97	1	98	0	0	0	100	2	102	85	0	85
<b>TOTALE</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>32</b>	<b>384</b>	<b>3</b>	<b>387</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>413</b>	<b>6</b>	<b>419</b>	<b>292</b>	<b>7</b>	<b>299</b>

**Tabella 15 – Intersezione 2: SP69/ SP36 – Flussi disaggregati – sezione B**

NODO: ROTATORIA SP69/SP36 - ISPRA  
 POSTAZIONE: C - SP69 sud  
 DATA: 16/07/2021  
 ORARIO: ORE DI PUNTA

DA C - SP69 sud A:

VEN 16/07/2021 INTERVALLO	A - SP69 nord			B - SP36			C - SP69 sud			TOTALE INGRESSI			TOTALE USCITE		
	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI	LEGGERI	PESANTI	TOTALI
17.00-17.15	76	2	78	2	0	2	1	0	1	79	2	81	88	2	90
17.15-17.30	82	2	84	4	0	4	0	0	0	86	2	88	84	4	88
17.30-17.45	81	1	82	7	0	7	1	0	1	89	1	90	89	3	92
17.45-18.00	79	3	82	4	0	4	0	0	0	83	3	86	79	4	83
<b>TOTALE</b>	<b>318</b>	<b>8</b>	<b>326</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>337</b>	<b>8</b>	<b>345</b>	<b>340</b>	<b>13</b>	<b>353</b>

**Tabella 16 – Intersezione 2: SP69/ SP36 – Flussi disaggregati – sezione C**

### 3.7 IDENTIFICAZIONE SCENARIO ATTUALE

La ricostruzione della domanda e dell'offerta attuale di trasporto è stata effettuata mediante l'utilizzo del software di macrosimulazione Cube Voyager.

Le analisi hanno riguardato inizialmente la ricostruzione del modello di offerta mediante la predisposizione del grafico viario dell'ambito territoriale oggetto di analisi.

Nello specifico il grafo stradale è costituito da una serie di archi mono o bi-direzionali, con i quali è compiutamente descritto un tratto di strada, con un livello di dettaglio tale da riprodurre l'esatta geometria stradale rilevata.

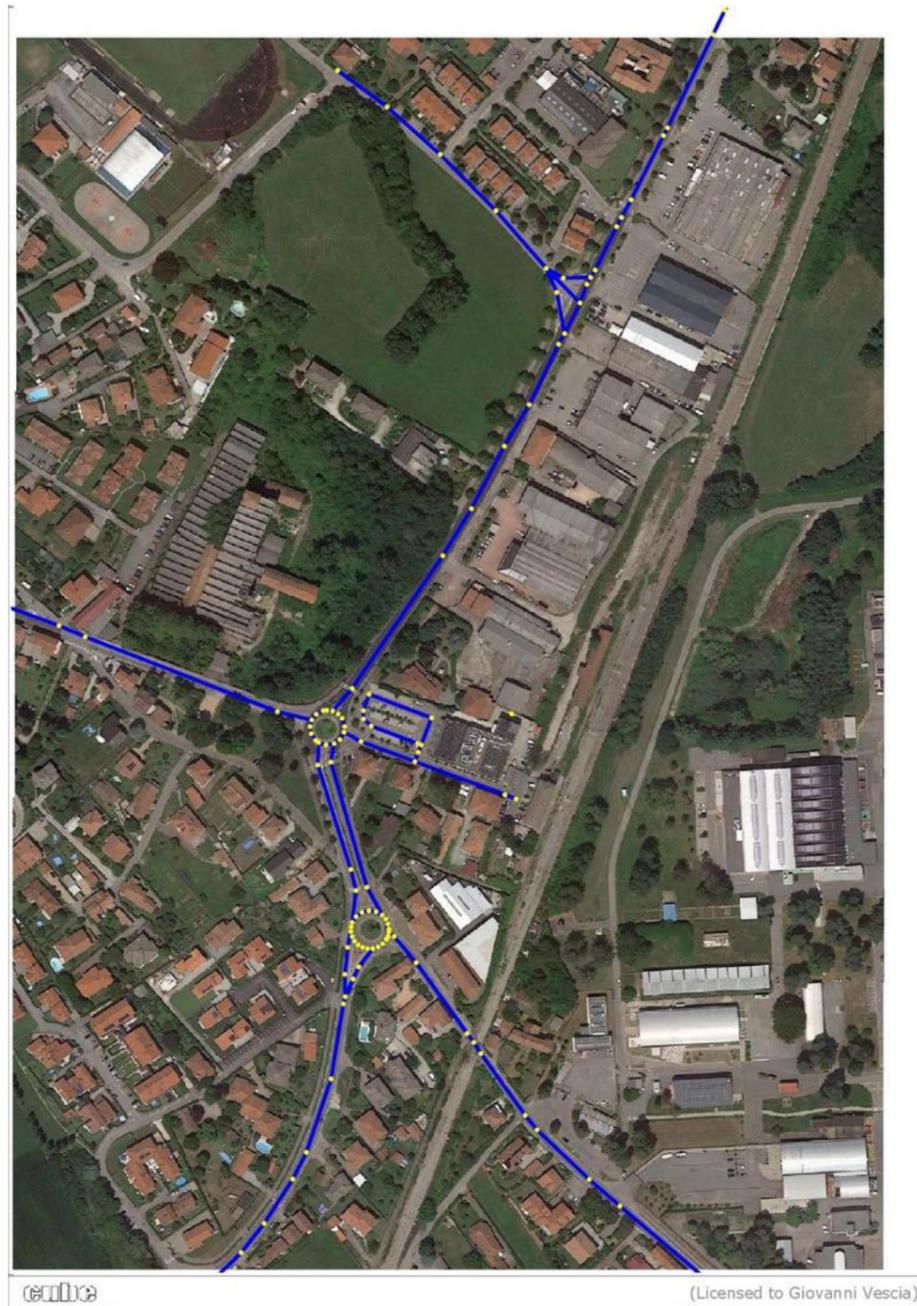


Figura 23 – Estensione grafo area di studio

Gli archi del grafo sono classificati in funzione del rango della strada che rappresentano, e ad essi è associata una serie di informazioni necessarie per alimentare il modello di macrosimulazione, tra le quali:

- nodo inizio;
- nodo fine;
- lunghezza [Km];
- tipo arco (autostrada, strade primarie, strade secondarie, locali, uso esclusivo TPL, connettore);
- velocità di libero deflusso [Km/h];
- capacità [Veq];
- curva di deflusso.

Per ciascun arco è definita una specifica curva di deflusso, adeguata alle caratteristiche ed al rango dello stesso.

Le curve utilizzate sono di tipo esponenziale nella formulazione BPR, il cui andamento è messo in evidenza nel grafico seguente, con tempo a carico espresso sulla base della relazione seguente:

$$TC_E = T_E * [1 + a * (F/C)^b]$$

con:

$T_E$  = tempo di percorrenza alla velocità di flusso libero

$F$  = flusso orario sull'arco

$C$  = capacità di deflusso oraria dell'arco

$a, b$  = parametri dipendenti dalla categoria dell'arco (come indicato nel grafico seguente).

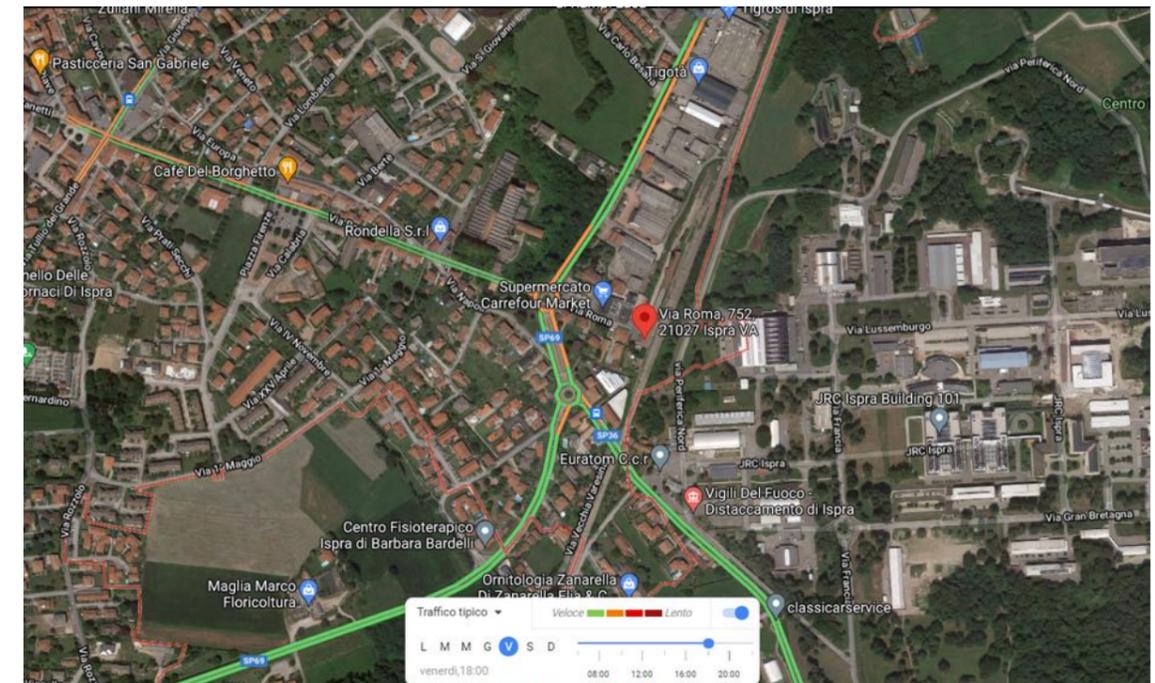
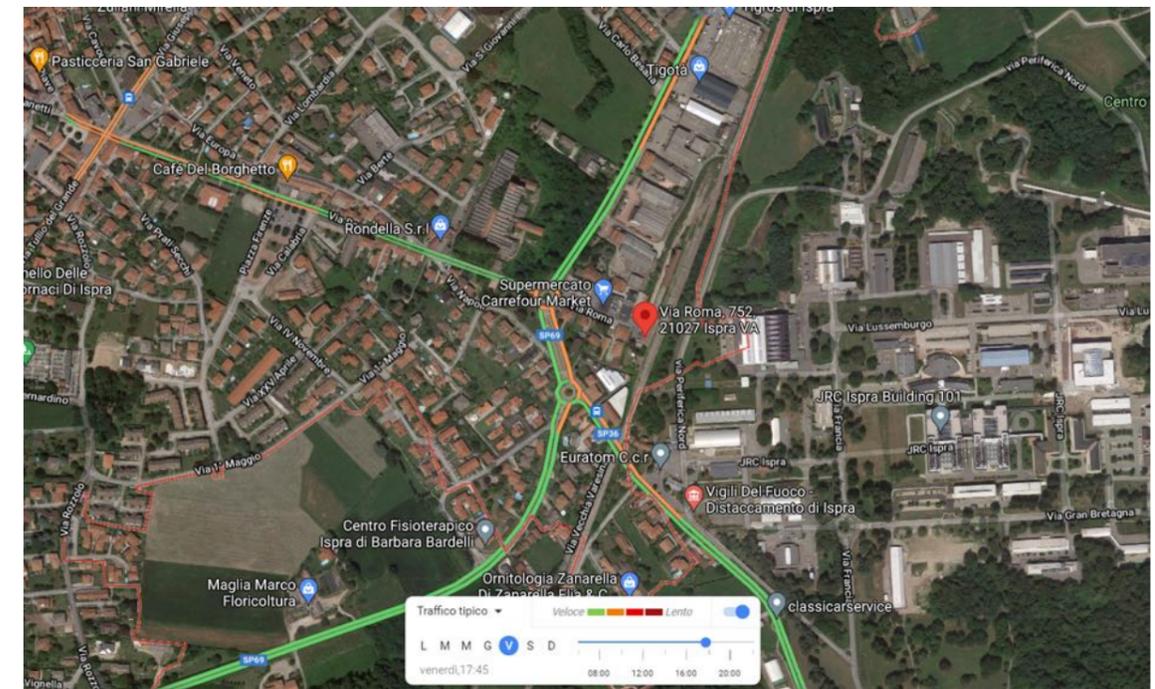
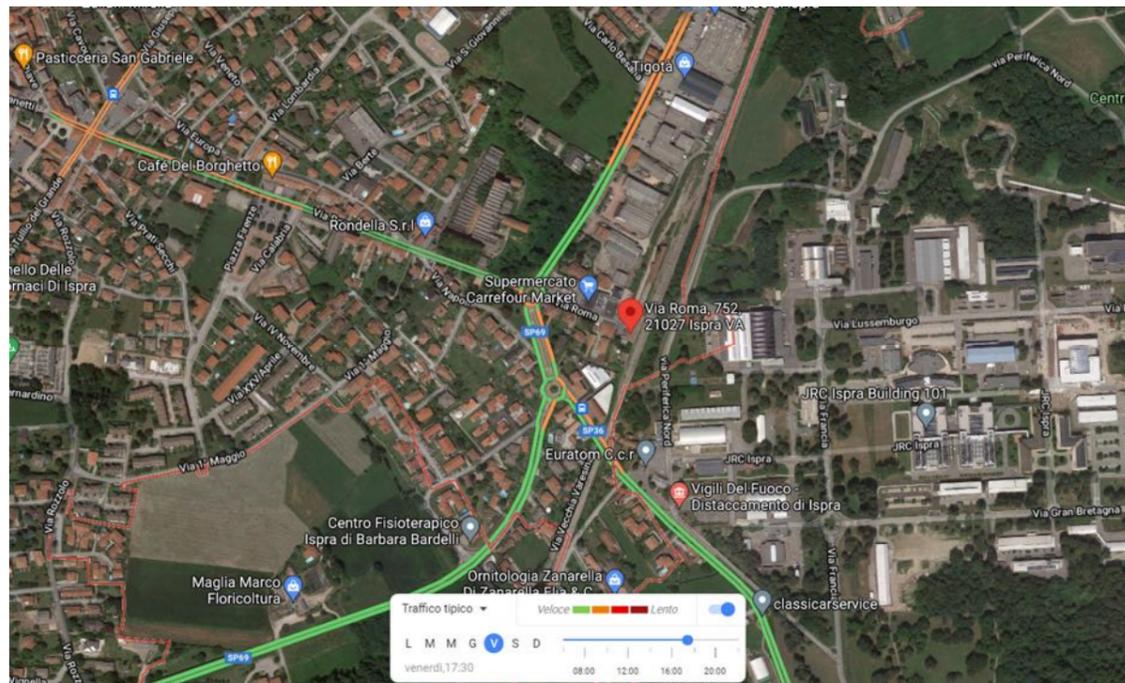
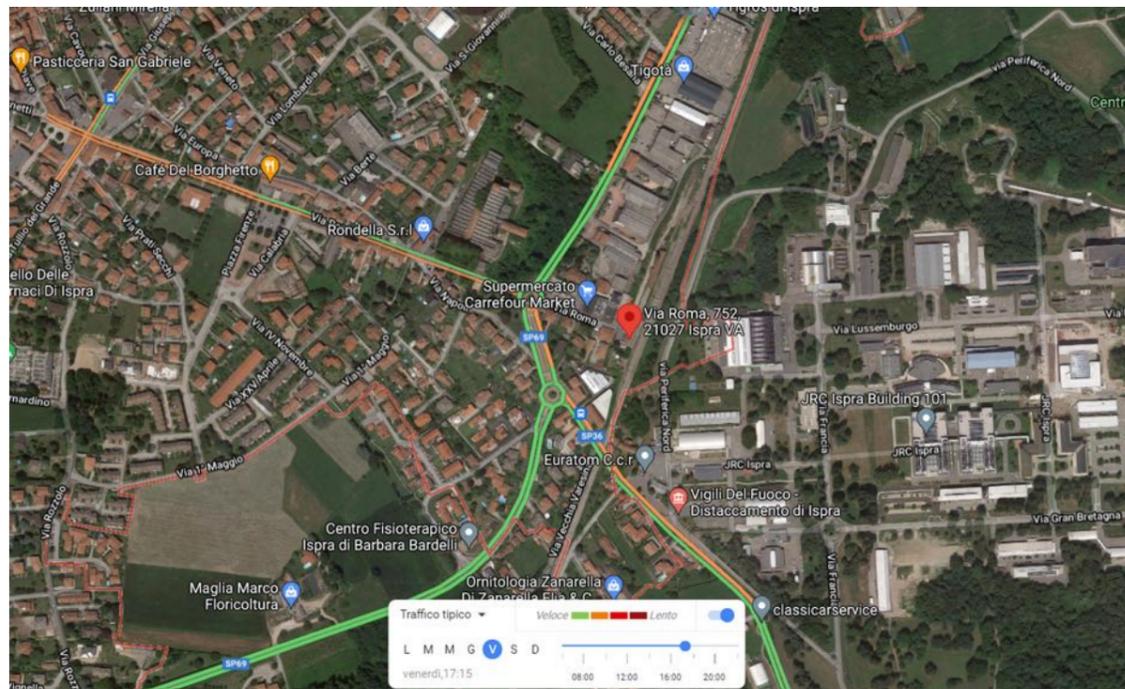
Successivamente, si è proceduto alla calibrazione del modello di simulazione mediante il modulo ANALYST del software di simulazione CUBE: partendo dai dati dei rilievi di traffico, è stato possibile ricostruire la matrice OD di partenza al fine di riprodurre l'effettivo andamento dei flussi di traffico in attraversamento sull'area di studio.

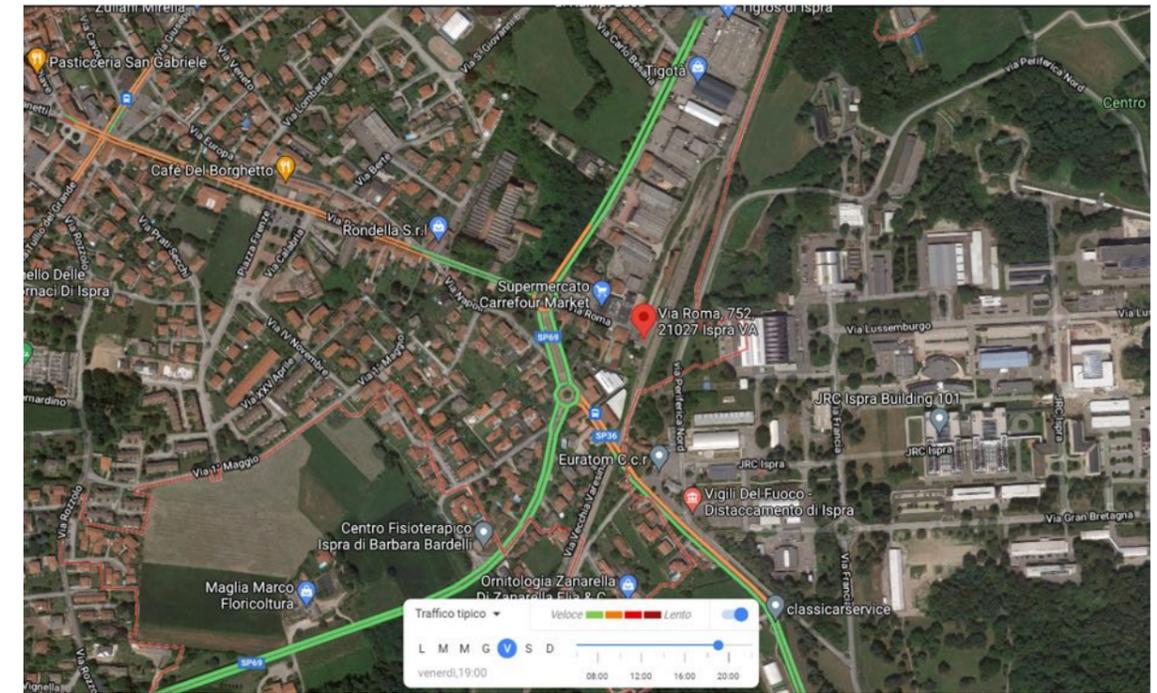
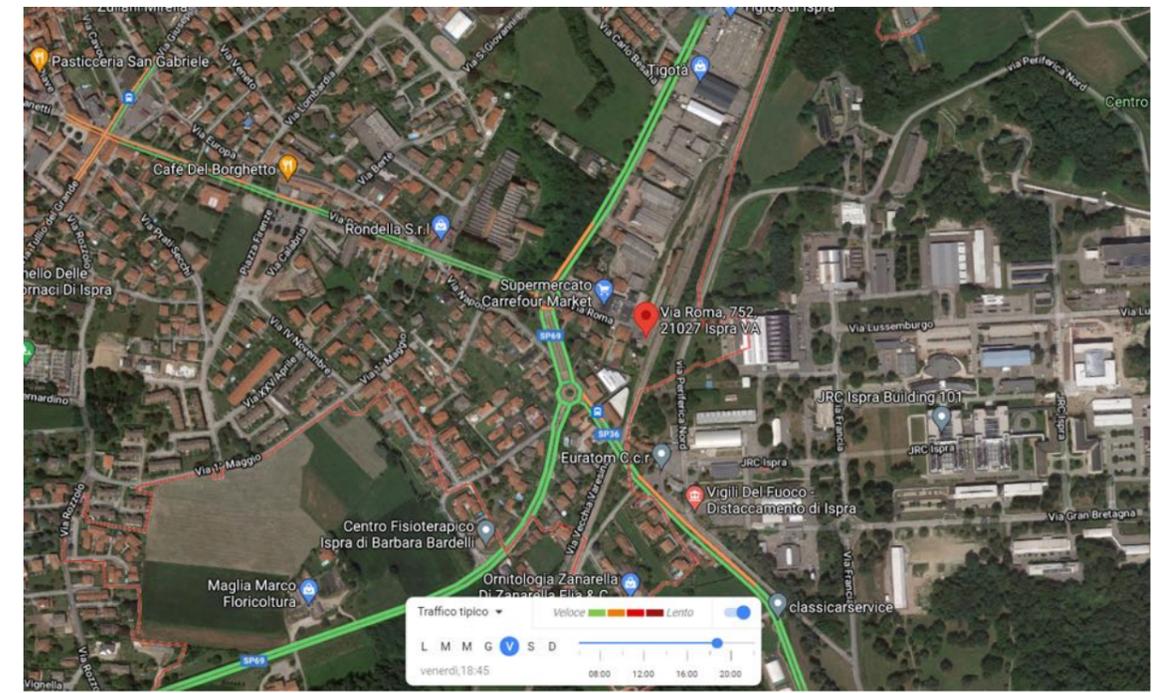
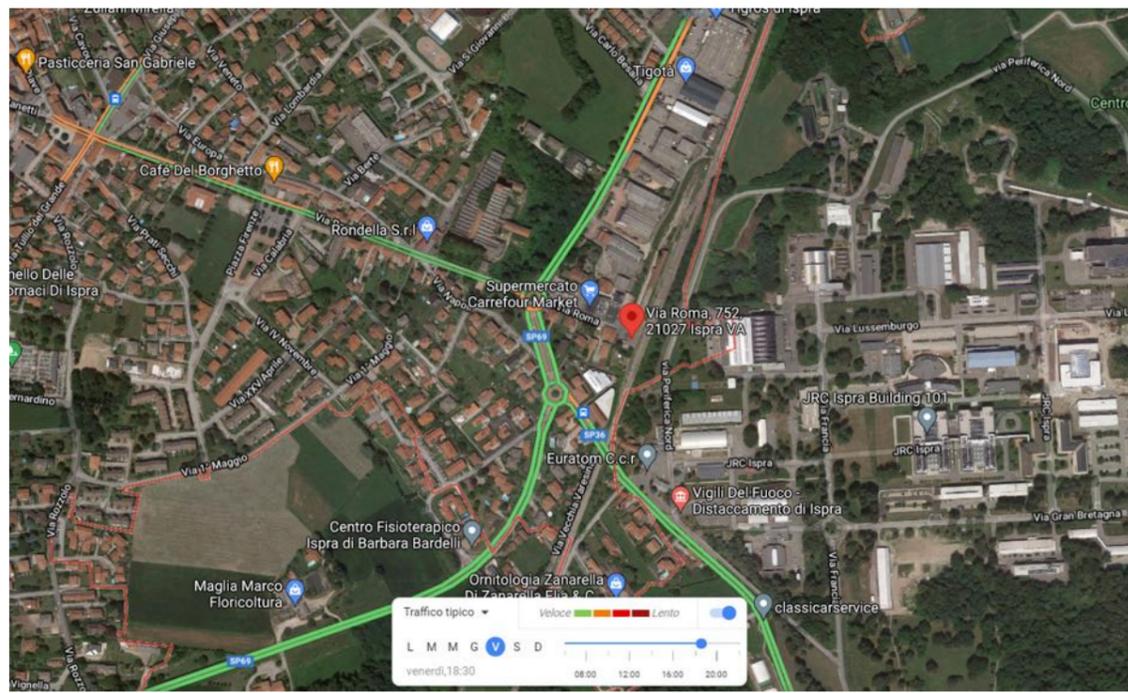
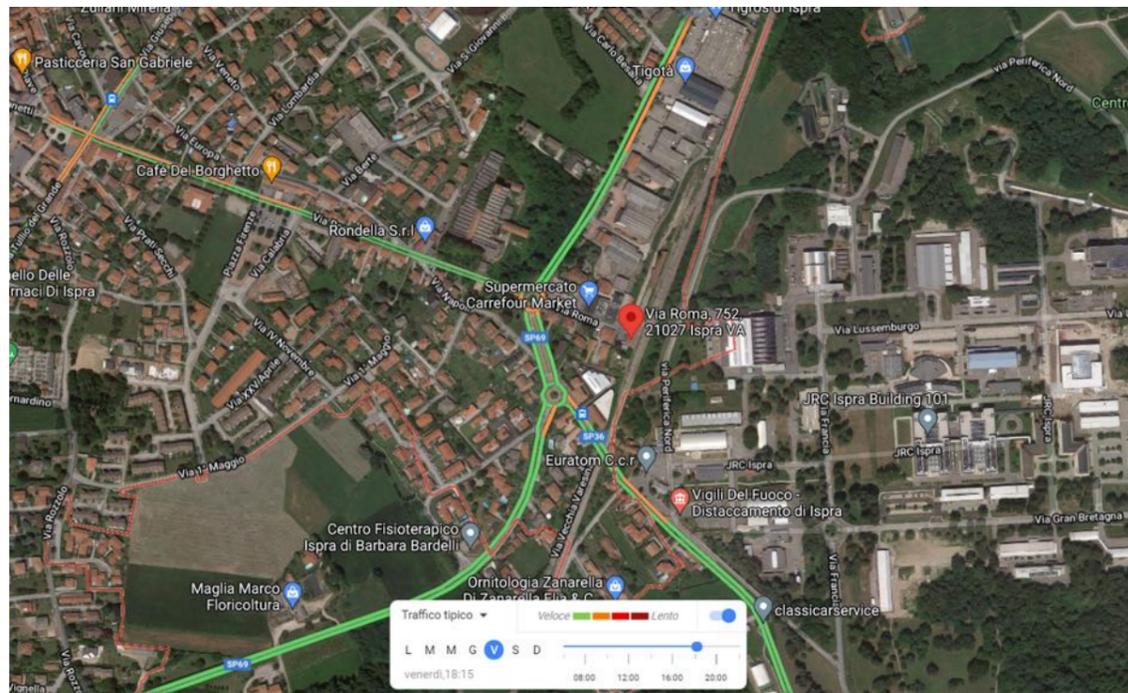
L'immagine seguente riporta i risultati del modello di assegnazione relativo allo scenario di domanda e di offerta attuale.

La rappresentazione fornita per i flussi di traffico, si basa su 4 range di valori:

- archi con traffico inferiore a 250 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 251 e 500 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 501 e 750 veicoli/ora;
- archi con traffico maggiore di 750 veicoli/ora.







#### 4 SCENARIO DI INTERVENTO

Il primo passo, necessario per valutare la compatibilità del progetto con l'assetto viario più efficace ed adeguato per soddisfare la domanda di mobilità complessiva, è quello di quantificare i movimenti potenzialmente attratti/generati dal nuovo insediamento previsto. Questo scenario considera la realizzazione del progetto in essere. Dal punto di vista della domanda, si considerano i flussi di traffico dello scenario di riferimento, unitamente a quelli potenzialmente attratti/generati dall'intervento in esame. Dal punto di vista dell'offerta infrastrutturale, si considera la viabilità in essere nel comparto oggetto di analisi implementata con gli interventi progettuali che accompagnano la presente proposta progettuale.

L'area in questione è collocata in un nodo strategico sia sotto il profilo viabilistico che funzionale, anche per la relazione con gli altri comuni della sponda lombarda del lago Maggiore, del contiguo insediamento del Centro di Ricerca Europeo (CCR) e del resto del territorio provinciale e regionale. La dismissione della Camiceria Leva ha rappresentato quindi un'occasione per la riqualificazione dell'area e una riorganizzazione del tessuto urbano grazie all'apporto di nuove funzioni e modalità di utilizzo del territorio.

Tale area è di particolare interesse, in quanto rappresenta in sostanza il punto di ingresso al paese dalle doppie direttrici: strada provinciale 69 e il vecchio tracciato della strada per Cadrezzate, collegamento con il CCR di Ispra.



Figura 25 – Planimetria di progetto

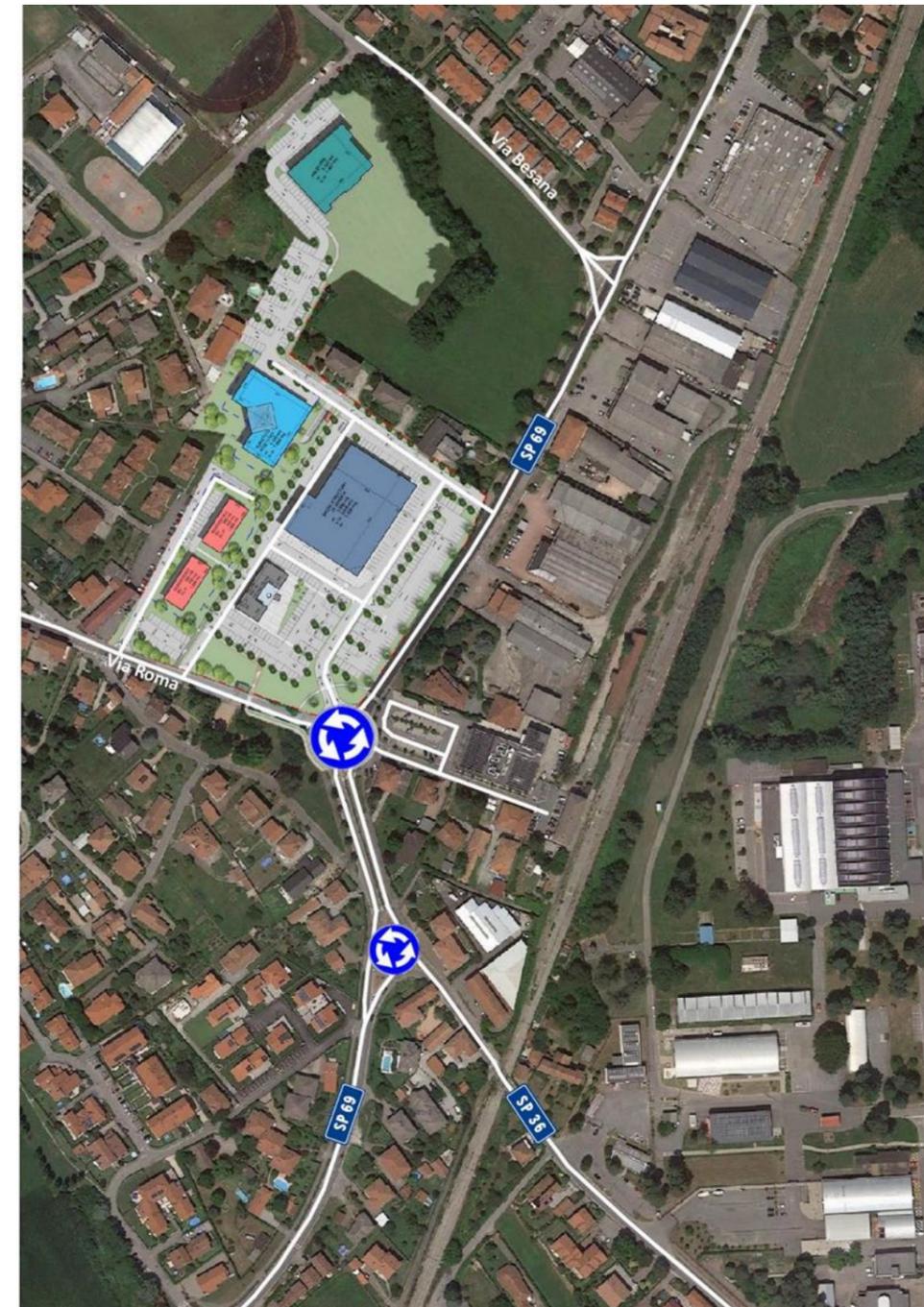


Figura 26 – Planimetria scenario di intervento

Dal punto di vista progettuale l'intervento prevede la realizzazione di nuovi edifici a destinazioni diverse: una media struttura di vendita, un esercizio adibito alla somministrazione di alimenti e bevande, una struttura turistica ricettiva, due palazzine residenziali ed una palestra polifunzionale, opera di pubblica utilità.

Il comparto sarà servito da una adeguata dotazione di parcheggi pubblici e privati, il tutto inserito in modalità compatibile con il circostante ambiente urbano, depotenziando l'attuale presenza volumetrica e il conseguente impatto paesaggistico, a favore di un più consono equilibrio tra costruito, spazi a verde e servizi di pubblica utilità.

A completamento delle piste ciclabile presenti, è stata progettato un nuovo tratto che dall'esistente percorso ciclopedonale tra la via Roma e la SP69, seguendo tutta l'area, si raccorda con la via San Giovanni Bosco in prossimità della nuova palestra in previsione.

I principali processi metodologici rispetto ai quali sono state organizzate le valutazioni effettuate per la caratterizzazione e l'analisi modellistica dello scenario d'intervento possono essere schematizzati come di seguito:

- l'**analisi dell'offerta di trasporto**: effettuata attraverso la descrizione puntuale della rete viabilistica conferme all'area di intervento, la verifica degli accessi al comparto per l'utenza e per i veicoli commerciali;
- la **ricostruzione della domanda futura**: effettuata attraverso la stima dei flussi potenzialmente generati/attratti dal nuovo intervento proposto e la ripartizione di questi sulla rete di trasporto dell'area di studio;
- le **verifiche puntuali delle intersezioni**: effettuata mediante l'utilizzo di apposite metodologie di calcolo, al fine di verificare l'impatto sulla rete stradale e sulle intersezioni di maggior importanza derivanti dall'attivazione dell'intervento oggetto di analisi.

#### 4.1 ACCESSIBILITA' AREA DI INTERVENTO

Dal punto di vista dell'offerta di trasporto, l'insediamento previsto risulta ben inserito all'interno della maglia viabilistica presente al contorno dell'area di intervento, nonché adeguatamente collegato ad essa: la proposta progettuale (scenario 1) prevede di organizzare la viabilità di servizio mediante un accesso all'insediamento direttamente dalla rotatoria della SP69, mentre un secondo accesso è localizzato sulla nuova viabilità di progetto che innesta sulla SP 69 a nord della rotatoria con la via Roma. È previsto inoltre un ulteriore collegamento con la via Roma dedicato ai veicoli in uscita dal comparto commerciale.

La rotonda esistente verrà ampliata, dall'attuale raggio esterno di 15,75 metri, verrà portata a 18,00 metri, permettendo l'apertura di un quinto ramo di accesso alla nuova grande area di parcheggio pubblico.



Figura 27 – Accessibilità area di studio – scenario 1

Verrà valutato anche uno scenario alternativo (scenario 2) dove si prevede di ricavare gli accessi e le uscite dall'area commerciale attraverso intersezioni a raso con solo ingressi/uscite in mano destra sulla SP69 e con corsie canalizzate sulla via Roma per garantire tutte le manovre di svolta da e verso il comparto in previsione. In questo scenario il diametro della rotatoria resta invariato rispetto all'attuale assetto viabilistico.



Figura 28 – Accessibilità area di studio – scenario 2

## 4.2 AREE DI SOSTA

Il progetto prevede la realizzazione di aree dedicate alla sosta veicolare privata e pubblica con accesso e ubicazione completamente separati per le diverse funzioni previste.

L'organizzazione degli edifici prevede di ridurre il flusso veicolare all'interno del comparto pur garantendo gli accessi ai mezzi di soccorso e a quelli utilizzati dagli addetti alla manutenzione.

Secondo questa filosofia i parcheggi per le auto, sia dei residenti che degli operatori e dei visitatori, sono stati localizzati nell'intorno dell'edificio.

Tutte aree di parcheggio a raso sono presenti lungo le strade poste sul perimetro dell'intervento in modo da non limitare in ogni caso la vista del parco e dei percorsi a verde lungo i confini dell'area.

I parcheggi a raso soddisfano tutta la richiesta di una sosta di media permanenza.



Figura 29 – Dettaglio parcheggio

L'intervento produrrà un indubbio valore aggiunto per l'intero ambito territoriale oggetto di analisi; oltre a prevedere posti auto al servizio delle attività di prevista allocazione in sito, gli stalli in progetto potranno costituire dotazioni utili ad ampliare la capacità di parcheggio oggi esistente. Ulteriormente, la loro dislocazione garantirà ridotti spazi di percorrenza ai visitatori, determinando, conseguentemente, una riduzione delle interferenze tra accessibilità pedonale e traffico veicolare.

Sul fronte dei fabbricati, più a ridosso degli accessi pedonali, è prevista l'ubicazione dei parcheggi dedicati alle utenze deboli, facilmente accessibili con l'auto ed idoneamente collegati con gli itinerari pedonali esistenti e di progetto.

Nel dettaglio è prevista la realizzazione di 251 posti auto complessivi.

### 4.3 LOGISTICA ED APPROVVIGIONAMENTO MERCI

Il nuovo insediamento in progetto sarà dotato di una zona di carico/scarico merci, collocata sul retro dell'edificio, opposta alla facciata principale in cui sono posizionati gli accessi pedonali.

A fianco della piastra dedicata allo scarico merci, saranno presenti i magazzini ed i depositi per le scorte.

I mezzi commerciali utilizzeranno l'accesso posto sulla nuova viabilità di progetto, per poi raggiungere la zona di sosta per il carico/scarico, separata dai parcheggi dei clienti.

Si può affermare che, per quanto riguarda l'ipotizzata attrazione/generazione dei mezzi commerciali destinati all'approvvigionamento del nuovo comparto commerciale, l'effetto che generano sul traffico, è da considerarsi nullo nell'ora di punta individuata dai rilievi (dalle 17.00 alle 18.00) e non influisce sulla determinazione dello scenario di intervento futuro.



Figura 30 – Localizzazione area di carico/scarico

### 4.4 ANALISI DEI FLUSSI POTENZIALMENTE INDOTTI

La realizzazione del progetto potrebbe rappresentare un elemento di attrattività per il traffico veicolare di cui occorre stimare l'entità, nonché le rispettive direttrici di provenienza.

La rete viaria limitrofa all'insediamento viene dunque caricata dai flussi aggiuntivi degli utenti che si stimano possano aggiungersi a quelli esistenti a seguito della realizzazione del nuovo intervento.

La stima dell'indotto veicolare è stata effettuata secondo parametri presenti in letteratura e per la componente commerciale si è fatto riferimento all'allegato "F" della Deliberazione di Giunta Provinciale PV 150/2003:

Superficie di vendita Alimentare (mq)	Veicoli bidirezionali ogni mq di superficie di vendita alimentare	
	Venerdi	Sabato
0-3.000	0,25	0,30
3.000-5.000	0,12	0,17
> 5.000	0,03	0,05

Superficie di vendita non alimentare (mq)	Veicoli bidirezionali ogni mq di superficie di vendita non alimentare	
	Venerdi	Sabato
0-5.000	0,10	0,18
5.000-10.000	0,08	0,14
> 10.000	0,04	0,06

Tabella 17 – Deliberazione di Giunta Provinciale PV 150/2003 – Allegato "F"

La ripartizione dei flussi aggiuntivi, per il calcolo del traffico monodirezionale, avviene ipotizzando che il 60% dei movimenti sia in ingresso, ed il restante 40% sia in uscita dall'insediamento in accordo con quanto previsto dalla sopracitata DGR.

Si assume inoltre, data la presenza di plurime strutture di vendita commerciale presenti a ridosso dell'ambito di intervento che il 20% del traffico generato ed attratto dall'intervento sia dovuto a possibili effetti di *cross-visits*<sup>1</sup> e *pass-by*<sup>2</sup> (mediamente da rilevazioni di insediamenti attivi, tali effetti determinano una riduzione del 30-40 % dei flussi di traffico teorici generati ed attratti rispetto ai parametri normativi).

In riferimento alle considerazioni espresse, il criterio per il calcolo dell'incremento veicolare è il seguente.

#### 4.4.1.1 COMMERCIALE CLIENTI: ORA DI PUNTA SERALE DEL VENERDI'

Nell'ora di punta serale del venerdì la stima dell'indotto veicolare per i clienti della MSV è stata effettuata assumendo i seguenti parametri

- 1.500 mq di superficie di vendita alimentare;
- 375 veicoli aggiuntivi;
- riduzione del 20% dovuto a fenomeni di "cross-visits" e del "pass-by";
- 300 veicoli/ora - totale auto generate/attratte, di cui:
  - 180 veicoli/ora in ingresso (60% dei veicoli attesi);
  - 120 veicoli/ora in uscita (40% dei veicoli attesi).

<sup>1</sup> Con il termine "cross-visits" viene indicato il fenomeno di spostamenti pedonali concatenati tra funzioni vicine per evitare una potenziale sovrastima del traffico indotto; è evidente infatti che esiste un certo grado di correlazione tra gli spostamenti afferenti alla nuova area: ad esempio una quota dei clienti di una struttura di vendita usufruiranno anche delle restanti funzioni commerciali attraverso un semplice spostamento pedonale, senza utilizzo del mezzo privato.

<sup>2</sup> Con il termine "pass-by" si indica la porzione di traffico che nello stato di fatto interessa già la viabilità adiacente, ma che in futuro verrà attratta dal nuovo insediamento.

#### 4.4.2 Commerciale ADDETTI

Per completezza di analisi, deve essere stimato anche il numero degli addetti che saranno impiegati nelle nuove strutture di vendita.

Si sottolinea che, **nell'ora di punta identificata, non si prevede nessun movimento degli addetti**, in quanto le strutture di vendita saranno ancora in funzione e non è prevista, nella fascia oraria di punta della sera, nessuna rotazione del personale.

#### 4.4.3 ATTIVITA' PER LA RISTORAZIONE

La proposta di PA prevede la realizzazione di attività connesse alla somministrazione di alimenti e bevande. Tale funzione risulta accessoria e compatibile alle altre previste all'interno del nuovo insediamento, pertanto detta SLP non genera ulteriore traffico aggiuntivo rispetto a quello delle funzioni commerciali previste. Mentre per quanto concerne gli addetti si può stimare il seguente indotto veicolare:

- 400 mq di slp per la ristorazione;
- 25 mq per addetto;
- 2 turni di lavoro;
- 100% utilizzo dell'auto;
- 8 veicoli/ora - totale auto generate/attratte, di cui:
  - 4 veicoli/ora in ingresso (50% dei veicoli attesi);
  - 4 veicoli/ora in uscita (50% dei veicoli attesi).

#### 4.4.4 RESIDENZIALE

La presente proposta di PA prevede la realizzazione due edifici residenza con una slp complessiva pari a 3960 mq. La stima dell'indotto veicolare è stata effettuata assumendo i seguenti parametri:

- 1320 mq di slp;
- 50 mq per residente;
- 60% dei residenti calcolati è "attivo" e quindi genera uno spostamento;
- 60% degli "attivi" utilizza l'auto;
- coefficiente di occupazione delle auto: 1,2 persone/veicolo
- ora di punta della sera 90% spostamenti in ingresso e 10 % in uscita:
  - 7 auto in ingresso;
  - 1 auto in uscita

#### 4.4.5 RICETTIVO

All'interno del PA 4 è previsto l'insediamento di una struttura ricettiva con una slp pari a 7.000 mq.

La stima dell'indotto veicolare è stata effettuata assumendo i seguenti parametri:

- **slp:** 7.000 mq
  - 60% della slp occupata da camere;
  - 25 mq per camera;
  - 168 camere;
  - 1 auto (clienti) per ogni stanza
  - percentuale di riempimento della struttura 75%;
  - 70% dei clienti utilizza l'auto;
  - ora di punta della sera 33% spostamenti clienti in ingresso;
  - gli addetti non generano spostamenti nelle ore di punta.

Complessivamente il carico veicolare generato ed attratto dalla struttura ricettiva è così definito:

- ora di punta della sera: 29 veicoli in ingresso.

Complessivamente, l'indotto veicolare generato ed attratto dalla presente proposta progettuale è quantificabile in **345** veicoli/h, di cui **220** in ingresso e **125** in uscita dal comparto oggetto di analisi.

#### 4.5 BACINO GRAVITAZIONALE

Il potenziale flusso aggiuntivo che potrebbe essere generato dall'intervento in progetto deve essere caricato sulla rete viaria dell'area in esame, supponendo che il suddetto flusso si ridistribuisca, come origini e destinazioni, in maniera coerente con quanto espresso dal bacino ipotizzato. Questi dati permettono di identificare le abitudini degli utenti relativamente alla frequentazione degli insediamenti in progetto, rapportate alle effettive aree di residenza.

A tal fine, un elemento fondamentale da considerare è la classificazione degli utenti in base ai movimenti di accesso all'area. Tenendo conto delle caratteristiche del sito in esame, in rapporto alle caratteristiche della rete stradale ed alle manovre permesse agli accessi, sono state identificate le seguenti tre direttrici di avvicinamento/allontanamento dell'area:

- Direttrice 1 – SP69 nord;
- Direttrice 2 – via Roma est;
- Direttrice 3 – via Roma ovest.
- Direttrice 4 – SP36 sud;
- Direttrice 5 – SP69 sud.



Figura 31 – Identificazioni direttrici di accesso

I rilievi di traffico hanno permesso di determinare il peso attrattore di ogni direttrice. La ripartizione dei flussi rilevati (in percentuale) per le direttrici di ingresso e di uscita all'area di studio può essere riassunta nella seguente tabella.

direttrice	IN	OUT	IN_%	OUT_%
SP69 nord	580	683	36%	42%
via Roma est	217	213	13%	13%
via Roma ovest	47	54	3%	3%
SP36	425	306	26%	19%
SP69 sud	353	366	22%	23%
	1622	1622		

**Tabella 18 – Flussi attuali – ripartizione direttrici**

Sulla rete viabilistica contermina all'area di intervento, si stima un incremento teorico di 345 veicoli/ora totali, così ripartiti sulle direttrici di traffico precedentemente individuate.

- Veicoli in ingresso: 220;
- Veicoli in uscita: 125.

Le tabelle seguenti riportano la sintesi della distribuzione dei flussi aggiuntivi generati ed attratti dalla presente proposta progettuale per le diverse funzioni in previsione.

direttrice	SCENARIP ORA DI PUNTA SERALE	
	MSV	
	IN	OUT
SP69 nord	64	51
via Roma est	24	16
via Roma ovest	5	4
SP36	47	23
SP69 sud	39	27
	180	120

**Tabella 19 – Flussi aggiuntivi– ripartizione direttrici - MSV**

direttrice	SCENARIP ORA DI PUNTA SERALE	
	RISTORAZIONE	
	IN	OUT
SP69 nord	1.4	1.7
via Roma est	0.5	0.5
via Roma ovest	0.1	0.1
SP36	1.0	0.8
SP69 sud	0.9	0.9
	4	4

**Tabella 20 – Flussi aggiuntivi– ripartizione direttrici – Ristorazione**

direttrice	SCENARIP ORA DI PUNTA SERALE	
	RESIDENZIALE	
	IN	OUT
SP69 nord	3	0.4
via Roma est	1	0.1
via Roma ovest	0	0.0
SP36	2	0.2
SP69 sud	2	0.2
	7	1

**Tabella 21 – Flussi aggiuntivi– ripartizione direttrici – Residenziale**

direttrice	SCENARIP ORA DI PUNTA SERALE	
	RICETTIVO	
	IN	OUT
SP69 nord	10	0
via Roma est	4	0
via Roma ovest	1	0
SP36	8	0
SP69 sud	6	0
	29	0

**Tabella 22 – Flussi aggiuntivi– ripartizione direttrici - Ricettivo**

#### 4.6 IDENTIFICAZIONE SCENARIO DI INTERVENTO

Scopo fondamentale di questa parte dello studio è quello di confrontare la situazione del traffico attuale con quella che si registrerà nel futuro, in relazione allo scenario di intervento identificato.

La struttura viabilistica in esame viene, quindi, "caricata" del traffico attualmente presente nell'area e quello potenzialmente attratto/generato dal nuovo insediamento in progetto. In questo modo, è possibile stimare i carichi veicolari sia sugli assi principali, che nelle intersezioni di maggior importanza e valutarne gli effetti.

Di seguito si riportano i flussogrammi stimati sulla rete dell'area di studio assumendo due scenari infrastrutturali:

- scenario 1: accesso all'insediamento diretto dalla rotatoria tra la via Roma e la SP69 attraverso la realizzazione di un nuovo ramo in rotatoria;
- scenario 2: accesso all'insediamento mediante corsie di svolta regolamentate con segnali di stop e dare precedenza: in particolare dalla SP 69 è previsto un ingresso/uscita con manovre in solo mano destra, mentre dalla via Roma è previsto un collegamento con corsie di svolta in sinistra da e verso il nuovo comparto in previsione.

La fascia oraria assunta quale picco della rete per effettuare le verifiche della situazione futura è dunque quella compresa tra le 17:00 e le 18:00.

##### 4.6.1 ASSEGNAZIONI FLUSSI SCENARIO 1

Di seguito si riportano i flussogrammi stimati sulla rete dell'area di studio per lo scenario 1 con accesso all'insediamento diretto dalla rotatoria tra la via Roma e la SP69 attraverso la realizzazione di un nuovo ramo in rotatoria;

La rappresentazione fornita per i flussi di traffico, si basa su 4 range di valori:

- archi con traffico inferiore a 500 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 501 e 1000 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 1001 e 1500 veicoli/ora;
- archi con traffico maggiore di 1500 veicoli/ora.

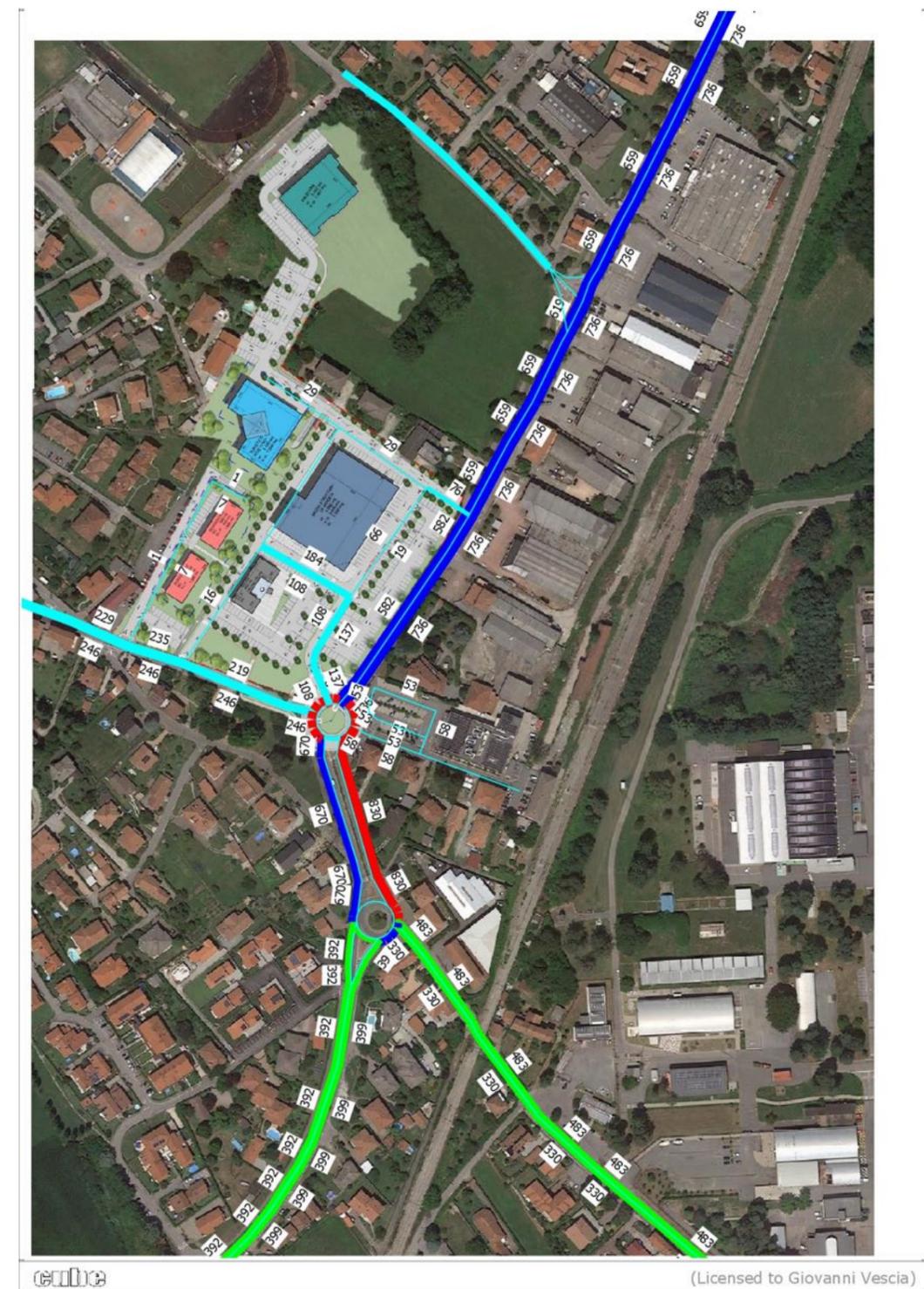


Figura 32 – Modello di assegnazione - flussogramma scenario 1 di intervento

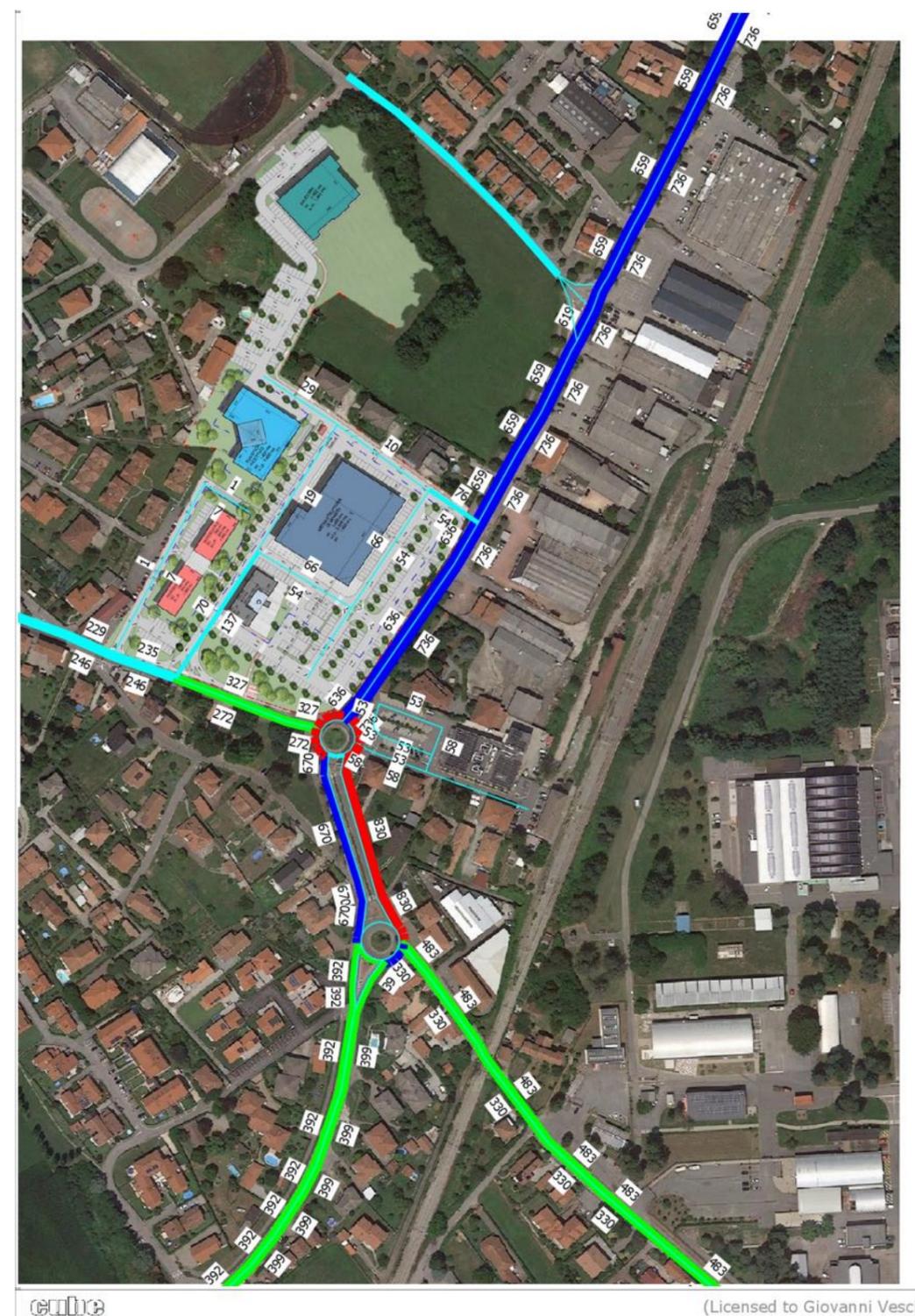
Le immagini seguenti mostrano il dettaglio della distribuzione dei flussi di traffico aggiuntivi in ingresso e in uscita dal nuovo comparto oggetto di analisi. I dati sono riferiti alla fascia oraria di punta precedentemente individuata.



#### 4.6.2 ASSEGNAZIONI FLUSSI SCENARIO 2

Di seguito si riportano i flussogrammi stimati sulla rete dell'area di studio per lo scenario 2. La rappresentazione fornita per i flussi di traffico, si basa su 4 range di valori:

- archi con traffico inferiore a 500 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 501 e 1000 veicoli/ora;
- archi con traffico compreso tra 1001 e 1500 veicoli/ora;
- archi con traffico maggiore di 1500 veicoli/ora.



**Figura 35 – Modello di assegnazione - flussogramma scenario 2 di intervento**

Le immagini seguenti mostrano il dettaglio della distribuzione dei flussi di traffico aggiuntivi in ingresso e in uscita dal nuovo comparto oggetto di analisi. I dati sono riferiti alla fascia oraria di punta precedentemente individuata.



## 5 VERIFICA DELLE INTERSEZIONI DI ACCESSO AL COMPARTO

Le successive analisi sono state effettuate considerando la verifica delle condizioni di circolazione seguenti intersezioni a rotatoria, in accordo con quanto previsto dalla D.G.R. 27 settembre 2006 – n. 8/3219 – Allegato 4, mediante la metodologia francese proposta dal CETUR / SETRA:

- Intersezione 1: SP69 / via Roma;
- Intersezione 2: SP69 / SP36.



Figura 38 – Localizzazione intersezioni oggetto di analisi

L'analisi verrà effettuata utilizzando modelli di regressione calibrati con dati raccolti in sito e che usano le proprietà geometriche delle rotatorie come variabili indipendenti.

I principali metodi empirici presenti in letteratura sono: Kimber, FHWA, Brilon-Bondzio, svizzero, e francese.

Nel presente studio la verifica delle intersezioni a rotatoria verrà effettuata mediante l'utilizzo del metodo francese CERTU / SETRA attraverso gli algoritmi di calcolo proposti dal software Girabase.

Girabase è il nome di un software commerciale usato in Francia per determinare la capacità di una rotatoria. È stato sviluppato dal CETE de l'Ouest di Nantes ed accettato dal CERTU e dal SETRA.

La formula è stata sviluppata con tecniche di regressione utilizzando dati di traffico raccolti su rotatorie in esercizio in condizioni di saturazione. Lo studio comprende il conteggio di 63.000 veicoli durante 507 periodi saturi (dai 5 ai 10 minuti) in 45 rotatorie.

La procedura può essere utilizzata per tutte le rotatorie con un numero di bracci variabile da 3 a 8 e con 1, 2 o 3 corsie all'anello e agli ingressi.

La figura seguente riporta le grandezze geometriche considerate mentre la tabella successiva riporta i campi di variabilità di queste grandezze.

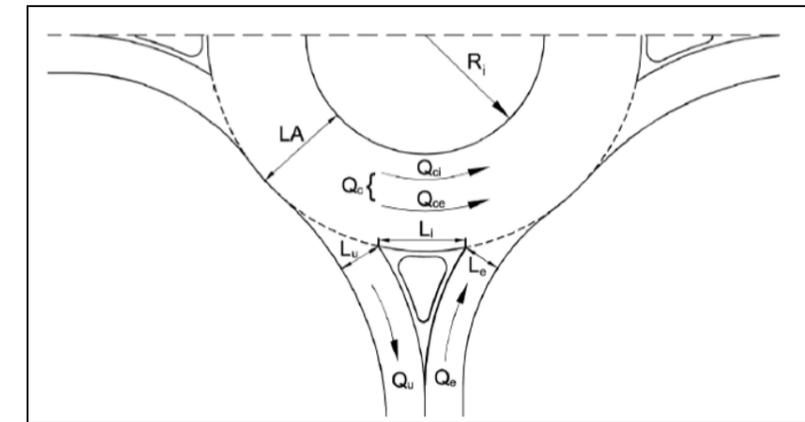


Figura 39 – Flussi e grandezze geometriche del metodo Girabase

Parametro	Descrizione	Campo di variabilità
Le	larghezza entrata	3 ÷ 11 m
Li	Larghezza isola spartitraffico	0 ÷ 70 m
Lu	larghezza uscita	3,5 ÷ 10,5 m
LA	larghezza anello	4,5 ÷ 17,5 m
Ri	raggio isola centrale	3,5 ÷ 87,5 m

Tabella 23 - Campi di variabilità degli elementi geometrici nella procedura di calcolo Girabase

## 5.1 ROTATORIA 1 – SP69 / via Roma

### 5.1.1 SCENARIO 1

L'immagine seguente riporta lo schema di circolazione tra la SP69 e la via Roma, con la previsione di un ingresso diretto al comparto dalla rotatoria.



Figura 40 – Identificazione sezioni rotatoria 1 - scenario 1

Le tabelle seguenti riassumono le caratteristiche geometriche considerate per la verifica della rotatoria.

ROTATORIA	geometria [m]
Raggio Interno:	8.50
Larghezza banda sormontabile:	1.50
Larghezza anello:	8.00
Raggio esterno della rotatoria:	18

Tabella 24 – Rotatoria 1 – geometria rotatoria – scenario 1

Nome	Angolo [gradi]	Rampa >3%	Svolta dx	Larghezza [m]			
				Ingresso		Isola Spartitraffico	Uscita
				a 4 m	a 15 m		
1 - SP69 nord	0	-		4.50		2.60	4.80
2 - accesso comparto	57	-		4.00		2.00	4.00
3 - via Roma ovest	107	-		4.00		2.70	4.00
4 - SP69 sud	227	-		5.00		4.30	6.50
5 - via Roma est	294	-		4.50		1.50	4.00

Tabella 25 – Rotatoria 1 – geometria innesti – scenario 1

La tabella successiva riporta la matrice OD rilevata sull'intersezione per lo scenario 1 di intervento nell'ora di punta serale.

	1 - SP69 nord	2 - accesso comparto	3 - via Roma ovest	4 - SP69 sud	5 - via Roma est	
1 - SP69 nord	0	0	82	484	17	<b>583</b>
2 - accesso comparto	53	0	0	51	4	<b>108</b>
3 - via Roma ovest	92	29	0	116	9	<b>246</b>
4 - SP69 sud	575	102	124	0	28	<b>829</b>
5 - via Roma est	16	6	13	18	0	<b>53</b>
	<b>736</b>	<b>137</b>	<b>219</b>	<b>669</b>	<b>58</b>	

Tabella 26 – Rotatoria 1 – INT 1 – matrice dei flussi

La tabella successiva riporta la sintesi dei risultati delle verifiche ottenuti applicando gli algoritmi di calcolo proposti dal metodo Girabase. **A titolo cautelativo, per essendo all'interno del centro abitato, le verifiche hanno assunto gli algoritmi di calcolo per l'ambito periurbano anziché quello urbano.**

RAMO	Riserva di capacità		Lunghezza dell'accodamento		Tempi di attesa
	veic/ora	%	media	massima	media
1 - SP69 nord	918	61%	0 veic	3 veic	1 sec
2 - accesso comparto	815	88%	0 veic	2 veic	2 sec
3 - via Roma ovest	771	76%	0 veic	2 veic	2 sec
4 - SP69 sud	1022	55%	0 veic	2 veic	1 sec
5 - via Roma est	772	94%	0 veic	2 veic	3 sec

Tabella 27 – Rotatoria 1 – INT 1 – risultati verifiche

In questo scenario infrastrutturale, la rotatoria presenta una capacità positiva su tutti i rami di accesso con valori di capacità residua maggiori del 55%; i valori del perditempo medio veicolare risultano inferiori a 5 secondi. Il LOS complessivo per questa intersezione è pari ad A.

**La presente proposta progettuale, con l'ampliamento della rotatoria e l'accesso diretto al parcheggio pubblico dell'ambito di progetto, presenta un ottimale funzionamento: lo schema di accesso consente inoltre di gestire le manovre di svolta in rotatoria, limitando di fatto le interferenze delle manovre di scambio sugli assi viari.**

### 5.1.2 SCENARIO 2

L'immagine seguente riporta lo schema di circolazione tra la SP69 e la via Roma considerando l'attuale schema di circolazione.



Figura 41 – Identificazione sezioni rotatoria 1 – scenario 2

Le tabelle seguenti riassumono le caratteristiche geometriche considerate per la verifica della rotatoria.

ROTATORIA	geometria [m]
Raggio Interno:	7.00
Larghezza banda sormontabile:	1.50
Larghezza anello:	7.00
Raggio esterno della rotatoria:	15.5

Tabella 28 – Rotatoria 1 – geometria rotatoria – scenario 2

Nome	Angolo [grad]	Rampa >3%	Svolta dx	Larghezza [m]			
				Ingresso		Isola Spartitraffico	Uscita
				a 4 m	a 15 m		
1 - SP69 nord	0	-		4.85		5.50	4.20
2 - via Roma ovest	107	-		4.85		5.00	4.50
3 - Sp69 sud	227	-		4.85		5.70	6.65
4 - via Roma est	294	-		4.00		2.40	3.50

Tabella 29 – Rotatoria 1 – geometria innesti – scenario 2

La tabella successiva riporta la matrice OD rilevata sull'intersezione per lo scenario 2 di intervento

nell'ora di punta serale.

	1 - SP69 nord	2 - via Roma ovest	3 - Sp69 sud	4 - via Roma est	
1 - SP69 nord	26	82	510	19	<b>637</b>
2 - via Roma ovest	119	0	142	11	<b>272</b>
3 - Sp69 sud	575	227	0	28	<b>830</b>
4 - via Roma est	16	19	18	0	<b>53</b>
	<b>735.5</b>	<b>328</b>	<b>670</b>	<b>58</b>	

Tabella 30 – Rotatoria 1 – INT 2 – matrice dei flussi

La tabella successiva riporta la sintesi dei risultati delle verifiche ottenuti applicando gli algoritmi di calcolo proposti dal metodo Girabase. **A titolo cautelativo, per essendo all'interno del centro abitato, le verifiche hanno assunto gli algoritmi di calcolo per l'ambito periurbano anziché quello urbano.**

RAMO	Riserva di capacità		Lunghezza dell' accodamento		Tempi di attesa
	veic/ora	%	media	massima	media
1 - SP69 nord	1050	62%	0 veic	2 veic	1 sec
2 - via Roma ovest	966	78%	0 veic	2 veic	1 sec
3 - Sp69 sud	1040	56%	0 veic	2 veic	1 sec
4 - via Roma est	703	93%	0 veic	2 veic	3 sec

Tabella 31 – Rotatoria 1 – INT 2 – risultati verifiche

Anche in questo scenario, la rotatoria presenta una capacità positiva su tutti i rami di accesso con valori di capacità residua maggiori del 55%; i valori del perditempo medio veicolare risultano inferiori a 5 secondi. Il LOS complessivo per questa intersezione è pari ad A.

## 5.2 ROTATORIA 2 – SP69 / SP36

L'immagine seguente riporta lo schema di circolazione tra la SP69 e la SP36 considerando l'attuale schema di circolazione.



Figura 42 – Identificazione sezioni rotatoria 2

Le tabelle seguenti riassumono le caratteristiche geometriche considerate per la verifica della rotatoria.

ROTATORIA	geometria [m]
Raggio Interno:	6.50
Larghezza banda sormontabile:	1.50
Larghezza anello:	7.50
Raggio esterno della rotatoria:	15.5

Tabella 32 – Rotatoria 2 – geometria rotatoria

Nome	Angolo [gradi]	Rampa >3%	Svolta dx	Larghezza [m]			
				Ingresso		Isola Spartitraffico	Uscita
				a 4 m	a 15 m		
1 - SP69 nord	0	-		6.50		7.80	5.00
2 - SP69 sud	150	-		5.00		8.00	4.00
3 - SP36	220	-		4.00		4.00	4.70

Tabella 33 – Rotatoria 2 – geometria innesti

La tabella successiva riporta la matrice OD rilevata sull'intersezione per lo scenario attuale e di intervento nell'ora di punta serale.

	1 - SP69 nord	2 - SP69 sud	3 - SP36	
1 - SP69 nord	0	357	313	<b>670</b>
2 - SP69 sud	382	2	17	<b>401</b>
3 - SP36	448	35	0	<b>483</b>
	<b>830</b>	<b>394</b>	<b>330</b>	

Tabella 34 – Rotatoria 2 – INT – matrice dei flussi

La tabella successiva riporta la sintesi dei risultati delle verifiche ottenuti applicando gli algoritmi di calcolo proposti dal metodo Girabase. **A titolo cautelativo, per essendo all'interno del centro abitato, le verifiche hanno assunto gli algoritmi di calcolo per l'ambito periurbano anziché quello urbano.**

RAMO	Riserva di capacità		Lunghezza dell'accodamento		Tempi di attesa
	veic/ora	%	media	massima	media
1 - SP69 nord	2061	75%	0 veic	2 veic	0 sec
2 - SP69 sud	1310	77%	0 veic	2 veic	0 sec
3 - SP36	807	63%	0 veic	3 veic	2 sec

Tabella 35 – Rotatoria 2 – INT – risultati verifiche

In entrambi gli scenari da analisi analizzati, la rotatoria presenta una capacità positiva su tutti i rami di accesso con valori di capacità residua maggiori del 60%; i valori del perditempo medio veicolare risultano inferiori a 5 secondi. Il LOS complessivo per questa intersezione è pari ad A.

### 5.3 VERIFICA DI IMPATTO TRASPORTISTICO A LIVELLO DI RETE

A completamento delle analisi di seguito si riportano le verifiche di funzionamento dell'assetto viario contermini l'area di intervento mediante la valutazione dei Livelli di Servizio (LOS), secondo i criteri indicati dal R.Reg. n.7 del 24/04/2006 della Regione Lombardia, che richiamano ai manuali HCM 1985 e 2000.

Le sezioni più significative indagate sono riportate nell'immagine seguente:

- S1 – SP69 nord;
- S2 – SP69;
- S3 – Via Roma;
- S4 – SP36;
- S5 – SP69 sud.



Figura 43 – Sezioni verifica LOS

La verifica del livello di servizio dei tratti omogenei stradali limitrofi al comparto è stata condotta mediante la metodologia proposta dall'HCM in accordo con quanto previsto dalla d.g.r. 27 settembre 2006 – n. 8/3219 – Allegato 4.

Secondo la normativa regionale la stima del Livello di Servizio di un asse stradale deve essere effettuata facendo riferimento a specifici modelli analitici. In particolare, tra i modelli presenti in letteratura la normativa indica quelli contenuti nell'HCM nelle sue versioni 1985 e 2000.

Questi modelli permettono di stimare il LdS, indicatore della qualità del deflusso veicolare sull'asse stradale, in relazione a condizioni di flusso veicolare ininterrotto.

In relazione alle specifiche condizioni della rete stradale lombarda, delle peculiarità dell'utenza veicolare e del carico veicolare medio che interessa le infrastrutture della Lombardia, la normativa propone alcuni adeguamenti a quanto previsto dai modelli di calcolo contenuti nell'HCM.

Per strade a singola carreggiata si applicano i seguenti adattamenti (HCM1985):

- utilizzare un valore della Capacità pari a 3200 veicoli / ora (anziché 2800 veicoli /ora)
- utilizzare come parametro di riferimento per il passaggio da un LdS al successivo dei rapporti Flussi/Capacità del 20% superiori rispetto a quelli indicati nella metodologia statunitense.

LdS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)
A	0,18	~575
B	0,32	~1042
C	0,52	~1650
D	0,77	~2450
E	> 0,77	-

Tabella 36 - Livelli di servizio per strade a singola carreggiata

I livelli di servizio descrivono tutto il campo delle condizioni di circolazione, dalle situazioni operative migliori (LdS A) alle situazioni operative peggiori (LdS F). In maniera generica, i vari livelli di servizio definiscono i seguenti stadi di circolazione:

- LOS A: circolazione libera, cioè ogni veicolo si muove senza alcun vincolo ed in libertà assoluta di manovra entro la corrente: massimo comfort, flusso stabile;
- LOS B: il tipo di circolazione può considerarsi ancora libera, ma si verifica una modesta riduzione nella velocità e le manovre cominciano a risentire della presenza degli altri utenti: comfort accettabile, flusso stabile;
- LOS C: la presenza degli altri veicoli determina vincoli sempre maggiori nel mantenere la velocità desiderata e nella libertà di manovra: si riduce il comfort, ma il flusso è ancora stabile;
- LOS D: si restringe il campo di scelta della velocità e la libertà di manovra; si ha elevata densità ed insorgono problemi di disturbo: il comfort si abbassa ed il flusso può divenire instabile;
- LOS E: il flusso di avvicina al limite della capacità compatibile con l'arteria e si riducono la velocità e la libertà di manovra: il flusso diviene instabile in quanto anche modeste perturbazioni possono causare fenomeni di congestione;
- LOS F: flusso forzato: il volume veicolare smaltibile si abbassa insieme alla velocità; si verificano facilmente condizioni instabili di deflusso fino all'insorgere di forti fenomeni di accodamento, ossia con marcia a singhiozzo (stop and go).

Le verifiche dei livelli di servizio sono state effettuate considerando lo scenario di intervento nell'ora di punta individuata nei capitoli precedenti.

La tabella seguente sintetizza i risultati del calcolo del LOS sulle sezioni indagate applicando i parametri proposti dalla d.g.r. 27 settembre 2006 – n. 8/3219 – Allegato 4.

Sezione	direzione	SDF				
		flusso Veq/h	FLUSSI BID	CAP	F/C	LOS
1 - SP69 nord	nord	683	1263	3200	0.39	C
	sud	580				
2 - SP69	nord	724	724	1600	0.45	B
	sud	618	618	2800	0.22	A
3 - via Roma	est	217	430	2800	0.15	A
	ovest	213				
4 - SP36	nord	425	731	3200	0.23	B
	sud	306				
5 - SP69 sud	nord	351	715	3200	0.22	B
	sud	364				

Tabella 37 – Calcolo del LOS – scenario attuale ora di punta del venerdì sera

Sezione	direzione	INT SC 1				
		flusso Veq/h	FLUSSI BID	CAP	F/C	LOS
1 - SP69 nord	nord	736	1395	3200	0.44	C
	sud	659				
2 - SP69	nord	830	830	1600	0.52	B
	sud	670	670	2800	0.24	A
3 - via Roma	est	246	465	2800	0.17	A
	ovest	219				
4 - SP36	nord	483	813	3200	0.25	B
	sud	330				
5 - SP69 sud	nord	399	791	3200	0.25	B
	sud	392				

Tabella 38 – Calcolo del LOS – scenario 1 di intervento ora di punta del venerdì sera

Sezione	direzione	INT SC 2				
		flusso Veq/h	FLUSSI BID	CAP	F/C	LOS
1 - SP69 nord	nord	736	1395	3200	0.44	C
	sud	659				
2 - SP69	nord	830	830	1600	0.52	B
	sud	670	670	2800	0.24	A
3 - via Roma	est	272	599	2800	0.21	B
	ovest	327				
4 - SP36	nord	483	813	3200	0.25	B
	sud	330				
5 - SP69 sud	nord	399	791	3200	0.25	B
	sud	392				

Tabella 39 – Calcolo del LOS – scenario 2 di intervento ora di punta del venerdì sera

I risultati delle analisi e delle verifiche effettuate sulle principali sezioni stradali confermano l'area di intervento, hanno permesso di rilevare i valori di LOS sono compresi tra A e C ad indicare un regime di circolazione caratterizzato da condizioni di flusso stabile. L'incremento di traffico generato ed attratto dall'intervento oggetto di analisi non determina quindi variazioni significative dei LOS rispetto all'attuale regime di circolazione rilevato.

## 6 CONCLUSIONI

Il presente studio ha avuto lo scopo di valutare le possibili ricadute viabilistiche conseguenti alla realizzazione degli interventi urbanistici ed infrastrutturali previsti all'interno dell'area industriale ex camiceria Leva, ubicata nel Comune di Ispra, tra via Roma, via Fermi e via San Giovanni Bosco.

L'area in questione è collocata in un nodo strategico sia sotto il profilo viabilistico che funzionale, anche per la relazione con gli altri comuni della sponda lombarda del lago Maggiore, del contiguo insediamento del Centro di Ricerca Europeo (CCR) e del resto del territorio provinciale e regionale.

La dismissione della Camiceria Leva ha rappresentato quindi un'occasione per la riqualificazione dell'area e una riorganizzazione del tessuto urbano grazie all'apporto di nuove funzioni e modalità di utilizzo del territorio.

Tale area è di particolare interesse, in quanto rappresenta in sostanza il punto di ingresso al paese dalle doppie direttrici: strada provinciale 69 e il vecchio tracciato della strada per Cadrezzate, collegamento con il CCR di Ispra.

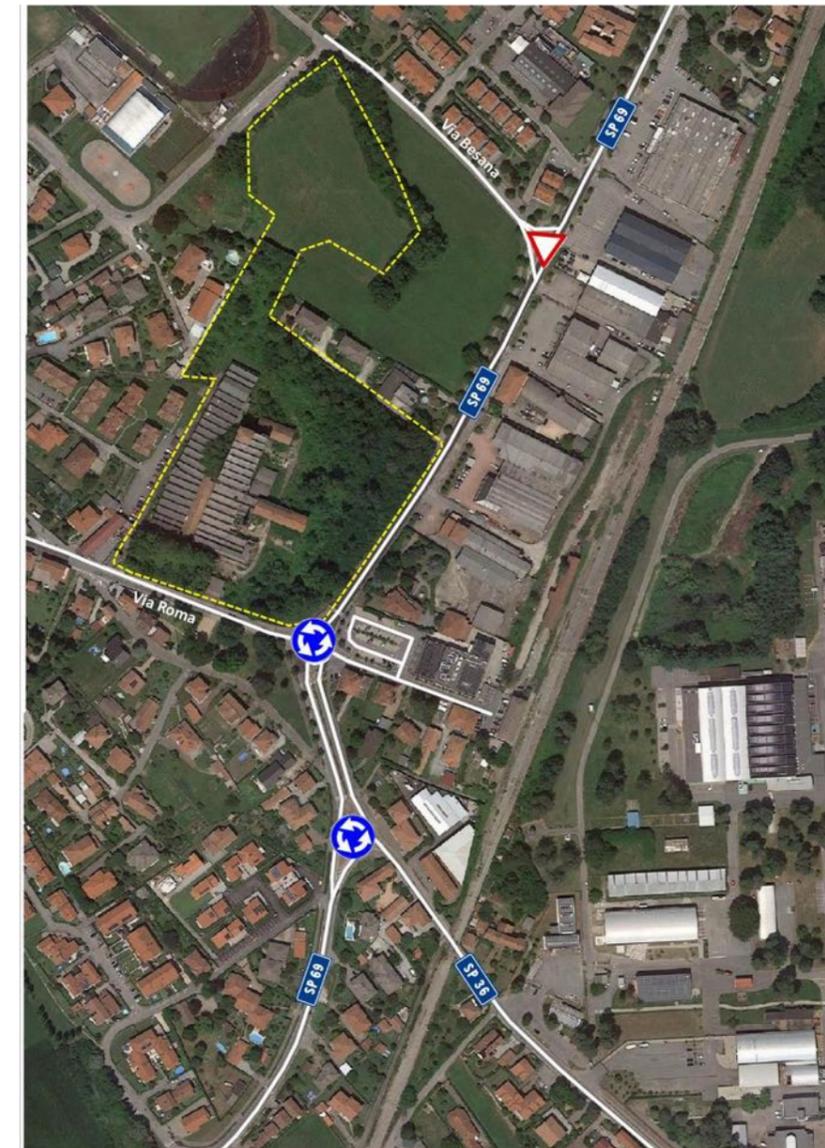


Figura 44 – Planimetria stato di fatto aerea di intervento

Dal punto di vista progettuale l'intervento prevede la realizzazione di nuovi edifici a destinazioni diverse: una media struttura di vendita, un esercizio adibito alla somministrazione alimenti e bevande, una struttura turistica ricettiva, due palazzine residenziali ed una palestra polifunzionale, opera di pubblica utilità.

Il comparto sarà servito da una adeguata dotazione di parcheggi pubblici e privati, il tutto inserito in modalità compatibile con il circostante ambiente urbano, depotenziando l'attuale presenza volumetrica e il conseguente impatto paesaggistico, a favore di un più consono equilibrio tra costruito, spazi a verde e servizi di pubblica utilità.

Ciò posto, il presente studio ha perseguito la finalità di analizzare e verificare il funzionamento dello schema di viabilità attuale e futuro, mediante l'ausilio specifici modelli di calcolo, ed assumendo a base di valutazione i scenari temporali di analisi:

- **Scenario stato di fatto** – finalizzato a caratterizzare la domanda attuale di mobilità e l'offerta di trasporto (attraverso l'analisi della rete viabilistica e delle intersezioni limitrofe all'area di studio);
- **Scenario di intervento** – relativo allo scenario futuro, finalizzato ad analizzare gli schemi viabilistici di progetto in relazione ai flussi di traffico potenzialmente aggiuntivi generati / attratti dal nuovo intervento proposto.

La domanda di mobilità, allo stato attuale, sulle principali intersezioni contermini l'area di intervento, è stata ricostruita, mediante un apposito rilievo di traffico effettuato nel mese di luglio 2021, sia in modo continuativo per una settimana sulle principali sezioni di accesso all'area di studio, sia attraverso il rilievo della matrice OD dei nodi di accesso effettuato nell'ora di punta dove mediamente agli spostamenti sistematici casa – lavoro, si sommano gli spostamenti generati ed attratti dalle funzioni commerciali esistenti e di previsione.

Dopo aver caratterizzato lo scenario attuale, si è quindi provveduto ad implementare lo scenario di intervento caratterizzato dai flussi di traffico rilevati e dai flussi di traffico generati ed attratti dall'attivazione della nuova media struttura di vendita. La stima dell'incremento veicolare del nuovo punto vendita di MSV è stata effettuata in coerenza con i criteri di generazione della mobilità suggeriti dall'allegato "F" della Deliberazione di Giunta Provinciale PV 150/2003.

Dal punto di vista dell'offerta di trasporto, l'insediamento previsto risulta ben inserito all'interno della maglia viabilistica presente al contorno dell'area di intervento, nonché adeguatamente collegato ad essa: la proposta progettuale (scenario 1) prevede di organizzare la viabilità di servizio mediante un accesso all'insediamento direttamente dalla rotatoria della SP69, mentre un secondo accesso è localizzato sulla nuova viabilità di progetto che innesta sulla SP 69 a nord della rotatoria con la via Roma. È previsto inoltre un ulteriore collegamento con la via Roma dedicato ai veicoli in uscita dal comparto commerciale.

La rotonda esistente verrà ampliata, dall'attuale raggio esterno di 15,75 metri, verrà portata a 18,00 metri, permettendo l'apertura di un quinto ramo di accesso alla nuova grande area di parcheggio pubblico.



Figura 45 – Accessibilità area di studio – scenario 1

È stato valutato anche uno scenario alternativo (scenario 2) dove si prevede di ricavare gli accessi e le uscite dall'area commerciale attraverso intersezioni a raso con solo ingressi/uscite in mano destra sulla SP69 e con corsie canalizzate sulla via Roma per garantire tutte le manovre di svolta da e verso il comparto in previsione. In questo scenario il diametro della rotatoria resta invariato rispetto all'attuale assetto viabilistico.

Nello specifico, dopo aver identificato lo scenario di intervento attraverso l'assegnazione dei flussi di traffico aggiuntivi sulla rete dell'area di studio, si è proceduto alle verifiche di dettaglio delle principali intersezioni contermini l'area di intervento, mediante l'utilizzo di uno specifico modello di microsimulazione.

I risultati delle analisi e delle verifiche effettuate, considerando la fascia oraria di punta, hanno permesso di rilevare quanto segue:

- sulla viabilità principale di accesso al futuro comparto oggetto di analisi le intersezioni analizzate presentano una capacità residua positiva su tutti i rami di accesso maggiori del 50% nello scenario di intervento; i valori del perditempo medio veicolare risultano inferiori a 5 secondi;
- **in particolare, dal punto di vista funzionale, lo scenario di progetto (scenario 1), con l'ampliamento della rotatoria e l'accesso diretto al parcheggio pubblico dell'ambito di progetto, si rileva una capacità positiva su tutti i rami di accesso con valori di capacità residua maggiori del 55%; i valori del perditempo medio veicolare risultano inferiori a 5 secondi. Il LOS complessivo per questa intersezione è pari ad A; lo schema di accesso consente inoltre di gestire le manovre di svolta in rotatoria, limitando di fatto le interferenze delle manovre di scambio sugli assi viari;**
- analogamente i risultati delle analisi e delle verifiche effettuate sulle principali sezioni stradali contermini l'area di intervento, hanno permesso di rilevare come sulla viabilità di accesso al comparto si registrino valori di LOS compresi tra A e C ad indicare un regime di circolazione caratterizzato da condizioni di flusso stabile. L'incremento di traffico generato ed attratto dall'intervento oggetto di analisi non determina variazioni significative dei LOS rilevati allo

stato attuale.

Si può affermare pertanto che le variazioni indotte all'attuale regime di circolazione, determinate dall'attivazione delle funzioni urbanistiche previste all'interno della presente proposta progettuale, saranno comunque contenute e, supportate dalla capacità della rete stradale confermine l'ambito di intervento.

**Conclusivamente, si può affermare, sulla base delle analisi, delle verifiche e delle considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, la compatibilità dell'intervento in esame con l'assetto viabilistico analizzato.**

## 7 INDICI

### 7.1 INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – PLANIMETRIA STATO DI FATTO AEREA DI INTERVENTO .....	4
FIGURA 2 – INQUADRAMENTO RETE VIARIA – SCALA AREA VASTA .....	8
FIGURA 3 – INQUADRAMENTO FOTO AEREA RETE VIARIA – DETTAGLIO AREA DI STUDIO .....	9
FIGURA 4 – REGOLAMENTAZIONE DELLA INTERSEZIONI.....	11
FIGURA 5 – ASSI VIARI IN ESAME.....	12
FIGURA 6 – INTERSEZIONI ANALIZZATE .....	16
FIGURA 7 – INTERSEZIONE 1: SP69 / VIA ROMA .....	17
FIGURA 8 – INTERSEZIONE 2: SP69 / SP36.....	18
FIGURA 9 – INTERSEZIONE 2: SP69 / SP36.....	18
FIGURA 10 – ASSETTO TRASPORTO PUBBLICO LOCALE – COLLEGAMENTO CON STAZIONE FERROVIARIA .....	19
FIGURA 11 – LOCALIZZAZIONE POSTAZIONI RILIEVI AUTOMATICI.....	20
FIGURA 12 – ESEMPIO RADAR SDR EASYDATA.....	21
FIGURA 13 – POSTAZIONE RILIEVO AUTOMATICO SP36 DIR ISPRA.....	22
FIGURA 14 – POSTAZIONE RILIEVO AUTOMATICO SP36 DIR CADREZZATE .....	22
FIGURA 15 – POSTAZIONE RILIEVO AUTOMATICO SP69 DIR NORD.....	22
FIGURA 16 – POSTAZIONE RILIEVO AUTOMATICO SP69 DIR SUD .....	23
FIGURA 17 – IDENTIFICAZIONE ORA DI PUNTA – SEZIONI DI INGRESSO CONSIDERATE .....	36
FIGURA 18 – STRUMENTAZIONE VIDEO CON PALO TELESCOPICO.....	38
FIGURA 19 – INTERSEZIONE RILEVATA.....	39
FIGURA 20 – ESEMPI DI VEICOLI APPARTENENTI ALLE CLASSI VEICOLARI “LEGGERI” E “PESANTI” .....	40
FIGURA 21 – INTERSEZIONE 1: SEZIONI RILEVATE .....	41
FIGURA 22 – INTERSEZIONE 2: SEZIONI RILEVATE .....	43
FIGURA 23 – ESTENSIONE GRAFO AREA DI STUDIO.....	45
FIGURA 24 – MODELLO DI ASSEGNAZIONE - FLUSSOGRAMMA SCENARIO ATTUALE .....	47
FIGURA 25 – PLANIMETRIA DI PROGETTO .....	53
FIGURA 26 – PLANIMETRIA SCENARIO DI INTERVENTO.....	54
FIGURA 27 – ACCESSIBILITÀ AREA DI STUDIO – SCENARIO 1.....	56
FIGURA 28 – ACCESSIBILITÀ AREA DI STUDIO – SCENARIO 2.....	57
FIGURA 29 – DETTAGLIO PARCHEGGIO .....	58
FIGURA 30 – LOCALIZZAZIONE AREA DI CARICO/SCARICO .....	59
FIGURA 31 – IDENTIFICAZIONI DIRETTRICI DI ACCESSO .....	62
FIGURA 32 – MODELLO DI ASSEGNAZIONE - FLUSSOGRAMMA SCENARIO 1 DI INTERVENTO.....	66
FIGURA 33 – DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI DI TRAFFICO AGGIUNTIVI IN INGRESSO ALLA NUOVA AREA DI INTERVENTO .....	67
FIGURA 34 – DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI DI TRAFFICO AGGIUNTIVI IN USCITA DALLA NUOVA AREA DI INTERVENTO .....	68
FIGURA 35 – MODELLO DI ASSEGNAZIONE - FLUSSOGRAMMA SCENARIO 2 DI INTERVENTO.....	70
FIGURA 36 – DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI DI TRAFFICO AGGIUNTIVI IN INGRESSO ALLA NUOVA AREA DI INTERVENTO .....	71
FIGURA 37 – DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI DI TRAFFICO AGGIUNTIVI IN USCITA DALLA NUOVA AREA DI INTERVENTO .....	72
FIGURA 38 – LOCALIZZAZIONE INTERSEZIONI OGGETTO DI ANALISI.....	73
FIGURA 39 – FLUSSI E GRANDEZZE GEOMETRICHE DEL METODO GIRABASE .....	74
FIGURA 40 – IDENTIFICAZIONE SEZIONI ROTATORIA 1 - SCENARIO 1 .....	75
FIGURA 41 – IDENTIFICAZIONE SEZIONI ROTATORIA 1 – SCENARIO 2 .....	77
FIGURA 42 – IDENTIFICAZIONE SEZIONI ROTATORIA 2 .....	79
FIGURA 43 – SEZIONI VERIFICA LOS.....	81
FIGURA 44 – PLANIMETRIA STATO DI FATTO AEREA DI INTERVENTO .....	84
FIGURA 45 – ACCESSIBILITÀ AREA DI STUDIO – SCENARIO 1.....	86

### 7.2 INDICE DELLE FOTO

FOTO 1 – S1 – SP69 NORD.....	13
FOTO 2 – S2 – SP69 .....	13
FOTO 3 – S3 – VIA ROMA .....	14
FOTO 4 – S4 – SP36 .....	14
FOTO 5 – S5 – SP69 SUD .....	15
FOTO 6 – INTERSEZIONE 1: SP69 / VIA ROMA .....	17

**7.3 INDICE DELLE TABELLE**

TABELLA 1 – POSTAZIONE A - TGM TOTALE E PER DIREZIONE .....	23
TABELLA 2 – POSTAZIONE A – DIR ISPRA .....	26
TABELLA 3 – POSTAZIONE A – DIR CADREZZATE.....	27
TABELLA 4 – POSTAZIONE B - TGM TOTALE E PER DIREZIONE .....	30
TABELLA 5 – POSTAZIONE B – DIR NORD.....	32
TABELLA 6 – POSTAZIONE B – DIR SUD .....	33
TABELLA 7 – IDENTIFICAZIONE GIORNATA DI PUNTA.....	36
TABELLA 8 – INTERSEZIONE 1: SP69/ VIA ROMA – FLUSSI DISAGGREGATI PER 15 MINUTI .....	42
TABELLA 9 – INTERSEZIONE 1: SP69/ VIA ROMA – FLUSSI DISAGGREGATI – SEZIONE A.....	42
TABELLA 10 – INTERSEZIONE 1: SP69/ VIA ROMA – FLUSSI DISAGGREGATI – SEZIONE B .....	42
TABELLA 11 – INTERSEZIONE 1: SP69/ VIA ROMA – FLUSSI DISAGGREGATI – SEZIONE C .....	42
TABELLA 12 – INTERSEZIONE 1: SP69/ VIA ROMA – FLUSSI DISAGGREGATI – SEZIONE D.....	42
TABELLA 13 – INTERSEZIONE 2: SP69/ SP36 – FLUSSI DISAGGREGATI PER 15 MINUTI .....	43
TABELLA 14 – INTERSEZIONE 2: SP69/SP36 – FLUSSI DISAGGREGATI – SEZIONE A.....	44
TABELLA 15 – INTERSEZIONE 2: SP69/ SP36 – FLUSSI DISAGGREGATI – SEZIONE B .....	44
TABELLA 16 – INTERSEZIONE 2: SP69/ SP36 – FLUSSI DISAGGREGATI – SEZIONE C .....	44
TABELLA 17 – DELIBERAZIONE DI GIUNTA PROVINCIALE PV 150/2003 – ALLEGATO “F” .....	60
TABELLA 18 – FLUSSI ATTUALI – RIPARTIZIONE DIRETTRICI .....	63
TABELLA 19 – FLUSSI AGGIUNTIVI– RIPARTIZIONE DIRETTRICI - MSV .....	63
TABELLA 20 – FLUSSI AGGIUNTIVI– RIPARTIZIONE DIRETTRICI – RISTORAZIONE .....	63
TABELLA 21 – FLUSSI AGGIUNTIVI– RIPARTIZIONE DIRETTRICI – RESIDENZIALE .....	63
TABELLA 22 – FLUSSI AGGIUNTIVI– RIPARTIZIONE DIRETTRICI - RICETTIVO.....	64
TABELLA 23 - CAMPI DI VARIABILITÀ DEGLI ELEMENTI GEOMETRICI NELLA PROCEDURA DI CALCOLO GIRABASE .....	74
TABELLA 24 – ROTATORIA 1 – GEOMETRIA ROTATORIA – SCENARIO 1 .....	75
TABELLA 25 – ROTATORIA 1 – GEOMETRIA INNESTI – SCENARIO 1 .....	76
TABELLA 26 – ROTATORIA 1 – INT 1 – MATRICE DEI FLUSSI.....	76
TABELLA 27 – ROTATORIA 1 – INT 1 – RISULTATI VERIFICHE.....	76
TABELLA 28 – ROTATORIA 1 – GEOMETRIA ROTATORIA – SCENARIO 2 .....	77
TABELLA 29 – ROTATORIA 1 – GEOMETRIA INNESTI – SCENARIO 2 .....	77
TABELLA 30 – ROTATORIA 1 – INT 2 – MATRICE DEI FLUSSI.....	78
TABELLA 31 – ROTATORIA 1 – INT 2 – RISULTATI VERIFICHE.....	78
TABELLA 32 – ROTATORIA 2 – GEOMETRIA ROTATORIA.....	79
TABELLA 33 – ROTATORIA 2 – GEOMETRIA INNESTI.....	79
TABELLA 34 – ROTATORIA 2 – INT – MATRICE DEI FLUSSI .....	80
TABELLA 35 – ROTATORIA 2 – INT – RISULTATI VERIFICHE .....	80
TABELLA 36 - LIVELLI DI SERVIZIO PER STRADE A SINGOLA CARREGGIATA .....	82
TABELLA 37 – CALCOLO DEL LOS – SCENARIO ATTUALE ORA DI PUNTA DEL VENERDÌ SERA.....	83
TABELLA 38 – CALCOLO DEL LOS – SCENARIO 1 DI INTERVENTO ORA DI PUNTA DEL VENERDÌ SERA .....	83
TABELLA 39 – CALCOLO DEL LOS – SCENARIO 2 DI INTERVENTO ORA DI PUNTA DEL VENERDÌ SERA .....	83