



COMUNE DI NAPOLI

COMUNE DI NAPOLI

AREA INFRASTRUTTURE

Servizio Strade e Grandi Reti Tecnologiche

PROGETTO ESECUTIVO

Manutenzione Straordinaria di Via del Parco Regina Margherita

Tavola n.

Titolo elaborato

**RELAZIONE TECNICA GENERALE E
SPECIALISTICA**

Codice
REL 2023

Responsabile Unico del Procedimento

Progettista

Ing. Christian Merola

Ing. Gianfranco Stellato

Data

2018

Revisione

2023



RELAZIONE TECNICA GENERALE

INTERVENTO: **Manutenzione straordinaria di
via del Parco Regina Margherita**

LOCALIZZAZIONE: **Comune di Napoli – I Municipalità.**

Indice generale

1. Inquadramento urbanistico - territoriale.....4

3.5 Segnaletica orizzontale..... 16

3.6 Pavimentazione tattile..... 17

4. Cronoprogramma..... 18

5. Indicazione delle caratteristiche gestionali ed economiche-finanziarie..... 18

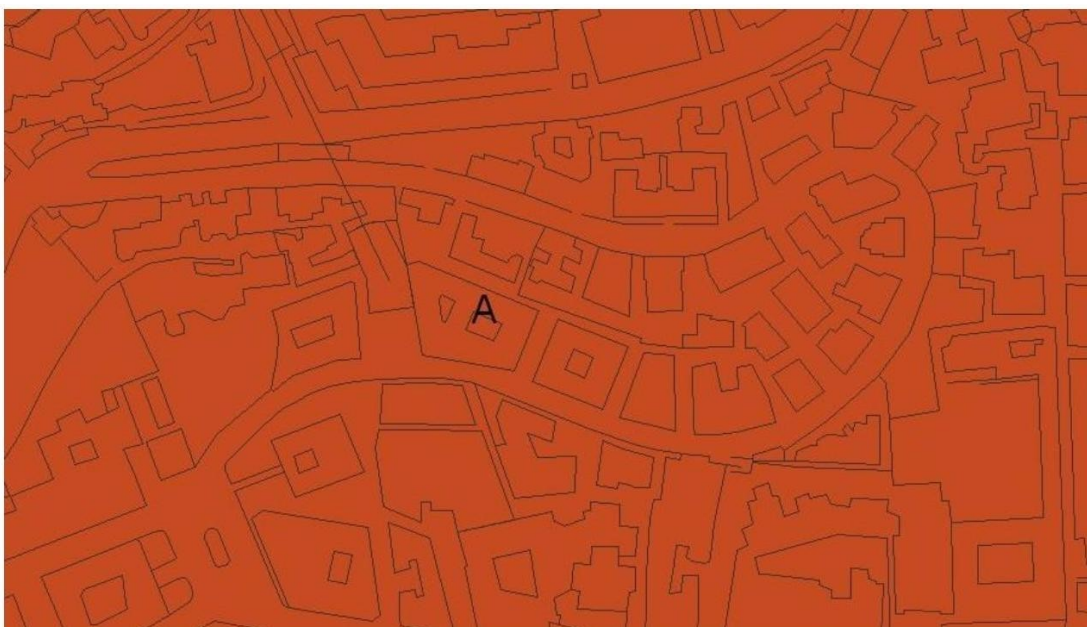
CENNI TEORICI.....21

1. Inquadramento urbanistico - territoriale

L'articolo n. 14 del Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. "Codice della Strada" contiene opportuni precetti ai quali devono attenersi gli Enti proprietari per garantire la sicurezza e fluidità della circolazione, tra cui il controllo tecnico dell'efficienza delle strade.

Via Del Parco Regina Margherita è inserita nell'elenco delle strade facenti parte della rete di Viabilità Principale (Strade a Valenza Metropolitana) di cui all' "Allegato A" della Delibera di Consiglio Comunale n. 68 del 21.09.2005.

Essa rientra nel territorio della I Municipalità - Chiaia, San Ferdinando, Posillipo – e congiunge, con le sue sinuose curve, il Corso Vittorio Emanuele a piazza Amedeo.



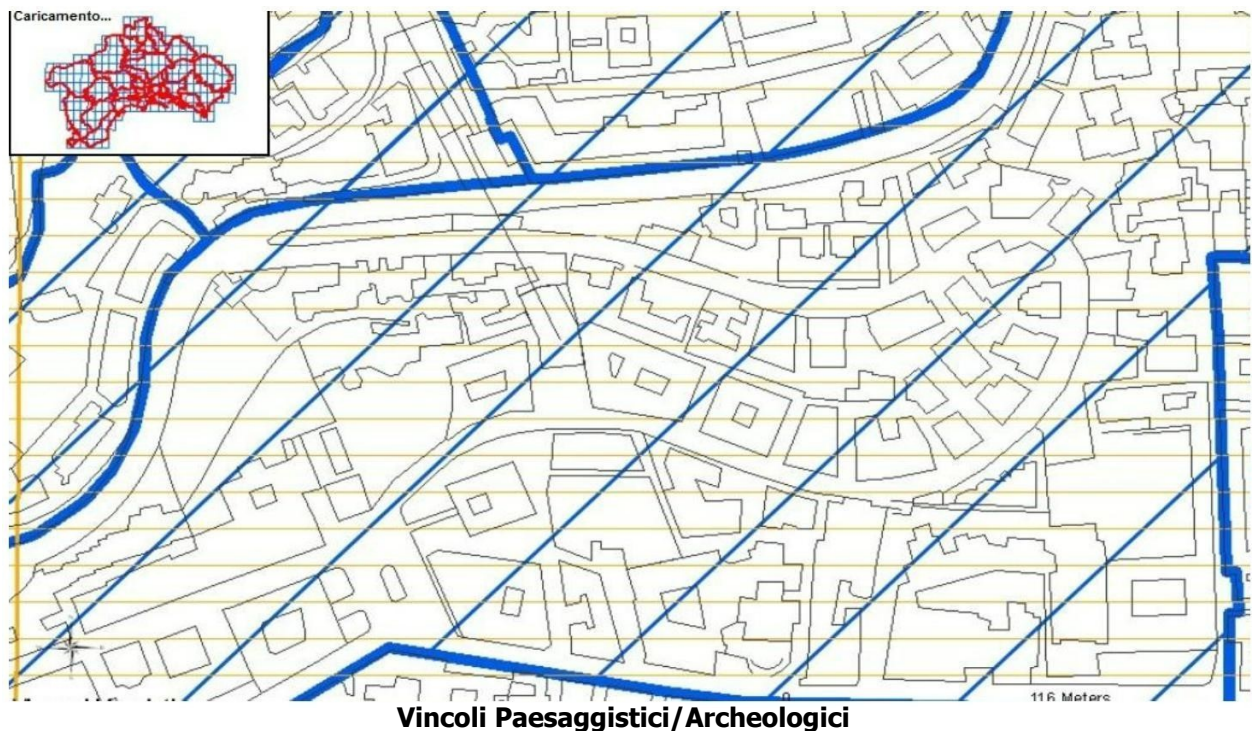
Piano Regolatore Generale

L'area ove è sita la via Del Parco Regina Margherita ricade in Zona A "Insediamenti di interesse storico" del vigente P.R.G. del Comune di Napoli.

Le strade, non ricadenti in altre unità di spazio delimitate, secondo l'articolo 123 delle N.T.A. del P.R.G., sono definite "Unità di spazio scoperto non concluse".

Ai sensi del citato articolo, per unità di spazio scoperto non concluse si intendono tutte quelle non segnatamente delimitate da confini chiusi - e pertanto distinte dalle unità edilizie e dalle unità di spazio aperto concluse – i cui sedimi, originari o conseguenti a processi di trasformazione, siano comunque ricadenti nel perimetro degli insediamenti di interesse storico di cui alla tavola 7; per tutte queste unità di spazio non concluse, non

sono ammesse trasformazioni fisiche che producano la modifica degli impianti attuali, essendone previste la conservazione nonché la valorizzazione, in quanto elementi fondativi della conformazione del tessuto storico nella sua interezza; in rapporto all'impianto complessivo è prescritto il mantenimento della maglia insediativa e dei tracciati viari, ivi comprese giacitura e dimensioni. Sono ammesse, per il sistema dei sottoservizi, le trasformazioni, nonché le operazioni connesse agli adeguamenti previsti dalle vigenti normative di settore. Ove le esigenze di adeguamento contrastino con il mantenimento del tracciato viario, ivi comprese giacitura e dimensioni, tale ultima prescrizione si intende prevalente, fatte salve specifiche ed espresse disposizioni di legge.



La zona è sottoposta alla tutela paesaggistica ai sensi del D. Lgs. n. 42 del 22 gennaio 2004 - Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio – Parte terza Titolo I e ss. mm. e ii., e rientra tra le aree di interesse archeologico ai sensi della Parte seconda Titolo I e ss. mm. e ii. dello stesso Codice.



Vista satellitare

2. Stato dei luoghi

Da un punto di vista planimetrico il tracciato stradale si presenta con curve dolci dagli ampi raggi, variabili all'incirca tra i 75° e i 150°, ad eccezione del tratto centrale a gomito e del rettilineo finale.

Da un punto di vista altimetrico la via copre un salto di quota pari a 41,60 m che dai +25,50 m s.l.m., all'incrocio con Piazza Amedeo, si porta fino +67,10m s.l.m., all'incrocio con Corso Vittorio Emanuele, con una pendenza media di circa il 5,14%. La strada è delimitata in entrambi i sensi da marciapiedi con larghezza variabile a partire da circa 3,60 m fino alla larghezza di circa 1,40m. L'asse stradale è percorso quotidianamente da un flusso di traffico di media intensità essendo a destinazione prevalentemente residenziale, che diviene intenso nelle ore di punta in considerazione anche della forte vocazione commerciale, turistica e terziaria della zone che collega. La sede stradale è lunga circa 820,00 metri e larga mediamente 8,00 m per una superficie complessiva, inclusi i marciapiedi di circa 9.676,00 mq. Il capostrada così come i marciapiedi sono pavimentati con cubetti di porfido. La strada per anni non è stata interessata da interventi di manutenzione programmata, mentre, di contro, ha subito numerosi interventi di scavo da parte delle

società esercenti pubblici servizi. Tale condizione ha generato in più punti il danneggiamento della pavimentazione del capostrada, con cubetti divelti e/o non perfettamente alloggiati in sede, avvallamenti, ormaie, perdita della sigillatura dei giunti e

della configurazione. La disomogeneità della pavimentazione stradale, rappresentata dagli interventi effettuati dagli Enti fornitori di Pubblici Servizi e dalle lavorazioni puntuali necessarie per ripristinare la carreggiata interessata da dissesti su guasto (buche, avvallamenti localizzati, ormaie) ha spesso comportato l'utilizzo di conglomerato bituminoso in sostituzione dell'originaria pavimentazione in pietra. L'usura dovuta al tempo, il carico stradale, con particolare riferimento a quello dovuto ai mezzi pesanti, e gli interventi di cui sopra hanno determinato la necessità di intervenire sulla pavimentazione della strada per ripristinare l'originaria efficienza ai fini della tutela per la circolazione, principalmente nelle curve dove gli effetti delle sollecitazioni a torsione date dalle ruote dei veicoli hanno prodotto il distacco degli elementi lapidei. L'analisi delle criticità è stata condotta in relazione a tre livelli di severità delle alterazioni delle superfici così distinte:

severità alta > regolarità della superficie fortemente alterata

severità media > regolarità della superficie mediamente alterata

severità bassa > regolarità della superficie non alterata

Il livello di severità, in particolare, è stato attribuito in funzione dell'entità dei dissesti presenti lungo ciascun tratto tenuto conto della presenza di:

- usura superficiale;
- distacco dello strato di usura degli elementi lapidei dalla pavimentazione;
- buche;
- ormaie;
- avvallamenti, in presenza o meno di fessure;
- avvallamenti e dissesti in presenza di chiusini;
- rappezzi.

In base alla ricorrenza dei dissesti in rapporto alla lunghezza del tronco è stata utilizzata la seguente classificazione:

Classe di estensione	Estensione	% dell'area totale interessata dal degrado
10	Degrado molto localizzato	< 25
100	Degrado da localizzato a esteso	Dal 25 al 50
1000	Degrado molto esteso	> 50

Orbene, lungo tutta Via del Parco Regina Margherita è stato riscontrato un degrado del capo strada di **severità alta**.

Di seguito si riportano le foto scattate procedendo dalla confluenza con corso Vittorio Emanuele ed in direzione di Piazza Amedeo.



3. Descrizione e caratteristiche tecniche dell'intervento

Il progetto di cui si tratta prevede, quindi, interventi su capostrada e marciapiede.

In linea generale, gli interventi da eseguirsi sui marciapiedi in cubetti saranno i seguenti:

- rimozione dei soli paletti para-pedonali in ferro, con conservazione di quelli in ghisa;
- rimozione pavimentazione esistente e demolizione massetto;
- rimessa a quota di cordoni e chiusini;
- rifacimento massetto debolmente armato;
- posa di nuove lastre di pietra lavica di spessore 10 cm;
- scivoli pedonali in corrispondenza dei varchi di accesso;
- scivoli pedonali in corrispondenza degli attraversamenti pedonali;
- messa in opera di segnali tattili per non vedenti (Lo.g.e.s.) in prossimità degli scivoli e degli attraversamenti pedonali;
- installazione nuovi paletti para-pedonali in ghisa.

Relativamente al capostrada, si è ipotizzato di sostituire, nel tratto compreso tra la stazione della Funicolare e corso Vittorio Emanuele, l'attuale pavimentazione in cubetti di porfido con conglomerato bituminoso di tipo pregiato. Tale soluzione è stata dettata dalla particolare configurazione della strada, caratterizzata da curve e tornanti ed elevata pendenza, al fine di incrementare i livelli di sicurezza della circolazione veicolare e tenendo presente che anche corso Vittorio Emanuele, in corrispondenza dell'intersezione con Via del Parco Regina Margherita, è pavimentata con tappetino d'asfalto. Nel tratto compreso tra Piazza Amedeo e la stazione della Funicolare si è deciso, invece, di mantenere la pavimentazione in cubetti di porfido: tale scelta è stata dettata dal fatto che la zona a maggiore rilevanza storico-artistica è quella situata a ridosso di piazza Amedeo (anch'essa pavimentata con cubetti di porfido) e, pertanto, si è deciso di assicurare continuità tipologica.

Pertanto, gli interventi sul capostrada saranno, sommariamente, i seguenti:

1. nel tratto compreso tra Piazza Amedeo e la stazione della Funicolare:

- rimozione pavimentazione esistente (cubetti di porfido) e demolizione sottofondo;
- posa delle zanelle laterali in pietra lavica;
- rifacimento dello strato di fondazione con calcestruzzo debolmente armato;
- rimessa a quota dei chiusini e caditoie dissestati e sostituzioni di quelli danneggiati;

- realizzazione di nuove caditoie;
- pulizia ed espurgo sistema di raccolta acque piovane;
- posa della pavimentazione in cubetti di porfido di proprietà dell'Amministrazione

2. nel tratto compreso tra la stazione della Funicolare e corso Vittorio Emanuele:

- rimozione pavimentazione esistente (cubetti di porfido) e demolizione sottofondo;
- posa delle zanelle laterali in pietra lavica;
- posa dello strato di base in conglomerato bituminoso;
- posa dello strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso;
- rimessa a quota dei chiusini e caditoie dissestati e sostituzioni di quelli danneggiati;
- realizzazione di nuove caditoie;
- posa dello strato di usura in conglomerato bituminoso;
- pulizia ed espurgo sistema di raccolta acque piovane.

3.1 Pavimentazione in cubetti

Le pavimentazioni in cubetti di pietra saranno poste a secco secondo la preesistente orditura, su sottofondo in calcestruzzo debolmente armato, e i cubetti saranno posati su strato di allettamento in ghiaino lavato e di granulometria idonea (tipo 3-6 mm), previa **stabilizzazione granulometrica** e **compattazione meccanica** del sottofondo, tesa a migliorare le proprietà del terreno, quale attrito interno e coesione, resistenza all'acqua e al gelo, al fine di aumentare la portanza.

Stabilizzazione granulometrica: si combinano le proprietà dei terreni a grana grossa (stabilità agli agenti atmosferici, alta resistenza di attrito, assenza di coesione che facilita di rifluire lateralmente sotto carico), con quelli a grana fine (coesione, forte sensibilità all'azione dell'acqua). Una corretta miscelazione dei due tipi di grane permetterà di conservare ed esaltare le proprietà positive, facilitando, di contro, l'inibizione quelle negative.

Compattazione meccanica: il terreno viene costipato mediante rulli compressori ad azione statica (rulli lisci), evitando quelli ad azione dinamica (battente o vibrante), per le sollecitazioni che potrebbero indurre ai fabbricati circostanti.

I giunti dei cubetti, saranno sigillati con resina poliuretanica a bassa percentuale

particolarmente adatta per pavimentazione realizzate in cubetti di porfido e per tutte quelle superfici in pietra destinate al traffico veicolare anche intenso e al transito di mezzi pesanti poiché rende le fughe più resistenti ed elastiche e quindi meno soggette al naturale deterioramento e degrado.

3.2 Pavimentazione in conglomerato bituminoso

La tabella che segue indica gli spessori da adottare per la strada oggetto dell'intervento.

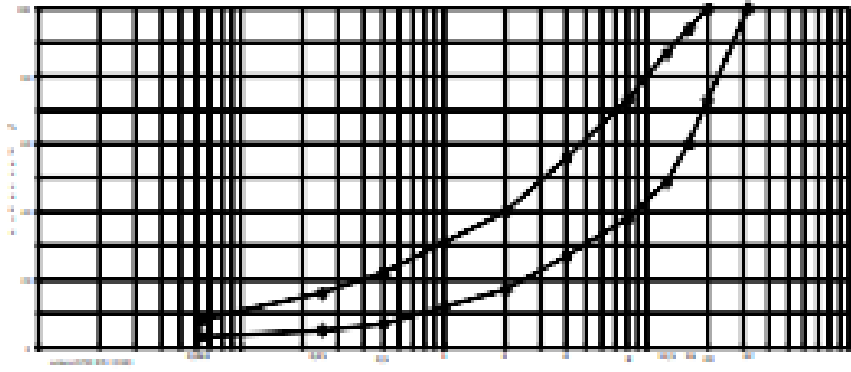
Strato	Spessore (cm)
Usura	4
Binder	6
Base	10
Fondazione (misto cementato)	15

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

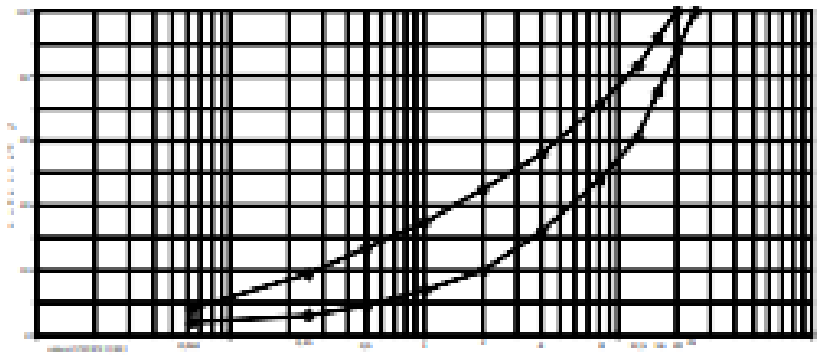
Conglomerato per strato di Base:

Aggregati	
<u>Materiale grosso (> 2 mm)</u> % Frantumato Los Angeles (UNI EN 1097-2)	≥ 70% ≤ 25%
<u>Materiale fino (< 2 mm)</u> % Frantumato Equivalente in sabbia (UNI EN 933-8)	≥ 70% ≥ 50%
Miscela ¹	

1 E' ammesso fino al 25% materiale fresato

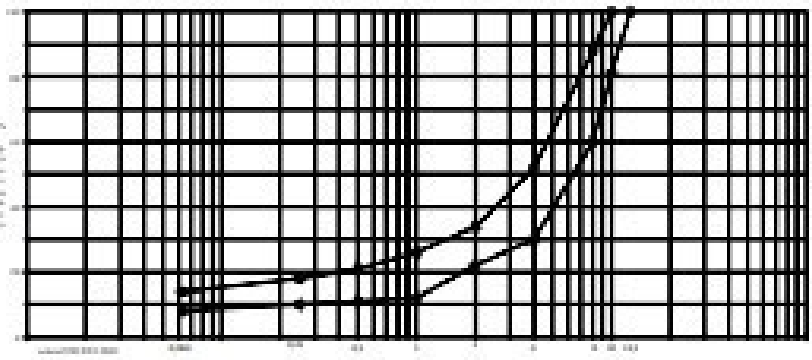
	<p>Fuso</p> <table border="1"> <tr><td>32</td><td>100</td></tr> <tr><td>20</td><td>73-100</td></tr> <tr><td>16</td><td>60-94</td></tr> <tr><td>12.5</td><td>49-87</td></tr> <tr><td>8</td><td>38-73</td></tr> <tr><td>4</td><td>27-56</td></tr> <tr><td>2</td><td>17-40</td></tr> <tr><td>1</td><td>12-31</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>7-22</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>5-16</td></tr> <tr><td>0.063</td><td>3-8</td></tr> </table> <p>% bitume: 3.4÷4.4</p>	32	100	20	73-100	16	60-94	12.5	49-87	8	38-73	4	27-56	2	17-40	1	12-31	0.50	7-22	0.25	5-16	0.063	3-8
32	100																						
20	73-100																						
16	60-94																						
12.5	49-87																						
8	38-73																						
4	27-56																						
2	17-40																						
1	12-31																						
0.50	7-22																						
0.25	5-16																						
0.063	3-8																						
<p>Conglomerato bituminoso</p> <p><u>Prova Marshall (UNI EN 12697-30)</u> Stabilità (UNI EN 12697-34) Rigidità Vuoti Residui (UNI EN 12697-8)</p> <p><u>Metodo volumetrico (UNI EN 12697-31)</u> Vuoti a N₁₀ (10 giri) Vuoti a N₁₀₀ (100 giri) Vuoti a N₁₈₀ (180 giri)</p>	<p>8 ÷ 12 KN 2.5 ÷ 4 KN/mm 3 ÷ 6 %</p> <p>10 ÷ 15 % 3 ÷ 5 % > 2 %</p>																						

Conglomerato per strato di Binder:

<p>Aggregati</p> <p><u>Materiale grosso (> 2 mm)</u> % Frantumato Los Angeles (UNI EN 1097-2)</p> <p><u>Materiale fino (< 2 mm)</u> % Frantumato Equivalente in sabbia (UNI EN 933-8)</p>	<p>100 % ≤ 25%</p> <p>100% ≥ 60%</p>																						
<p>Miscela²</p> 	<p>Fuso</p> <table border="1"> <tr><td>25</td><td>100</td></tr> <tr><td>20</td><td>88-100</td></tr> <tr><td>16</td><td>75-92</td></tr> <tr><td>12.5</td><td>61-83</td></tr> <tr><td>8</td><td>48-71</td></tr> <tr><td>4</td><td>32-56</td></tr> <tr><td>2</td><td>20-45</td></tr> <tr><td>1</td><td>14-35</td></tr> <tr><td>0.50</td><td>9-27</td></tr> <tr><td>0.25</td><td>6-19</td></tr> <tr><td>0.063</td><td>4-8</td></tr> </table> <p>% bitume: 4.0÷5.0</p>	25	100	20	88-100	16	75-92	12.5	61-83	8	48-71	4	32-56	2	20-45	1	14-35	0.50	9-27	0.25	6-19	0.063	4-8
25	100																						
20	88-100																						
16	75-92																						
12.5	61-83																						
8	48-71																						
4	32-56																						
2	20-45																						
1	14-35																						
0.50	9-27																						
0.25	6-19																						
0.063	4-8																						
<p>Conglomerato bituminoso</p> <p><u>Prova Marshall (UNI EN 12697-30)</u> Stabilità (UNI EN 12697-34) Rigidità</p>	<p>10 ÷ 16 KN 3 ÷ 5 KN/mm</p>																						

2E' ammesso fino al 15% materiale fresato

Conglomerato per strato di usura SMA:

Aggregati	
<u>Materiale grosso (> 2 mm)</u> % Frantumato Los Angeles (UNI EN 1097-2) Coefficiente di levigabilità (UNI EN 1097-8)	100 % ≤ 18% ≥ 0.45
<u>Materiale fino (< 2 mm)</u> % Frantumato Equivalente in sabbia (UNI EN 933-8)	100% ≥ 80%
Miscela	
	Fuso 12.5 100 10 81- 100 8 60- 88 4 30- 52 2 22- 34 1 16- 26 0.50 11-21 0.25 10-18 0.063 8-14 % bitume: 5.4÷7.0
Conglomerato bituminoso	
<u>Prova Marshall (UNI EN 12697-30)</u> Stabilità (UNI EN 12697-34) Rigidità Vuoti Residui (UNI EN 12697-8) Resistenza a Traz. Indiretta a 25°C (UNI EN 12697-23)	≥ 13kN 2.5 ÷ 4 kN/mm 1 ÷ 4 % ≥ 1 *10 ⁻³ GPa
<u>Metodo volumetrico (UNI EN 12697-31)</u> Vuoti a N ₁₀ (10 giri) Vuoti a N ₁₀₀ (130 giri) Vuoti a N ₂₀₀ (220 giri)	10 ÷ 12% 1 ÷ 4 % ≥ 1 %

Legante bituminoso:

	Base	Binder	Risagoma	SMA ³
Penetrazione (dmm) UNI EN 1426	50-70	50-70	50-70	45-55
Palla e anello (°C) UNI EN 1427	46-54	46-54	46-54	75-85
Frass (°C) UNI EN 12593	≤ -8	≤ -8	≤ -8	≤ -16
Ritorno elastico a 25°C (%) UNI EN 13398	NR	NR	NR	>95%

³Bitume modificato con polimeri

3.3 Pavimentazione dei marciapiedi

Sui marciapiedi si procederà alla rimozione di tutta la pavimentazione ed alla demolizione del relativo massetto.

Successivamente si provvederà al rifacimento del massetto integrato con rete elettrosaldata e al posizionamento di una nuova pavimentazione in basalto dello spessore di 10 cm, con la stessa orditura di quello già presente in prossimità della stazione della funicolare.

3.4 Realizzazione scivoli pedonali

È prevista la realizzazione di scivoli pedonali in corrispondenza delle interruzioni dei marciapiedi presso i varchi carrabili e/o pedonali ed in corrispondenza degli attraversamenti pedonali. Gli stessi verranno realizzati in opera, senza l'ausilio di pezzi speciali, ma mediante abbassamento delle quote dei marciapiedi fino al livello di quota stradale. In prossimità dei suddetti scivoli, inoltre, saranno messi in opera segnali tattili per non vedenti (L.O.G.E.S.). L'intervento, nella sua complessità, mira ad ottenere continuità nella percorrenza pedonale e, rientrando nell'ambito degli interventi tesi all'eliminazione delle barriere architettoniche, ad assicurare piena fruizione ed accessibilità ai portatori di handicap.

3.5 Segnaletica orizzontale

La segnaletica orizzontale sarà realizzata come quella preesistente, salvo diversa indicazione da concordare con il preposto servizio comunale.

Strisce longitudinali, scritte e zebature saranno realizzate mediante applicazione di vernice rifrangente premiscelata di colore bianco con aggiunta di microsfere di vetro, per ottenere la retro-riflessione della segnaletica nel momento in cui viene illuminata dai veicoli, in quantità pari a 0,2 kg/m².

Gli attraversamenti pedonali saranno, invece, realizzati mediante applicazione di bicomponente plastico applicato a freddo, di colore bianco, esente da solventi. Tale prodotto possiede un'elevata visibilità notturna anche in caso di pioggia, circostanza in cui si ottiene il massimo della rifrangenza. Si può applicare in due diversi modi, "rullato" o "gocciato", e, in entrambi i casi, risulta altamente antisdrucchiolo ed ad elevata

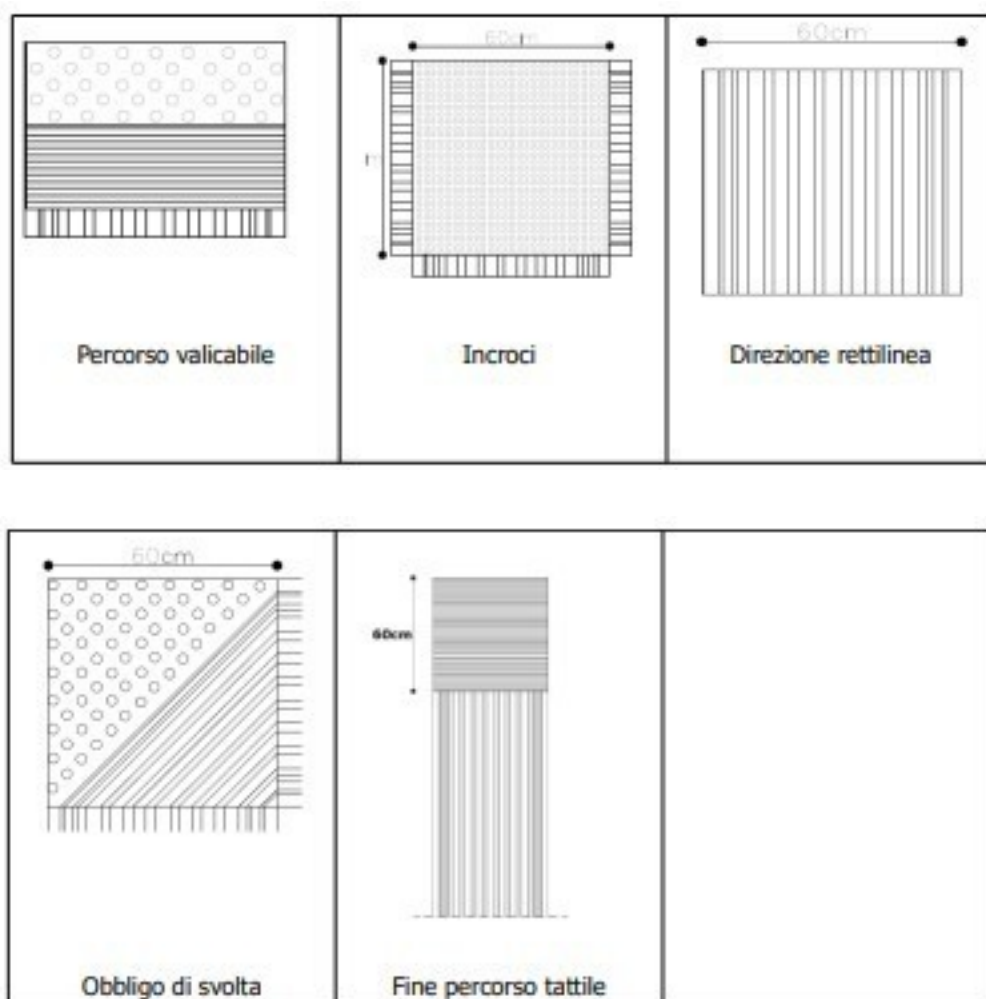
rifrangenza.

La finitura a "goccia" favorisce il deflusso delle acque garantendo il drenaggio di qualunque superficie. Inoltre, grazie allo spessore in rilievo, la segnaletica non è mai coperta dall'acqua a tutto vantaggio della sicurezza. Ha una notevole resistenza nel tempo, circa 3 anni, anche in condizioni di traffico intenso.

3.6 Pavimentazione tattile

Lungo i marciapiedi, in prossimità di attraversamenti o, quando necessario, in corrispondenza delle interruzioni dei marciapiedi, al fine di ottenere continuità nella percorrenza pedonale e, rientrando nell'ambito degli interventi tesi all'eliminazione delle barriere architettoniche, ad assicurare piena fruizione ed accessibilità ai portatori di handicap, oltre alla realizzazione di scivoli di collegamento, verranno posate pavimentazioni tattili secondo il sistema L.O.G.E.S.

Il sistema L.O.G.E.S. (Linea di Orientamento Guida e Sicurezza) è un sistema costituito da superfici dotate di rilievi studiati appositamente per essere percepiti sotto i piedi, ma anche visivamente, per consentire a non vedenti ed ipovedenti l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo.



4. Cronoprogramma

Per la realizzazione delle lavorazioni previste nel presente progetto sono stimati 418 (quattrocentodiciotto) giorni naturali e consecutivi, come dettagliato nella relativa tavola progettuale.

5. Quadro economico

I lavori di cui trattasi comportano una spesa complessiva di € 3.134.691,00 IVA e oneri inclusi, di cui € 2.129.758,06 per lavori appaltabili, come si evince dal seguente quadro economico:

QUADRO ECONOMICO				
Manutenzione straordinaria di via del parco regina Margherita				
Descrizione			Importo	
A1)	Lavori con esclusione degli oneri per la sicurezza e manodopera (A-A2)			€ 1.690.793,82
A2)	Totale costi Manodopera e Sicurezza non soggetti a ribasso (A2.1+A2.2)			€ 438.964,24
A2.1)	Costo della manodopera non soggetti a ribasso			€ 408.913,00
A2.2)	Oneri estrinseci sicurezza non soggetti a ribasso			€ 30.051,24
A)	IMPORTO TOTALE LAVORI (A1+A2)			€ 2.129.758,06
B1)	Accantonamento per imprevisti	9,00%		€ 191.678,23
B2)	Spostamento sottoservizi			€ -
B3)	Accantonamento per incentivi 2%	2,00%		€ 42.595,16
B4)	Contributo AVCP			€ 600,00
B5)	Oneri smaltimento rifiuti			€ 150.000,00
B6)	Lavori in economia			€ 13.900,00
B7)	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento e di verifica e validazione			€ 7.193,36
B7.1)	Contributo cassa	4,0%		€ 287,73
B8)	Assicurazione dipendenti			€ 2.994,63
B9)	Oneri per commissari di gara			€ 0,00
B10)	Spese di Pubblicità Gara			€ -
B11)	Accantonamento per accordi Bonari compreso Iva			€ 47.264,01
B12)	Totale IVA (B12.1+ B12.2+B12.3+B12.4+B12.5+B12.6)			€ 548.419,82
B12.1)	IVA Lavori	22,0%	€ 468.546,77	
B12.2)	IVA Accantonamento per imprevisti	22,0%	€ 42.169,21	
B12.3)	IVA Oneri smaltimento rifiuti	22,0%	€ 33.000,00	
B12.4)	IVA Lavori in Economia	22,0%	€ 3.058,00	
B12.5)	IVA Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione	22,0%	€ 1.645,84	
B12.6)	Iva spostamento sottoservizi	22,0%	€ -	
B)	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE (art. 178 D.P.R. 207/2010)			€ 1.004.932,94
TOTALE IMPORTO DI PROGETTO (A+B)				€ 3.134.691,00

Tali importi sono stati determinati attraverso la redazione di un computo metrico estimativo, applicando il prezzario dei lavori pubblici della Regione Campania, edizione 2023, in aggiunta a nuovi prezzi scaturenti da opportune analisi.

CENNI TEORICI

Metodo empirico

Il metodo empirico è proposto dal documento **AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES**. Il metodo si basa su considerazioni derivanti da test sperimentali eseguiti. Il principio generale del metodo è quello di misurare l'adeguatezza della pavimentazione stradale in termini di numero di veicoli (assi standard da 82 kN) che una pavimentazione stradale può sopportare, mantenendo la funzionalità desiderata, per un certo numero di anni (fissato come dato di progetto e pari, nella maggior parte dei casi, alla vita utile della strada).

Tali assi devono essere confrontati con il **traffico commerciale** (veicoli con carico per asse o set di assi superiore a 10 kN) che si stima passerà durante la **vita utile** della pavimentazione sulla corsia più carica (si dimensiona la corsia più carica, non essendo il traffico pesante equiripartito tra le corsie). Poiché il traffico commerciale che transita su strada è costituito da veicoli che si differenziano per numero di assi, carico per asse e tipologia di asse (singolo, tandem e tridem) è necessario determinare il **numero di assi standard equivalenti**, ovvero il numero di assi standard che determinano lo stesso danno alla pavimentazione provocato dai veicoli reali, o meglio dagli assi dei veicoli reali.

Per determinare il numero di assi standard che transiteranno, nel metodo AASHTO, è necessario stabilire preliminarmente i **coefficienti di equivalenza** tra ciascun asse reale e quello standard. Tali coefficienti sono funzione di alcuni parametri, **quali caratteristiche meccaniche dei materiali, spessori degli strati, grado di ammaloramento finale** (per quanto riguarda la pavimentazione), **carico per asse e tipologia di asse** (per quanto riguarda gli assi stessi).

Noti i coefficienti di equivalenza di ciascun asse dei veicoli che compongono il traffico reale, bisogna determinare il **coefficiente di equivalenza medio**, che è funzione della composizione del traffico sulla strada in esame (ovvero dello spettro di traffico, cioè della frequenza relativa dei vari tipi di veicoli).

Infine, per determinare il numero di assi equivalenti che transiteranno sulla corsia più carica basta moltiplicare il coefficiente di equivalenza medio per il **numero di veicoli commerciali** che si stima transiteranno durante la vita utile della pavimentazione sulla corsia più carica.

Per ottenere il numero di veicoli commerciali che transiteranno sulla corsia più carica della pavimentazione durante la vita utile, bisogna conoscere il **TGM** (Traffico Medio Giornaliero), **la percentuale di veicoli pesanti (%)**, **la suddivisione del traffico pesante tra le corsie (%)**, **il tasso di incremento annuo del traffico (%)**.

Molto utili in fase di predimensionamento risultano essere i cataloghi delle pavimentazioni, che propongono una serie di soluzioni preordinate in funzione dell'entità del traffico, dei sottofondi, della tipologia di sovrastruttura e strada. In Italia è stato redatto dal CNR il “Catalogo Italiano delle Pavimentazioni Stradali” BU 168/95.

Traffico di progetto

La misura dell'adeguatezza della pavimentazione stradale è data dalla seguente espressione:

$$FS = \frac{N_{8.2,lim}}{N_{8.2calc}} \quad (1)$$

Dove $N_{8.2,lim}$ è il numero di assi standard (da 82 kN) che la strada è in grado di sopportare nella vita sua utile, mentre $N_{8.2,Calc}$ è il numero di assi standard (da 82 kN) che transitano effettivamente sulla strada di progetto. Il calcolo di $N_{8.2,lim}$ avviene secondo la seguente formula:

$$\text{Log}(N_{8.2,lim}) = a + b + 2.32 \cdot \text{Log}(Mr) - 8.07 \quad (2)$$

Dove:

$$a = Z_r \cdot S_0 + 9.36 \cdot (\text{Log}(SN) + 1) \quad (3)$$

$$b = -0.20 + \frac{\text{Log}\left(\frac{PSI_{Fin} - PSI_{In}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} \quad (4)$$

Nelle formule (2), (3) e (4) il significato dei vari simboli è il seguente:

- **Z_r** : è un termine collegato all'affidabilità R in funzione della quale si desidera condurre la verifica (o la progettazione) di adeguatezza;
- **S_0** : è un termine statistico che misura la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione. **S_0** assume valori compresi tra 0.4 e 0.5. Valori maggiori indicano maggiori probabili errori nella stima dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione;
- **SN** : è lo Structural Number (indice di spessore) in inch (pollici);
- **PSI_{Fin}** è l'indice di prestazione della strada alla fine della vita utile (variabile normalmente da 2 a 2,5)
- **PSI_{In}** è l'indice di prestazione della strada all'inizio della vita utile (variabile normalmente da 4 a 5);
- **M_r** è il modulo resiliente del sottofondo stradale, espresso in psi (pound square inch);

Affidabilità

Nel metodo dell'AASHTO l'affidabilità **R** (reliability) viene introdotta attraverso i coefficienti **S_0** e **Z_R** .

S_0 è la deviazione standard che tiene conto dell'errore che si commette nelle previsioni dei volumi di traffico e delle prestazioni della pavimentazione; per le pavimentazioni flessibili, ed

assume un valore compreso tra 0,40 e 0,50 quando si tiene conto dell'errore che si commette sia sul traffico sia sulla prestazione prevista per una data pavimentazione.

Z_R invece è il valore della variabile standardizzata legata all'affidabilità R (che è la probabilità che il numero di ripetizioni di carico NT(max) che portano il valore **PSI = PSIFIN** sia maggiore o uguale al numero di ripetizioni NT realmente applicati alla sovrastruttura). Affermare che **R=95%** significa che in 95 casi su cento le previsioni di progetto (traffico, prestazione pavimentazione) consentono di raggiungere la prefissata vita utile. Viceversa nel 5% dei casi ciò non si verifica. Per ciascun valore di R esiste un ben determinato valore di deviazione standard ridotta **Z_R** secondo la seguente tabella:

Tabella I. – Correlazione tra Z red R

R (%)	Z _r (-)
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Assegnata quindi l'affidabilità R è possibile ricavare, dalla tabella precedente, il valore del coefficiente **Z_r** associate. Nel caso in cui il valore di R di progetto sia compreso tra due valori noti in tabella allora si deve procedere mediante interpolazione tra i suddetti valori.

Structural Number

Nel metodo AASHTO lo “structural number” SN è un parametro che tiene conto della “resistenza strutturale” della pavimentazione. Esso è funzione degli spessori degli strati H_i , della “resistenza” dei materiali impiegati rappresentata, attraverso i “coefficienti strutturali di strato” a_i , e della loro sensibilità all’acqua rappresentata attraverso i “coefficienti di drenaggio” d_i .

L'espressione analitica dello structural number è:

$$SN = \sum_{i=1}^{n5} a_i \cdot m_i \cdot s_i \quad (5)$$

Dove ad ogni strato della pavimentazione di progetto, di spessore s_i ed espresso in pollici [inch], viene assegnato un coefficiente di struttura (a_i) espresso in [inch-1], che rappresenta il contributo dello strato alla prestazione complessiva della pavimentazione ed fattore per considerare gli effetti del drenaggio (m_i) adimensionale.

I coefficienti di drenaggio m_i sono usati per modificare il valore del coefficiente di struttura a_i di ogni strato non stabilizzato al di sopra del sottofondo in una pavimentazione flessibile. Gli strati in conglomerato bituminoso non sono influenzati da un eventuale cattivo drenaggio dello strato o dal tempo in cui si trova in condizioni di saturazione. In questi casi il coefficiente di drenaggio vale comunque 1. Per gli altri strati i coefficienti di drenaggio sono determinati considerando la qualità del drenaggio e il tempo, in percentuale, che la pavimentazione è esposta a livelli di umidità vicino alla saturazione. L'effetto di un efficiente drenaggio è quello di fornire valori più elevati di SN e, pertanto, si traduce in una riduzione delle fessurazioni, delle ormaie e delle irregolarità della superficie stradale.

I coefficienti di struttura a_i esprimono la capacità relativa dei materiali impiegati nei vari strati della pavimentazione a contribuire come componenti strutturali alla funzionalità della sovrastruttura. Tali coefficienti sono funzione del tipo e proprietà del materiale. Nello specifico i coefficienti strutturali relativi agli strati di usura (a_1) e di base (a_3) si ricavano direttamente dai monogrammi presenti sull'AASHTO GUIDE in funzione della stabilità Marshall scelta per i rispettivi strati (si considera per la stabilità Marshall a 75 colpi). Il valore del coefficiente relativo allo strato di collegamento (a_2) si ricava per interpolazione lineare dei parametri a_1 e a_3 , ricavati sempre dall'ASSHTO GUIDE però con il valore della stabilità Marshall relativa allo strato di collegamento, con le rispettive quote, in quanto negli Stati Uniti non è previsto tale strato.

Infine il coefficiente relativo allo strato di fondazione a_4 in misto granulare si ricava sempre dall’AASHTO GUIDE in funzione del **CBR** della fondazione.

Il calcolo di Mr

La valutazione di **SN** può essere condotta indirettamente attraverso le correlazioni con altri parametri che descrivono le caratteristiche strutturali delle sovrastrutture. Tra questi un legame particolarmente utile risulta quello tra **CBR** e il modulo resiliente del sottofondo **Mr**. Il parametro **Mr** può essere definito direttamente come parametro di input per i calcoli. Lo stesso coefficiente può anche essere calcolato a partire dal **CBR** del sottofondo a partire dalla seguente relazione:

$$Mr = 100 \cdot CBR \quad (6)$$

dove:

Mr = modulo resiliente del sottofondo in MPa

CBR = indice di portanza CBR (California Bearing Ratio) [%] - Rappresenta una misura della capacità portante del sottofondo.

L'applicazione della formula (6) richiede che **CBR** sia definito in % (es. 50 se 50%) ed **Mr** risultante sarà in kg/cm².

Traffico transitante

Il dato di partenza per il dimensionamento è il traffico giornaliero medio **TGM**, che transita o si presume transiterà nell'infrastruttura nel primo anno di vita utile. Questo dovrà essere corretto considerando i seguenti fattori:

- 1.L'evoluzione del traffico nel corso degli anni (**r**). È alquanto difficile poter prevederne l'esatta evoluzione, in genere si assiste a tassi di crescita maggiori nei primi anni di vita tassi che poi si riducono nel tempo. In mancanza di dati più precisi si può assumere un tasso compreso tra il 2%-3% nel primo periodo di vita utile, 1 – 2% nel medio periodo di vita utile e 1% nell'ultima parte;
- 2.La distribuzione del traffico per senso di marcia (**pd**). In genere si può assumere che il **TGM** si suddivida equamente nelle due direzioni;
- 3.La percentuale di veicoli commerciali (**p**);
- 4.La percentuale di traffico commerciale che transita nella corsia lenta (**pl**);
- 5.La dispersione delle traiettorie (**d**). La traiettoria seguita dalle ruote, come già accennato, non è sempre la stessa, ma si disperde nell'intorno di un valore medio. Si tiene conto di ciò riducendo (in genere) del 20%, il **TGM**;
- 6.La distribuzione dei carichi del traffico commerciale. I veicoli che lo compongono non hanno gli stessi carichi per asse determinando livelli di sollecitazione differenti. Per omogeneizzare i risultati si ricorre al concetto di asse equivalente considerando che la progressione del danno prodotto varia in modo esponenziale con il carico stesso. Nella fattispecie e prassi assumere come coefficiente di equivalenza l'espressione **Ceq** = $(x/y)^4$ dove **x** è il peso dell'asse in esame ed **y** il peso dell'asse equivalente standard (8,2 ton);
- 7.Il numero medio degli assi di un generico veicolo commerciale (**na**). Questo è compreso tra 2 e 5. Se si tiene conto della distribuzione delle differenti classi di veicoli commerciali, si può assumere un valore compreso tra 2.25 e 2.7.

Il numero N ($N_{8.2,Calc}$) di assi cumulati equivalenti alla fine della vita utile della pavimentazione potrà determinarsi moltiplicando il TGM per i parametri suddetti:

$$N_{8.2,Calc} = vgpa \cdot C_{eq} \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad (7)$$

Dove:

$$vgpa = TGM \cdot p_c \cdot p_{sm} \cdot p_{cor} \cdot 365 \quad (8)$$

Nelle precedenti formule i simboli assumono il seguente significato:

- **vgpa**: Numero totale di veicoli transitanti sulla corsia di progetto nel primo anno di vita della strada;
- **TGM**: è il traffico giornaliero medio sulla strada oggetto di progetto (espresso in veicoli per giorno);
- **pc**: percentuale di veicoli commerciali transitanti sulla strada;
- **psm**: percentuale di veicoli transitanti sulla strada di progetto nel senso di marcia della corsia oggetto di progetto;
- **pcor**: percentuali di veicoli transitanti sulla corsia di progetto;
- **Ceq**: Coefficiente che consente di convertire i veicoli totali transitanti sulla corsia di progetto in assi standard da 82 kN;
- **r**: tasso annuale di crescita del traffico sulla strada oggetto di progetto.

Calcolo di Ceq

Il coefficiente C_{eq} tiene conto del fatto che non tutti i veicoli commerciali che transitano sulla strada hanno asse standard pari a 82 kN. La normativa infatti individua le seguenti tipologie di veicoli commerciali:

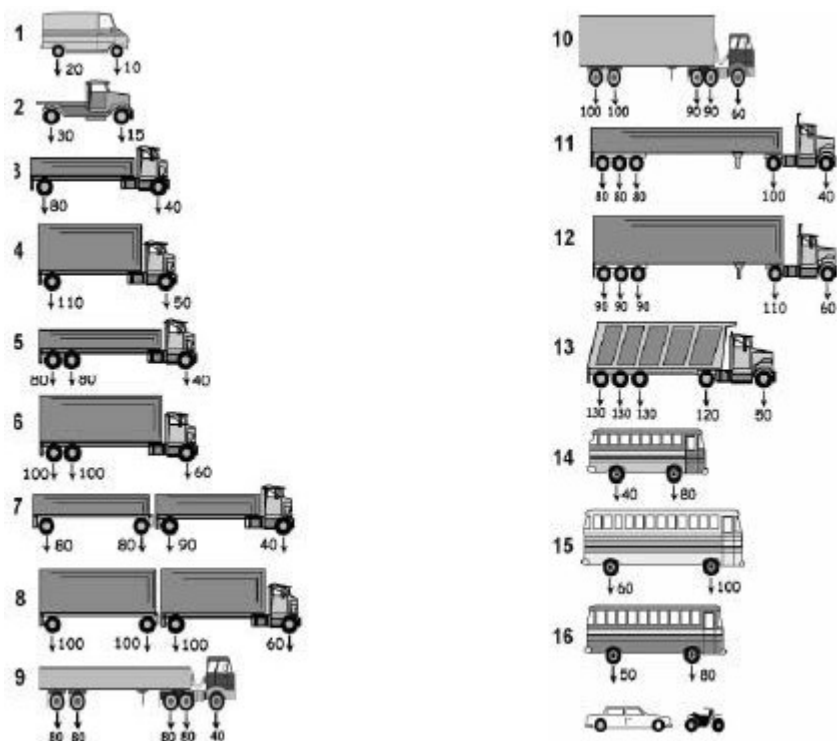


Figura 1 – Tipologie di veicoli previste nel catalogo delle pavimentazioni.

Come è possibile osservare dalla precedente figura gli assi dei veicoli commerciali razionalmente prevedibili per un calcolo di progetto e/o di verifica di una pavimentazione stradale hanno valore sensibilmente diverso da 82 kN (circa pari a 8.2 tonnellate).

Il coefficiente C_{eq} tiene altresì conto del come il numero totale di veicoli viene distribuito tra i veicoli afferenti alle diverse tipologie (in generale 16) di veicoli che possono transitare sulla strada di progetto.

Quest'ultimo passaggio è possibile attraverso lo spettro di traffico che associa ad ogni tipologia di strada la percentuale di veicoli transitanti ed appartenenti alle diverse tipologie di veicoli. Lo spettro di traffico è rappresentato nella seguente tabella:

Tabella II. – Spettro di traffico per le tipologie di veicoli da 1 a 8

Tipo Strada	1	2	3	4	5	6	7	8
1	12.2	0	24.4	14.6	2.4	12.2	2.4	4.9
2	18.2	18.2	16.5	0	0	0	0	0
3	0	13.10	39.5	10.5	7.9	2.6	2.6	2.5
4	0	0	58.8	29.4	0	5.9	0	2.8
5	24.5	0	40.8	16.3	0	4.15	0	2
6	18.2	18.2	16.5	0	0	0	0	0
7	80	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella III. – Spettro di traffico per le tipologie di veicoli da 9 a 16

Tipo Strada	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2.4	4.9	2.4	4.9	0.1	0	0	12.2
2	0	0	0	0	1.6	18.2	27.3	0
3	2.6	2.5	2.6	2.6	0.5	0	0	10.5
4	0	0	0	0	0.2	0	0	2.9
5	0	0	0	0	0.05	0	0	12.2
6	0	0	0	0	1.6	18.2	27.3	0
7	0	0	0	0	0	20	0	0
8	0	0	0	0	0	47	53	0

I valori riportati nelle tabelle precedenti sono in %. Il calcolo di C_{eq} avviene applicando la seguente formula:

$$C_{eq} = \sum_{i=1}^{ntv} \sum_{j=1}^{nav(i)} \left(\frac{V_{aj}}{82kN} \right)^4 \cdot \frac{ST_i^{ts}}{100}$$

Nella precedente equazione i simboli assumono il seguente significato:

- **ntv**: E' il numero di tipologie di veicoli commerciali (16 in questo caso);
- **nav(i)**: è il numero di assi che compone la tipologia di veicolo i-simo
- **STi^{TS}**: E' la percentuale associata al veicolo i-simo desunta dallo spettro di traffico (cfr. Tabella II e Tabella III).

Verifica

Il metodo empirico di AASHTO si conclude verificando che il numero di passaggi di assi standard N ($N_{8.2,Calc}$), risulti inferiore al numero massimo di passaggi di assi standard sopportabili dalla pavimentazione ($N_{8.2,Lim}$).

DATI

Dati generali

Tipologia	Strada urbana di quartiere e locale	
Vita utile		30 anni
Indice di servizio iniziale		4,2
Indice di servizio finale		2,5
Affidabilità		90

Traffico di progetto

Numero medio giornaliero di veicoli transitanti sulla strada	16800 nr/gg
Tasso di crescita annuale	2
Veicoli commerciali	5 %
Traffico afferente al senso di marcia	50 %
Veicoli commerciali su corsia di progetto	50 %
Coefficiente dispersione traiettorie	0,8
Deviazione standard	0,45

Caratteristiche geomeccaniche del sottofondo

California Bearing Ratio	9 %
Costante di sottofondo	20 kg/cm ³

Sollecitazioni meccaniche

Diametro impronta di calcolo pneumatici (supposta circolare)	80 cm
Pressione di gonfiaggio pneumatici	8 kg/cm ²

Metodo di calcolo: Empirico (AASHTO)

STRATIGRAFIA

Usura

Spessore	4 cm
Coeff. strutturale	0,42
Coeff. di drenaggio	1
Modulo elastico	2045000 kg/cm ²
Coeff. di conversione del modulo elastico in modulo di reazione	76 cm

Collegamento

Spessore	6 cm
Coeff. strutturale	0,4
Coeff. di drenaggio	1
Modulo elastico	473,5 kg/cm ²
Coeff. di conversione del modulo elastico in modulo di reazione	50 cm

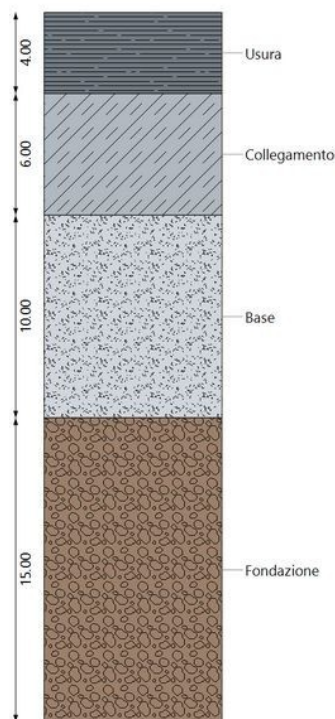
Base

Spessore	10 cm
Coeff. strutturale	0,3
Coeff. di drenaggio	1

Modulo elastico	4000000000000 kg/cm ²
Coeff. di conversione del modulo elastico in modulo di reazione	50 cm

Fondazione

Spessore	15 cm
Coeff. strutturale	0,18
Coeff. di drenaggio	1
Modulo elastico	4000000000000 kg/cm ²
Coeff. di conversione del modulo elastico in modulo di reazione	50 cm



RISULTATI

Verifica di adeguatezza

Numero di assi standard da 8.2 ton transitanti	486388,67
Numero di assi standard da 8.2 ton limite	6532157,81
Coefficiente di equivalenza ¹	0,2
Parametro di distribuzione statistica	-1,28
Structural number	3,85
Differenza tra gli indici di prestazione allo stato finale ed iniziale	1,7
Modulo resiliente espresso in PSI	12807,74
Fattore di sicurezza ²	13,43
Condizione di verifica	Verificata

¹Converte gli assi non standard in assi standard da 82 kN

²Misura dell'adeguatezza della sovrastruttura stradale

Indice

Teoria	.1
Dati	.10
Dati generali	.10
Traffico di progetto	.10
Caratteristiche geomeccaniche del sottofondo	.10
Sollecitazioni meccaniche	.10
Metodo di calcolo	.10
Stratigrafia	.10
Usura	.10
Collegamento	.10
Base	.10
Fondazione	.11
Sezione	.11

Risultati	.12
Verifica di adeguatezza	.12
Indice	.13

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DI VIA DEL PARCO REGINA MARGHERITA

1. PAVIMENTAZIONE DI PROGETTO IN PIETRA

Per il progetto di Manutenzione straordinaria di via del Parco Regina Margherita si prevede nel tratto compreso tra la stazione della Funicolare e corso Vittorio Emanuele di sostituire l'attuale pavimentazione in cubetti di porfido con conglomerato bituminoso di tipo pregiato; nel tratto compreso tra Piazza Amedeo e la stazione della Funicolare si è deciso, invece, di mantenere la pavimentazione in cubetti di porfido.

Le pavimentazioni realizzate in pietra hanno un riconosciuto pregio estetico ed un elevato valore storico, anche oggetto di tutela.

La strada è classificata come una viabilità da medio-alto traffico caratterizzata da un numero di assi equivalenti W18 da 8,2 tonnellate transistanti nella vita utile, pari a 30 anni, è stimato pari a 6'000'000.

In particolare, in base al livello di ammaloramento esistente e del livello di traffico della strada, si prevede una pavimentazione così costituita:

- Strato di usura in cubetti di pietra di spessore pari a 10 cm con apparecchiatura ad archi contrastanti;
- Strato di allettamento in sabbia di spessore pari a 5 cm;
- Strato di fondazione in calcestruzzo debolmente armato di spessore pari a 15 cm.

La letteratura offre pochi riferimenti sui criteri e sulle modalità di progettazione e di costruzione delle pavimentazioni stradali in pietra. In particolare, per quanto riguarda i metodi di dimensionamento, mancano codici ai quali fare riferimento e ci si affida quasi esclusivamente alla tradizione e all'esperienza accumulata in questo settore.

Il calcolo strutturale delle pavimentazioni in pietra, secondo un approccio rigoroso, non può essere ricondotto a quello delle pavimentazioni tradizionali flessibili, semirigide e rigide perché la conformazione dello strato superiore, la presenza in esso di giunti di separazione ravvicinati e le difficoltà connesse alla quantificazione delle forze trasferite fra cubetti contigui, sono elementi che impongono un approccio teorico originale.

A tal fine la pavimentazione in pietra deve essere schematizzata con una serie di elementi rigidi immersi in un materiale più deformabile. In particolare, riguardo all'interconnessione tra il cubetto ed i materiali al contorno, è necessario tener conto di molti fattori, tra i quali lo spessore dei cubetti, le caratteristiche dei giunti, lo spessore e le proprietà del materiale di allettamento, le caratteristiche degli strati sottostanti e la capacità portante del piano di sottofondo.

Pertanto, nel nostro caso, si è fatto ricorso a n. 2 studi presenti in letteratura (1 - Le pavimentazioni stradali in pietra - Prof. Ing. Sandro Colagrande - Docente di "Costruzioni di strade, ferrovie e aeroporti" Università Dell'Aquila / 2 - Aspetti progettuali e ambientali delle pavimentazioni ad elementi - Matteo Pizzoli - Università degli Studi di Bologna), ai quali si rimanda ad ogni buon fine, convergenti su risultati analoghi, utilizzando un metodo basato sull'analisi agli elementi finiti.

Entrambi gli studi propongono un catalogo di pavimentazioni stradali in cubetti di pietra, al fine di fornire un valido e concreto ausilio ai tecnici del settore nel dimensionamento di tali pavimentazioni; le schede del catalogo forniscono, per determinate condizioni di carico, gli spessori dei vari strati della sovrastruttura che hanno determinato stati tenso-deformativi inferiori a quelli ritenuti ammissibili e tali da garantire una vita utile alle pavimentazioni di lunga durata.

2. METODO DI CALCOLO

La sovrastruttura è stata verificata, negli studi sopra richiamati, con il metodo degli elementi finiti (FEM); tale approccio progettuale consente di definire, per determinate condizioni di carico e diversi materiali, gli spessori dei vari strati della sovrastruttura che determinano stati tenso-deformativi inferiori a quelli ritenuti ammissibili e tali da garantire una vita utile delle pavimentazioni di almeno venti/trenta anni.

In particolare, dalla campagna di simulazione mediante analisi FEM condotta dal Prof. Ing. Sandro Colagrande, dove state considerate diverse combinazioni, ottenute variando gli spessori degli strati della sovrastruttura, è risultato che, sia dal punto di vista funzionale che strutturale, i cubetti in porfido rappresentano la tipologia di rivestimento in pietra che meglio si presta al fine della realizzazione di pavimentazioni stradali in cubetti di pietra. Infatti grazie alla loro elevata resistenza a compressione e flessione consentono, con elementi di soli 8 cm di altezza, di avere spessori per gli strati di base e di fondazione uguali e in alcuni casi anche inferiori a quelli che si riscontrano con l'uso di elementi in calcare di 12 cm di altezza. Inoltre l'alto contenuto di silice consente loro di avere un'elevata resistenza agli agenti esterni, permettendo alla superficie esposta di rimanere

scabra e antisdrucciolevole pur in presenza di acqua, garantendo così una maggior sicurezza, nel tempo, sia al traffico veicolare che pedonale.

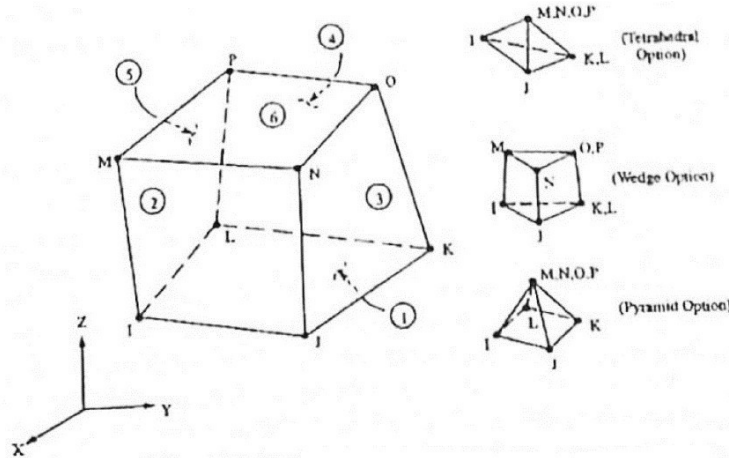
Il catalogo, più precisamente, considera tre soluzioni di sovrastrutture caratterizzate da: a) strato di fondazione in misto granulare; b) strato di base in misto cementato; c) strato di fondazione con lastra in calcestruzzo. La prima soluzione risulta essere quella più classica mentre le altre due riguardano sovrastrutture più rigide capaci di garantire una maggiore durata nel tempo con spessori inferiori.

Le verifiche progettuali del catalogo, per ciascun tipo di sovrastruttura, sono effettuate considerando condizioni di carico tipiche del traffico urbano (autobus) applicate in due modi (carico disposto al centro oppure sul bordo della pavimentazione) e tre tipi di capacità portante del terreno di sottofondo (scarsa, media e buona). Per quanto riguarda la natura del rivestimento in pietra sono considerati cubetti in porfido di dimensioni 10 cm. Inoltre, si considera l'apparecchiatura (disposizione geometrica dei cubetti) ad archi contrastanti che comunemente viene adottata per questi tipi di pavimentazioni stradali nei centri storici e nei borghi antichi di elevato pregio. Infine, è previsto, come è di consuetudine, uno strato di sabbia di allettamento, dello spessore di 5 cm, interposto tra i cubetti di pietra e lo strato di fondazione o di base.

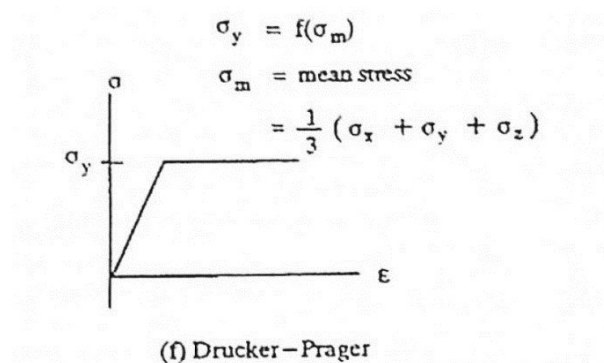
Il calcolo strutturale delle pavimentazioni in pietra, secondo un approccio rigoroso, non può essere ricondotto a quello delle pavimentazioni tradizionali flessibili, semirigide e rigide perché la conformazione dello strato superiore, la presenza in esso di giunti di separazione ravvicinati, oltre alle difficoltà connesse con la quantificazione delle forze trasferite fra cubetti contigui, sono elementi che impongono un approccio teorico originale. A tal fine la pavimentazione in pietra deve essere schematizzata con una serie di elementi rigidi immersi in un materiale più deformabile. In particolare, a riguardo dell'interconnessione tra il cubetto ed i materiali al contorno, è necessario tener conto di molti fattori, tra i quali lo spessore dei cubetti, le caratteristiche dei giunti, lo spessore e le proprietà del materiale di allettamento, le caratteristiche degli strati sottostanti e la capacità portante del piano di sottofondo. Il catalogo, pertanto, utilizza un metodo basato su un'analisi agli elementi finiti in analogia alle pavimentazioni stradali in masselli di calcestruzzo, essendo tali pavimentazioni molto simili a quelle in cubetti di pietra.

Il modello FEM tridimensionale, generato con una procedura automatica, è costituito da una porzione di multistrato di pavimentazione in pietra di dimensioni 1,50x 1,50 m in pianta, con altezza pari alla somma degli spessori dei singoli strati costituenti il pacchetto più uno spessore di 1.50 m rappresentante il sottofondo. La mesh è realizzata su piani paralleli, tenendo conto delle caratteristiche dei materiali impiegati. La discretizzazione del continuo è stata realizzata tramite elementi 3D di tipo solid e costituiti da 8 nodi con 6 gradi di libertà per nodo. Tali elementi possono essere orientati in qualunque modo nello spazio e possono assumere, all'occorrenza,

forma tetraedrica, piramidale e prismatica, adattandosi sia ad analisi in campo lineare che in campo non lineare.



Per quanto riguarda la caratterizzazione dei materiali impiegati la sabbia di sigillatura dei giunti (larghezza considerata di 0.5 cm) e dello strato di allettamento (spessore considerato di 5 cm) è assunto un legame costitutivo non lineare di tipo elastico perfettamente plastico, adottando il modello di Drucker-Prager.



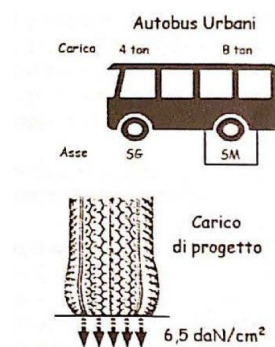
Il modello è particolarmente adatto ai materiali granulari e funzione essenzialmente della coesione, dell'angolo di attrito interno e dell'angolo di dilatanza. Si precisa che i giunti sono, in prossimità della superficie, in minima parte sigillati con boiacca cementizia o mastice di bitume; questi materiali hanno la sola funzione di evitare il dilavamento della sabbia di riempimento del giunto e non partecipano come componente strutturale dell'ultimo strato, dove si considera, appunto, la sola presenza della sabbia.

Per i materiali costituenti gli altri strati della pavimentazione è assunto un comportamento elastico lineare, fornendo i rispettivi moduli elastici e coefficienti di Poisson, nonché il corrispondente peso per unità di volume.

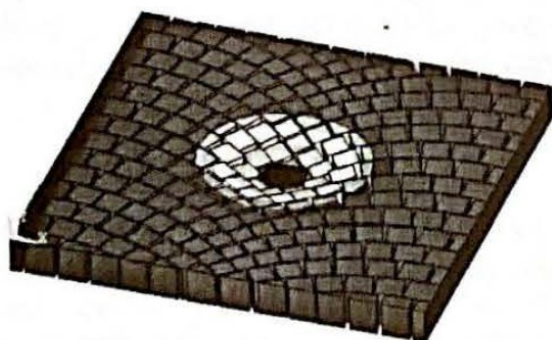
Il modello tiene conto del tipo di apparecchiatura della pavimentazione. Il tipo di apparecchiatura considerata è quella ad archi contrastanti.

Per quanto riguarda le condizioni al contorno assunte nella discretizzazione, il modello, lungo il lato – e per tutta l'altezza del multistrato – vincola gli spostamenti dei nodi nella direzione del lato mentre sono lasciati liberi nelle altre due direzioni e le rotazioni per simulare l'effetto di confinamento dovuto alla continuità della pavimentazione. Tale confinamento ha la principale funzione di evitare il distacco tra i cubetti e, di conseguenza, la perdita dell'attrito che si genera tra la sabbia nei giunti ed i cubetti stessi. Su di un lato, inoltre, per simulare l'effetto di confinamento laterale dovuto ai cordoli in pietra o muri di fabbricati posizionati a margine della strada sono stati bloccati tutti i vincoli a meno delle rotazioni e degli spostamenti verticali. Infine, ai nodi posti sul fondo del multistrato, il modello impedisce tutte le traslazioni e le rotazioni possibili.

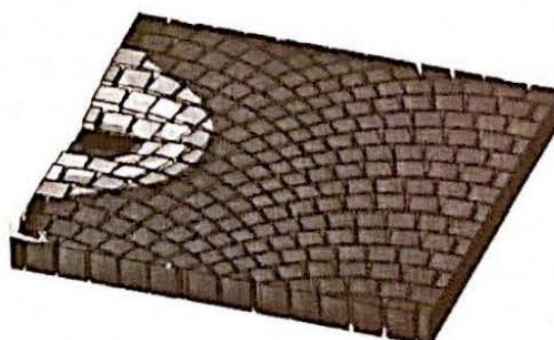
Il catalogo considera una composizione del traffico tipica delle strade urbane di quartiere e locali che corrisponde ad una percentuale dell'80% di autocarri leggeri (veicoli di tipo 1) ed una del 20% di autobus urbani (veicoli di tipo I4), rispetto al totale dei mezzi commerciali circolanti. Ai fini del dimensionamento viene considerato l'autobus essendo il veicolo più sollecitante. In particolare, esso è composto da due assi: quello anteriore del peso complessivo di 40 kN e quello posteriore (SM) del peso complessivo di 80 kN.



In corrispondenza dell'asse più caricato SM, si ha un carico verticale di progetto pari a 6.5 daN/cm², uniformemente distribuito su una circonferenza di 14 cm di raggio, nell'ipotesi di forma circolare della superficie di impronta del singolo pneumatico posto su ogni lato del mezzo. Le elaborazioni sono eseguite considerando due condizioni di carico: disposto al centro e sul bordo della piastra.



a) Carico disposto al centro



b) Carico disposto sul bordo

Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali le analisi sono eseguite considerando i seguenti valori di letteratura.

Materiali	Modulo di elasticità (Pa)	Coefficiente di Poisson	Peso x unità di Volume (kg/m ³)
Porfido	5,839 E10	0,2	2555
Calcare	3,923 E10	0,2	2500
Lava Leucitica	4,688 E10	0,2	2752
Sabbia	9,807 E06	0,3	1600
Misto granulare	1,961 E08	0,3	1700
Misto cementato	2,452 E09	0,25	2000
Calcestruzzo	3,000 E10	0,2	2400
Terreno con portanza scarsa	2,942 E07	0,4	1600
Terreno con portanza media	8,826 E07	0,4	1600
Terreno con portanza buona	1,471 E08	0,4	1600

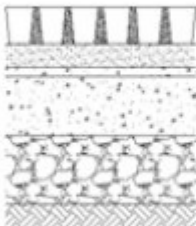
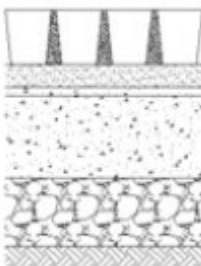
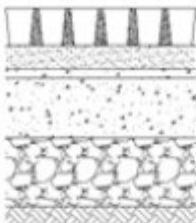
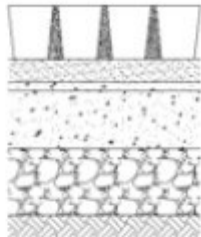
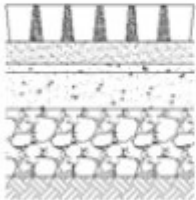
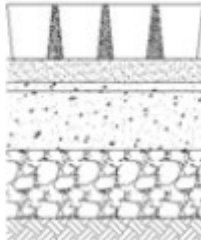



Si precisa che per la sabbia è stata considerata una coesione pari a 0 Pa, un angolo di attrito interno pari a 27° e un angolo di dilatanza pari a 0°. Quest'ultimo è stato assunto, un'analisi di sensibilità, uguale a 0° pur trattandosi di materiale non sciolto.

Sulla scorta del modello descritto è stato valutato lo stato tenso-deformativo. A causa della particolare configurazione a gradini che assume la superficie della pavimentazione in cubetti di pietra quando si origina l'ormaiamento, occorre limitare al massimo le possibili deformazioni permanenti che la pavimentazione può subire sotto carico. Tale disposizione, infatti, rispetto alle ormaie presenti su altri tipi di pavimentazioni, comporta una serie di inconvenienti di cui alcuni assolutamente da non trascurare come quelli di seguito riportati:

1. aumento della rumorosità della pavimentazione dovuta alle sconnessioni tra i cubetti;
2. riduzione del confort di guida a causa dell'aumento della rumorosità interna all'abitacolo e dell'aumento delle vibrazioni;
3. irregolarità particolarmente fastidiose per i cicli e i motocicli, molto utilizzati in ambito urbano;

4. possibili cedimenti differenziali degli spigoli dei cubetti e conseguente perdita di regolarità della pavimentazione, con ripercussioni sulla sicurezza del traffico pedonale che, soprattutto nei centri storici, si alterna frequentemente a quello dei veicoli;
5. formazione di pozze d'acqua in caso di pioggia;
6. possibilità che i cubetti si tocchino, soprattutto in corrispondenza degli spigoli, e che si rompano, con la conseguente perdita di autobloccanza per effetto della mancanza di continuità nella trasmissione delle sollecitazioni taglienti attraverso i giunti in sabbia;
7. riduzione della valenza estetica della pavimentazione.

Sulla base di queste considerazioni il cedimento massimo in superficie (u_{zamm}), in condizioni statiche, è posto pari a 2 mm e quello massimo sul piano di sottofondo ($u_{zamm,s}$) pari a 0.5 mm.

SCHEDA 4		Pavimentazioni con fondazione in misto granulare e lastra in calcestruzzo		
		Carico disposto al centro e sul bordo della pavimentazione		
		Cubetti in FORFIDO	Cubetti in CALCARE	
MODULO DI ELASTICITÀ DEL SOTTOFONDO	30 N/mm²			
	90 N/mm²			
	150 N/mm²			
Legenda		 Sabbia di letto	 Misto granulare	 Lastra in calcestruzzo

Nel caso in esame, considerando prudenzialmente un sottosuolo di media consistenza, il catalogo propone una pavimentazione così costituita:

- Strato di usura in cubetti di pietra di spessore pari a 10 cm con apparecchiatura ad archi contrastanti;

- Strato di allettamento in sabbia di spessore pari a 5 cm;

- Strato di fondazione in calcestruzzo debolmente armato di spessore pari a 15 cm.

Per quanto attiene alla tesi “Aspetti progettuali e ambientali delle pavimentazioni ad elementi” dell’Università degli Studi di Bologna, l’analisi globale del comportamento delle pavimentazioni in masselli è stato condotto attraverso quattro tipi di modellazione:

- Bidimensionale lineare;

- Bidimensionale non lineare;

- Tridimensionale lineare;

- Tridimensionale non lineare;

Al fine di determinare l’accuratezza delle analisi svolte è stata effettuata una comparazione tra gli sforzi verticali ottenuti dalle simulazioni e quelli derivanti da una prova di laboratorio con un modello reale di pavimentazione. Le analisi sono state effettuate con il modellatore ANASYS; le tensioni dopo 10000 cicli di carico sono state misurate con vari sensori posti sotto i masselli, sotto la sabbia di allettamento, sotto lo strato di base e a 470 mm sotto il piano viario.

Nello studio sono state scelte pavimentazioni stradali con due tipi di cubetti: masselli in porfido di dimensioni 6x6 cm di base e 8 cm di altezza, e in calcare di dimensioni 10x10 cm di base e 12 cm di altezza; è stata considerata la posa ad archi contrastanti poiché tipica di questo tipo di pavimentazione in ambito stradale, ed inoltre è stato considerato in ogni prova uno strato di 5 cm di sabbia di allettamento.

Anche in quest’analisi si può capire come, grazie alla loro elevata resistenza a compressione e flessione, i cubetti di porfido consentono, con altezze di soli 8 cm, di avere spessori di base e fondazione uguali e in molti casi inferiori a quelli che si riscontrano con l’uso di elementi di calcare di 12 cm.

L’aumento di spessore dei masselli, inoltre, aumenta la distribuzione dello sforzo su superfici più estese e con valori inferiori; infatti, detto aumento consente di:

- aumentare le superfici di contatto del giunto, incrementandone le forze di taglio sopportabili, riducendo gli sforzi trasmessi e, conseguentemente, la capacità di autobloccaggio dei masselli;

- ridurre la possibilità di perdite di sabbia nel giunto;

- ridurre le rotazione relative dei masselli.

Nel progetto in esame, quindi, si farà ricorso, a vantaggio di statica, a cubetti di cm 10 di altezza.

2.2 Calcolo piastra fondazione in cls







		Pavimentazione con base in lastra di calcestruzzo e fondazione in misto granulare	
		Carico al centro e sul bordo della Pavimentazione	
		Cubetti in porfido	Cubetti in Calcare
Modulo di elasticità del sottofondo	30 N/mm ²		
	90 N/mm ²		
	150 N/mm ²		

Fig.4.23 Pavimentazioni con fondazione in misto granulare e lastra di calcestruzzo (misure espresse in metri)

Nel caso in cui si considera la presenza della lastra in calcestruzzo, questa ha quasi unicamente il compito di distribuire sullo strato sottostante i carichi concentrati per cui è concepita come non armata. Piccole quantità di armatura metallica, sotto forma di rete, vengono comunque annegate nella lastra allo scopo di limitare l'apertura delle fessure dovute alle contrazioni da ritiro. Tali sollecitazioni si generano nella prima fase di maturazione del calcestruzzo. L'armatura ha la funzione anche di impedire l'estendersi, l'ampliarsi ed il moltiplicarsi delle fessure prodotte dal ritiro stesso e dalle differenze di temperatura.

Ai fini del dimensionamento, come già sopra indicato, viene considerato l'autobus, essendo il veicolo più sollecitante. In particolare, esso è composto da due assi: quello anteriore (SG) del peso complessivo di 40 KN e quello posteriore (SM) del peso complessivo di 80 KN.

In corrispondenza dell'asse più caricato SM, si ha un carico verticale di progetto pari a 6.5 daN/cm^2 , uniformemente distribuito su una circonferenza di 14 cm di raggio, nell'ipotesi di forma circolare della superficie di impronta del singolo pneumatico posto su ogni lato del mezzo; detto carico sarà moltiplicato per il coefficiente $\gamma_{G1} = 1,5$.

Il paragrafo 4.1.2.3.5.4 "Verifica al punzonamento" delle N.T.C. 2018 dispone che solette piene, solette nervate a sezione piena sopra le colonne, e fondazioni devono essere verificate nei riguardi del punzonamento allo stato limite ultimo, in corrispondenza dei pilastri e di carichi concentrati.

Per la valutazione della resistenza al punzonamento si può fare utile riferimento al § 6.4.4 della norma UNI EN1992-1-1 nel caso di assenza di armature al taglio (come nel nostro caso).

Lo spessore della piastra, come noto, è fissato in cm 15, e la stessa è armata con doppia rete $\phi 8 / 20 \times 20$; essa sarà realizzata utilizzando calcestruzzo C30/25, per il quale si ha:

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2 \quad \alpha_{cc} = 0,85 \quad \gamma_c = 1,5 \quad f_{cd} = 14 \text{ N/mm}^2$$

Alla luce di un copriferro $c = 30 \text{ mm}$ si ha un'altezza utile $d = 120 \text{ mm}$; la norma dispone che la resistenza a taglio sia verificata lungo il perimetro di verifica u_1 , che può generalmente essere collocato a una distanza $2,0d$ dall'area caricata. Pertanto per $r = 140 \text{ mm}$ e $d = 120 \text{ mm}$ si ha che $u_1 = \pi(2r + 4d) = 2388 \text{ mm}$

La sezione di verifica è quella definita dal perimetro di verifica e che si estende sull'altezza utile d ; per piastre di spessore costante, la sezione di verifica è perpendicolare al piano medio della piastra.

Il procedimento di calcolo per il taglio-punzonamento si fonda, nel caso in esame, sulle verifiche al perimetro di verifica di base u_1 ; si definiscono le seguenti tensioni di taglio di progetto lungo le sezioni di verifica:

- $v_{Rd,c}$ è il valore di progetto del taglio-punzonamento resistente di una piastra, priva di armature per il taglio-punzonamento, lungo la sezione di verifica considerata;
- $v_{Rd,max}$ è il valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente lungo la sezione di verifica considerata.

L'armatura per il taglio-punzonamento non è necessaria se: $v_{Ed} < v_{Rd,c}$; lungo il perimetro dell'area caricata, si raccomanda che la massima tensione di taglio-punzonamento non sia superata: $v_{Ed} < v_{Rd,max}$.

La resistenza di progetto a punzonamento [Megapascal] può essere calcolata come segue:

$$v_{Rd,c} = CR_{d,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (v_{min} + k_1 \sigma_{cp})$$

dove:

- f_{ck} è espresso in Megapascal;
- $k = 1 + \text{radq}(200 / d)$ - d espresso in mm
- $\rho_l = \text{radq}(\rho_{lx} * \rho_{ly}) \leq 0,02$

ρ_{lx} , ρ_{ly} sono riferiti all'acciaio teso aderente rispettivamente nelle direzioni y e z .

- $\sigma_{cp} = (\sigma_{cy} + \sigma_{cz})/2$

dove σ_{cy} , σ_{cz} sono le tensioni normali (in Megapascal, positive se di compressione) nel calcestruzzo della sezione critica nelle direzioni y e z .

Nel caso in esame, per $CR_{d,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,12$ $k_1 = 0,15$ $A_{sl} = 250 \text{ mm}^2$ nelle 2 direzioni

$\rho_l = 0,004$ $N_{ed} = 40 \text{ kN}$ $V_{ed} = \gamma_{G1} * N_{ed} = 60 \text{ kN}$ si ha che $v_{Rd,c} = 150,5 \text{ N/mm}^2$.

Secondo l'Eurodice 2, il taglio-punzonamento sollecitante su un generico perimetro di verifica u vale:

$$v_{Ed} = \beta V_{Ed} / (u d)$$

dove:

- β è il coefficiente di maggiorazione per l'eccentricità;

- V_{Ed} è il valore della forza di punzonamento allo SLU;
- d è l'altezza utile media della sezione trasversale.

Nel caso in esame, per $\beta = 1$ $V_{Ed} = 60 \text{ kN}$ $u = 2388 \text{ mm}$ $d = 120 \text{ mm}$

si ha: $v_{Ed} = 0,21 \text{ N/mm}^2$ verificato.

3. ANALISI DEI RISULTATI - CONCLUSIONI

Considerato tutto quanto esposto sinora, i margini di sicurezza rimangono complessivamente quindi tali da considerare tutti gli elementi strutturali considerati dotati di buona resistenza alle azioni, e rispondenti ai requisiti delle N.T.C. 2018 e della normativa sopra richiamata.

SOMMARIO

1.	PREMESSA	2
2.	<u>ENTI GESTORI</u>	3
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LA REDAZIONE DELLA PRESENTE RELAZIONE SPECIALISTICA	4
4.	METODOLOGIA ADOTTATA	4
5.	<u>ANALISI DELLE INTERFERENZE</u>	5
6.	<u>RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE</u>	9
7.	<u>ALLEGATI</u>	9

7.1.

PREMESSA

La presente relazione è resa conformemente all'art. 35 del DPR 207/2010 per le parti ancora vigenti.

L'attività progettuale, così come nello spirito normativo, è consistita nel censimento delle interferenze e nell'ulteriore approfondimento dello studio del territorio attraversato, analizzando le interferenze esistenti e provvedendo alla risoluzione delle stesse.

Le interferenze riscontrabili nella fase di realizzazione possono essere ricondotte a tre tipologie principali:

- **Interferenze aeree:** Fanno parte di questo gruppo tutte le linee elettriche ad alta tensione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione, l'illuminazione pubblica e parte delle linee telefoniche;
- **Interferenze superficiali:** Fanno parte di questo gruppo le linee ferroviarie e i canali e i fossi irrigui a cielo aperto.
- **Interferenze interraste:** Fanno parte di questo gruppo i gasdotti, le fognature, gli acquedotti, le condotte di irrigazione a pressione, parte delle linee elettriche a media e bassa tensione e parte delle linee telefoniche, nonché rinvenimenti archeologici.

Perciò nello specifico saranno censiti e valutati di seguito prioritariamente i seguenti aspetti riguardanti la presenza di linee impiantistiche interne ed esterne alle opere in progettazione/esecuzione, oggettivamente o potenzialmente interferenti, riassumibili in:

- presenza di linee elettriche in rilievo o interraste con conseguente rischio di elettrocuzione/folgorazione per contatto diretto o indiretto;
- rischio di intercettazione (specie nelle operazioni di scavo) di linee o condotte e di interruzione del servizio idrico, di scarico, telefonico, ecc;
- intercettazione di impianti gas con rischio di esplosione o incendio;
- eventuale adozione, a seconda del caso, di idonee misure preventive, protettive e/o operative, quali la richiesta all'ente erogatore di interruzione momentanea del servizio, qualora possibile;

Trattandosi di opere e lavorazioni che interessano zone fortemente urbanizzate, si dovranno adottare tutte le soluzioni alternativa necessarie ad evitare eventuali sospensioni del servizio, di concerto con l'ente proprietario dello stesso, con il quale saranno concordate preventivamente le alternative da adottare.

Nel tratto oggetto dell'intervento, data la sua posizione, la conformazione viaria, e in seguito all'indagine effettuata per riscontrare eventuali presenza di servizi pubblici a rete nel sottosuolo e su linea aerea, nei tratti di strada interessati dal presente intervento, sono stati rilevati dei servizi pubblici, che interferiscono con le opere da realizzare.

7.2.**ENTI GESTORI**

Si riporta l'elenco degli enti gestori individuati:

RETE INTERFERENTE	ENTE GESTORE
<i>Rete fognaria / Rete idrica</i>	ABC - Azienda Speciale Acqua Bene Comune Napoli <i>Via Argine, 929 – 80147, Napoli (NA)</i>
<i>Rete elettrica</i>	E - Distribuzione S.p.A. <i>Via Fasano - 80143, Napoli (NA)</i> Terna S.p.A. – area operativa trasmissione di Napoli <i>Via Aquileia, 8 – 80143, Napoli (NA)</i>
<i>Rete gas media e bassa tensione</i>	Italgas Reti S.p.A. <i>Via Giacomo Leopardi 170 – 80125, Napoli (NA)</i> 2i Rete Gas S.p.A. <i>Via Alberico Albricci, 10 – 20122, Milano (MI)</i>
<i>Telecomunicazioni/Rete telefonica</i>	TIM S.p.A <i>Salita Scudillo, 18 – 80136, Napoli (NA)</i> WIND <i>Centro Direzionale – 80143, Napoli (NA)</i> FASTWEB <i>Centro Direzionale Isola B5, Torre Francesco – 80143, Napoli (NA)</i> Open Fiber S.p.A. <i>Viale della Costituzione, 82 - 80143 Napoli (NA)</i>
<i>Rete tranviaria - Trasporti</i>	Azienda Napoletana Mobilità (ANM) S.p.A. <i>Via G.Marino, 1 - 80125 Napoli</i>

7.3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO PER LA REDAZIONE DELLA PRESENTE RELAZIONE SPECIALISTICA

I riferimenti normativi principale in materia di interferenze impiantistiche sono:

- Decreto Ministeriale n. 2445 del 23 febbraio 1971 - “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte
- Norme di sicurezza per i gasdotti - Decreto Ministeriale 24 Novembre 1984
- Norma UNI 9165 (1987) “Reti di distribuzione del gas”
- Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 marzo 1999 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici."
- DECRETO 10 agosto 2004 - Modifiche alle “Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto”
- Norma UNI 9860 (2006) “Impianti di derivazione di utenza del gas
- MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO - DECRETO 17 aprile 2008 Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.

7.4. METODOLOGIA ADOTTATA

Ogni infrastruttura tecnologica è stata individuata e censita come interferente quando allo stato di fatto (o, in alcuni casi, di progetto) questa insiste all'interno dell'area di progetto fornita, sia essa a raso, sia aerea soprasuolo, che completamente interrata.

Si sono ricercate ed individuate le seguenti tipologie di infrastruttura:

- Rete distribuzione idropotabile;
- Reti raccolta e smaltimento acque reflue (fognature comunali);
- Reti di trasporto e distribuzione energia elettrica (media e bassa tensione per utenze private e Pubblica Illuminazione);
- Reti di telecomunicazione (telefonia su cavo, telefonia mobile, fibre ottiche);

Il lavoro si è svolto per fasi successive, che possono di seguito riassumersi in:

- esame del progetto con prima individuazione delle problematiche interferenziali più significative;
- screening delle dorsali principali e dei manufatti maggiori delle reti presenti sul territorio e dei relativi enti interessati gestori delle stesse;
- ricerca e acquisizione cartografia ed informazioni di dettaglio presso enti erogatori/gestori;
- visite sopralluogo di dettaglio dei siti interessati alle interferenze individuate;
- analisi preliminari delle singole problematiche interferenziali con definizione della risoluzione delle stesse;
- redazione degli elaborati di sintesi dello studio, comprendenti la presente Relazione, la stima economica degli interventi previsti e la definizione cartografica degli stessi.

7.5.**ANALISI DELLE INTERFERENZE**

Di seguito si riporta il censimento delle interferenze presenti nell'area di intervento, in riguardo principalmente al posizionamento degli impianti e delle preesistenze, con i quali si creeranno le maggiori interferenze.

Nella tabella seguente vengono riportati, per ogni interferenza, i dati tipologici e gli enti gestori interessati:

CENSIMENTO DELLE INTERFERENZE:						
<i>n°</i>	<i>tipo int</i>	<i>sottoservizio interferente</i>	<i>ente gestore</i>	<i>descrizione interferenza</i>	<i>posizione dell'elemento</i>	<i>tipologia di intervento previsto</i>
1	Lineare	<i>Rete Idrica/fognaria</i>	ABC	Presenza di parallelismo e attraversamenti con il tracciato in progetto	Interrata	<i>Nei casi di parallelismi:</i> Si posizioneranno gli impianti in progetto ad una distanza min. di 50 cm dalla condotta idrica; <i>Nei casi di attraversamenti:</i> Rilievo della presenza del sottoservizio a mezzo georadar, scavo eseguito a mano fino al raggiungimento della quota di posa del tubo interferente; eventuale applicazione di sistema per mantenere l'impianto in esercizio; realizzazione degli impianti; ripristino della preesistenza con idoneo rivestimento della tubazione.

2	Lineare	Rete Illuminazione Pubblica	Comune di Napoli	Presenza di parallelismo e attraversamenti con il tracciato in progetto	interrata	<p>Nei casi di parallelismi: Si posizioneranno gli impianti in progetto ad una distanza min. di 50 cm dalla condotta idrica;</p> <p>Nei casi di attraversamenti: Rilievo della presenza del sottoservizio a mezzo georadar, scavo eseguito a mano fino al raggiungimento della quota di posa del tubo interferente; eventuale applicazione di sistema per mantenere l'impianto in esercizio; realizzazione degli impianti; ripristino della preesistenza con idoneo rivestimento della tubazione.</p>
3	Lineare	Rete Elettrica	E - Distribuzione TERNA S.p.A.	Presenza di parallelismo e attraversamenti con il tracciato in progetto	Interrata/ae rea	<p>Nei casi di parallelismi: Si posizioneranno gli impianti in progetto ad una distanza min. di 50 cm dalla condotta elettrica;</p> <p>Nei casi di attraversamenti : Rilievo della presenza del sottoservizio a mezzo georadar, scavo eseguito a mano fino al raggiungimento della quota di posa del tubo interferente; eventuale</p>

						<p>applicazione di sistema per mantenere l'impianto in esercizio; realizzazione degli impianti; ripristino della preesistenza con idoneo rivestimento della tubazione.</p>
4	Lineare	Rete telecomunicazione	<p>TIM</p> <p>WIND</p> <p>FASTWEB</p> <p>OPEN FIBER</p>	<p>Presenza di parallelismo e attraversamenti con il tracciato in progetto</p>	Interrata/aerea	<p>Nei casi di parallelismi: Si posizioneranno gli impianti in progetto ad una distanza min. di 50 cm dalla condotta;</p> <p>Nei casi di attraversamenti: Rilievo della presenza del sottoservizio a mezzo georadar, scavo eseguito a mano fino al raggiungimento della quota di posa del tubo interferente; eventuale applicazione di sistema per mantenere l'impianto in esercizio; realizzazione degli impianti; ripristino della preesistenza con idoneo rivestimento della tubazione.</p>

5	Lineare	Rete Gas	ITALGAS	Presenza di parallelismo e attraversamenti con il tracciato in progetto	Interrata	<p>Nei casi di parallelismi: Si posizioneranno gli impianti in progetto ad una distanza min. di 50 cm dalla condotta;</p> <p>Nei casi di attraversamenti: Rilievo della presenza del sottoservizio a mezzo georadar, scavo eseguito a mano fino al raggiungimento della quota di posa del tubo interferente; eventuale applicazione di sistema per mantenere l'impianto in esercizio; realizzazione degli impianti; ripristino della preesistenza con idoneo rivestimento della tubazione.</p>
---	---------	-----------------	---------	---	-----------	--

Le interferenze sono state analizzate e risolte in base all'esperienza acquisita dai professionisti estensori del presente progetto nella risoluzione delle usuali problematiche per lavori simili. Similmente si è tenuto conto delle indicazioni e prescrizioni forniteci dagli enti gestori e dalle indicazioni normative vigenti in materia di intersezioni e parallelismi tra infrastrutture territoriali.

L'analisi delle singole interferenze ha consentito di definire in primo luogo se:

- gli interventi di risoluzione fossero da includere, per tipologia e competenza, all'interno delle lavorazioni a farsi;
- i medesimi interventi fossero, piuttosto, da imputare agli enti gestori, a cui ovviamente si dovrà corrispondere il relativo onere, in quanto non strutturalmente connessi all'opera o di mero piccolo spostamento di linea.

7.6.

RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE

Gli interventi che potrebbero essere necessari per la risoluzione di eventuali casi di interferenza con i sottoservizi presenti, saranno eseguiti in conformità alle disposizioni delle aziende di gestione del servizio ed alle loro specifiche costruttive e secondo le seguenti indicazioni:

- Nei casi di parallelismi e di attraversamenti con tubazioni adibite a usi diversi (tubi per cavi elettrici e telefonici, condotte per le fognature e gli acquedotti) gli interventi che si renderanno necessari per risolvere i casi di interferenza saranno eseguiti in conformità alla normativa vigente, oltre che alle disposizioni delle aziende di gestione del servizio ed alle loro specifiche costruttive. In particolare si prevede che, giunti in prossimità del sottoservizio con lo scavo in trincea eseguito a macchina da monte e da valle, si sospenderà l'esecuzione dell'attività meccanizzata e si procederà alla messa a nudo del sottoservizio o del manufatto manualmente. Si dovrà pertanto far retrocedere l'escavatore per permettere l'accesso allo scavo ai lavoratori in sicurezza; si procederà quindi a scoprire con cautela il sottoservizio ed alla messa in sicurezza dello stesso, mediante idonee protezioni e puntellazioni durante il periodo di apertura degli scavi. Una volta ultimate le operazioni in progetto si provvederà a ripristinare la preesistenza con idoneo rivestimento della tubazione. In caso di rotture accidentali dei sottoservizi interferenti, si dovrà procedere alla riparazione degli stessi, in accordo con quanto richiesto dall'Ente gestore del sottoservizio, prima della posa delle nuove tubazioni.
- Nei casi in cui bisogna prevedere lo spostamento di sottoservizi interferenti con le opere in progetto, per la risoluzione di tali interferenze, accertate a mezzo di preventivi scavi di saggio, si prevede lo spostamento del sottoservizio in accordo con quanto richiesto dall'Ente gestore dello stesso prima della posa dei manufatti in progetto.

Qualora vi fossero lavorazioni, che richiedono l'impiego di mezzi meccanici con occupazione di strade pubbliche, si garantirà l'accessibilità alle proprietà private limitrofe, secondo le esigenze dei proprietari, nonché la parziale agibilità delle viabilità urbane interessate, ove possibile. Si prevedranno, dunque, degli appositi percorsi integrati con le opere a farsi e l'organizzazione del cantiere permetterà la piena accessibilità delle unità immobiliari attraverso una parzializzazione delle recinzioni anche con percorsi temporanei.

Eventuali tempi e costi per la risoluzione delle interferenze che possono eventualmente riscontrare in corso d'opera dipenderanno in maniera determinante dalle prescrizioni impartite dagli enti gestori dei sottoservizi ed in particolare dalle modalità di preventivazione ed approvazione degli stessi interventi da parte dei gestori, dalla programmazione dei medesimi lavori che saranno eseguite da ditte specializzate ed incaricate dagli enti gestori dei singoli impianti, nonché dalle modalità di esecuzione e dalle esigenze che potranno essere valutate caso per caso, secondo la successione temporale degli stessi interventi.

Risulta pertanto problematico, in questa fase, pronosticare la durata temporale e l'entità della spesa da sostenere, per gli eventuali interventi che si andrebbero a realizzare per la risoluzione delle cosiddette interferenze.

7.7.

ALLEGATI



RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE MATERIE

INTERVENTO:

**Manutenzione straordinaria di via
del Parco Regina Margherita**

LOCALIZZAZIONE:

Comune di Napoli – I Municipalità.

1. Premessa

L'obiettivo del presente documento è quello di illustrare la procedura da adottare per la gestione delle materie provenienti dalle attività afferenti alla “Manutenzione straordinaria di via del Parco Regina Margherita”.

Al fine di limitare la produzione dei rifiuti inerti si dovrà:

- favorire in ogni caso, ove possibile, la demolizione selettiva dei manufatti e la conseguente suddivisione dei rifiuti in categorie merceologiche omogenee;
- favorire, direttamente nel luogo di produzione, una prima cernita dei materiali da demolizione in gruppi di materiali omogenei puliti;
- prevedere, ove possibile, precise modalità di riutilizzo in cantiere dei materiali in fase di demolizione, per il loro reimpiego nelle attività di costruzione;
- conferire i rifiuti inerti presso i diversi impianti di gestione presenti sul territorio comunale e/o provinciale e regolarmente autorizzati ai sensi della vigente normativa.

Il conferimento in discarica dovrà avvenire con le modalità previste dalla normativa vigente esclusivamente nei casi in cui non risulti possibile riutilizzare e/o recuperare i materiali da scavo e demolizione. In particolare, i cubetti di porfido, rimossi dalla strada, adeguatamente ripuliti e separati da altri materiali, saranno trasportati a deposito comunale, non costituendo, pertanto rifiuto.

2. Censimento delle interferenze

Il riferimento normativo principale è costituito dal Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale, pubblicato in G.U. n. 88 del 14 aprile 2006 (cosiddetto Codice dell'Ambiente). Tale norma è stata successivamente modificata e integrata.

Per tale motivo i riferimenti normativi della presente relazione specialistica sono:

- D.P.R. n 120 del 13 giugno 2017
- Direttiva CE 2008/98 (relativa ai rifiuti);
- D.Lgs. 152/06 – art. 184-bis (definizioni di sottoprodotto);
- D.Lgs. 152/06 – art. 185 (esclusione disciplina rifiuti comma C);
- D.Lgs. 152/06 – art. 186 (terre e rocce da scavo - abrogato dal D.M 161/2012);
- D.Lgs. 205/2010 art. 39 comma 4;
- Art. 49 D.L. 1/2012 (che abroga art. 186 D.Lgs. 152/06).

3. Inquadramento dell'area di intervento

L'intervento della presente relazione riguarda il capostrada e il marciapiede di via del Parco regina Margherita, strada facente parte della rete di Viabilità Primaria, tratto presente nel territorio della I Municipalità.



Vista satellitare

Da un punto di vista planimetrico il tracciato stradale si presenta con curve dolci dagli ampi raggi, variabili all'incirca tra i 75° e i 150° , ad eccezione del tratto centrale a gomito e del rettilineo finale. La strada è delimitata in entrambi i sensi da marciapiedi con larghezza variabile a partire da circa 3,60 m fino alla larghezza di circa 1,40m. L'asse stradale è percorso quotidianamente da un flusso di traffico di media intensità essendo a destinazione prevalentemente residenziale, che diviene intenso nelle ore di punta in considerazione anche della forte vocazione commerciale, turistica e terziaria della zone che collega.

Il capostrada così come i marciapiedi sono pavimentati con cubetti di porfido.

4. Descrizione dell'intervento

Il progetto di cui si tratta prevede, quindi, interventi su capostrada e marciapiede.

In linea generale, gli interventi da eseguirsi sui marciapiedi in cubetti saranno i seguenti:

- rimozione dei soli paletti para-pedonali in ferro, con conservazione di quelli in ghisa;
- rimozione pavimentazione esistente e demolizione massetto;
- rimessa a quota di cordoni e chiusini;
- rifacimento massetto debolmente armato;
- posa di nuove lastre di pietra lavica di spessore 10 cm;
- scivoli pedonali in corrispondenza dei varchi di accesso;
- scivoli pedonali in corrispondenza degli attraversamenti pedonali;
- messa in opera di segnali tattili per non vedenti (Lo.g.e.s.) in prossimità degli scivoli e degli attraversamenti pedonali;
- installazione nuovi paletti para-pedonali in ghisa.

Relativamente al capostrada si prevede nel tratto compreso tra la stazione della Funicolare e corso Vittorio Emanuele di sostituire l'attuale pavimentazione in cubetti di porfido con conglomerato bituminoso di tipo pregiato. Nel tratto compreso tra Piazza Amedeo e la stazione della Funicolare si è deciso, invece, di mantenere la pavimentazione in cubetti di porfido.

Pertanto, gli interventi sul capostrada saranno, sommariamente, i seguenti:

1. nel tratto compreso tra Piazza Amedeo e la stazione della Funicolare:

- rimozione pavimentazione esistente (cubetti di porfido) e demolizione sottofondo;
- posa delle zanelle laterali in pietra lavica;
- rifacimento dello strato di fondazione con calcestruzzo debolmente armato;
- rimessa a quota dei chiusini e caditoie dissestati e sostituzioni di quelli danneggiati;
- realizzazione di nuove caditoie;
- pulizia ed espurgo sistema di raccolta acque piovane;
- posa della pavimentazione in cubetti di porfido di proprietà dell'Amministrazione

2. nel tratto compreso tra la stazione della Funicolare e corso Vittorio Emanuele:

rimozione pavimentazione esistente (cubetti di porfido) e demolizione sottofondo;

- posa delle zanelle laterali in pietra lavica;
- posa dello strato di base in conglomerato bituminoso;
- posa dello strato di collegamento (binder) in conglomerato bituminoso;
- rimessa a quota dei chiusini e caditoie dissestati e sostituzioni di quelli danneggiati;

- realizzazione di nuove caditoie;
- posa dello strato di usura in conglomerato bituminoso;
- pulizia ed espurgo sistema di raccolta acque piovane.

Di seguito si riporta l'elenco delle lavorazioni previste che comporteranno movimentazione terra o produzione di rifiuti da smaltire in discarica:

- SCAVI
- DEMOLIZIONI
- RINTERRI

5. Bilancio delle materie

Come precedentemente indicato, l'impostazione generale dell'idea progettuale si basa sull'ipotesi di massimizzare il riutilizzo dei materiali di risulta derivanti dai lavori di costruzione delle opere, nel caso in cui le caratteristiche geotecniche ed ambientali degli stessi lo consentano e nel rispetto della normativa vigente.

A tale scopo è stato effettuato il bilancio delle materie al fine di poter quantificare eventuali necessità di approvvigionamento.

Il bilancio delle materie relativo all'insieme delle opere da realizzare per l'intervento è sintetizzato nella tabella seguente.

Tabella 1 - Bilancio delle materie

Scavi/Demolizioni/Rimozioni	Quantità	U.d.M.
Muratura in tufo	24	mc
Scavi a sezione obbligata	66,48	mc
Calcestruzzo	1755	mc
Cubetti di porfido	9760	mq
Cordoni in pietrarsa	1640	ml
Opere in ferro	5100	Kg
Fornitura materiale		
Conglomerato bituminoso	961,84	mc
Pozzetti/anelli in cls	90	cad
Chiusini/caditoie	90	cad
Lastre di basalto	3938	mq
Misto cementato	771,35	mc
Calcestruzzo	678,35	mc
Cordoni in pietrarsa	50	ml
Blocchetti di tufo	200	mq
Opere in ferro	1024	Kg
Acciaio per c.a.	18292,56	Kg

Paletti dissuasori in ghisa	460	cad
Basoli	3,2	mq
Tubazione in PP DE200	150	m
Sabbia	43,35	mc
Posa in opera di materiale recuperato	Quantità	U.d.M.
Cubetti di porfido	759,7	mq
Cordoni in pietrarsa	1590	ml
Trasporto a discarica autorizzata	Quantità	U.d.M.
Trasporti	1856,28	mc

6. Criteri di utilizzo

6.1 Terre e rocce da scavo

Dal punto di vista ambientale, si ricorda che la tabella di riferimento per verificare se l'eventuale concentrazione di inquinanti nelle terre da scavo supera i valori di legge che ne permettono l'utilizzo in determinate aree, in funzione della loro destinazione d'uso, è costituita dalla tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV - Titolo V del D. Lgs. n. 152/2006, come modificato dal D. Lgs. n. 4/2008. Quanto di seguito espresso si riferisce ovviamente al caso in cui le terre e rocce da scavo indagate abbiano una concentrazione di inquinanti che non supera i limiti della colonna B della citata tabella: in caso contrario terre e rocce da scavo vanno considerate come materiali potenzialmente contaminati e quindi debbono essere gestite secondo le specifiche procedure previste dallo stesso decreto.

6.2 Riutilizzo per rinterri, rilevati e riempimenti

Materiali riutilizzabili per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati:

- Le terre e rocce da scavo la cui concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV - Titolo V del D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., possono essere utilizzate in qualsiasi sito, a prescindere dalla sua destinazione;
- Le terre e rocce da scavo la cui concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5 alla parte IV - Titolo V del d.lgs. n. 152/2006, possono essere riutilizzate limitatamente a:
 - realizzazione di sottofondi e rilevati stradali;

- siti con destinazione assimilabile a commerciale/industriale.

Nei casi in cui è dimostrato che il superamento dei limiti tabellari è determinato da fenomeni naturali o sia dovuto alla presenza di inquinamento diffuso, l'utilizzo delle terre e rocce da scavo è consentito nel rispetto della compatibilità dei maggiori valori rilevati con i corrispondenti valori riscontrabili nel sito di destinazione, previa verifica, tramite test di cessione in acqua satura di CO₂, che non vi sia rischio di trasmissione della contaminazione alla matrice acqua (i valori di riferimento per tale verifica saranno quelli della tabella 2 dell'allegato 5 al titolo V del D. Lgs. 152/2006).

Per le attività di ripristino di terreni in aree ad uso agricolo, per le quali la vigente legislazione non detta una specifica normativa, si potranno impiegare le terre e rocce da scavo la cui concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A della tabella 1 dell'allegato 5 al titolo V del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., equiparando in questo modo le aree ad uso agricolo ad aree a verde pubblico o privato. Qualora nelle stesse aree ad uso agricolo si riscontri, tramite una eventuale caratterizzazione ante operam, una concentrazione di fondo di alcune sostanze contaminanti compresa tra i limiti della colonna A e quelli della colonna B del citato decreto, il ripristino potrà essere eseguito con terre da scavo aventi anch'esse una concentrazione delle stesse sostanze superiore ai limiti della colonna A, a condizione che non si superino i valori di fondo presenti sul sito.

Si evidenzia che, in questa fase è stata valutata la possibilità di riutilizzare il materiale di risulta da scavo per i rinterri delle tubazioni.

6.3 Materiali lapidei

La filosofia progettuale è orientata al riutilizzo del materiale lapideo che caratterizza la pavimentazione esistente della strada di progetto. In particolare, i cubetti di porfido, rimossi dalla strada, adeguatamente ripuliti e separati da altri materiali, saranno trasportati a deposito comunale, per successivo riutilizzo su altre strade comunali.

7. Aree di stoccaggio

I materiali che verranno depositati nelle aree appositamente individuate possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- terreno derivante da scavi;
- materiale derivante da demolizioni;
- materiale lapideo rimosso.

Le differenti caratteristiche dei materiali determinano diverse caratteristiche delle aree

all'interno delle quali esse dovranno essere stoccati. In tutti i casi le aree di stoccaggio, dimensionate in maniera diversa in funzione dei quantitativi di materiali da accumulare, verranno realizzate in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri.

All'interno delle singole aree il materiale dovrà essere stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza nelle attività di deposito e prelievo del materiale.

All'interno delle aree identificate si avrà cura di predisporre, in modo separato e con chiara segnalazione di identificazione:

- depositi di accumulo dei materiali da scavo da sottoporre ad analisi, ovvero aree in cui verranno depositate le terre e rocce da scavo in attesa della determinazione delle caratteristiche di qualità ai fini della loro riutilizzazione;
- depositi di accumulo dei materiali da riutilizzare, ovvero aree in cui verranno stoccate, per un successivo riutilizzo, le terre e rocce da scavo già caratterizzate e che non vengono immediatamente reimpiegate;
- depositi temporanei di rifiuti non pericolosi, ovvero aree in cui vengono accumulati i rifiuti identificati come non pericolosi prima di procedere al loro smaltimento e/o recupero;
- (eventuale) depositi temporanei di rifiuti pericolosi, ovvero aree in cui vengono accumulati i rifiuti identificati come pericolosi prima di procedere al loro smaltimento e/o recupero.

Al fine di garantire la massima tutela nelle aree destinate ai rifiuti:

- i tempi di deposito per le singole tipologie di materiali non dovranno superare quanto stabilito dalla normativa attualmente vigente;
- le diverse tipologie di rifiuti dovranno essere mantenute separate tra loro.

Allo stesso modo, nelle aree destinate alle terre e rocce da scavo:

- dovranno essere previsti impianti di raccolta e gestione delle acque di dilavamento al fine di proteggere la falda;
- dovranno essere adottate tutte le misure idonee a ridurre al minimo i disturbi e i rischi causati dalla produzione di polveri;
- dovranno essere poste chiare segnalazioni al fine di identificare chiaramente, evitandone la commistione, le varie tipologie di materiali.

8. Modalità di movimentazione, trasporto, rintracciabilità

Il trasporto e la movimentazione avverranno integralmente tramite autocarri. Nel caso di

trasporto di materiale non palabile si provvederà al trasporto del materiale con mezzi idonei presso impianto di trattamento/recupero/discarda debitamente autorizzato.

8.1 Terre e rocce da scavo escluse dal regime di rifiuto

I materiali in oggetto, al fine della rintracciabilità, saranno accompagnati da:

- documento di trasporto (DDT), nel quale saranno evidenziate le seguenti informazioni: la data del trasporto, il quantitativo trasportato, il sito di provenienza e destinazione e le caratteristiche merceologiche.

Presso il cantiere di produzione verrà predisposto e mantenuto un registro di cantiere che sarà opportunamente custodito e a richiesta esibito alle Autorità di controllo. Sul registro di cantiere saranno riportate le seguenti informazioni:

- dati del sito di produzione;
- registrazione del materiale in uscita, riportante data e quantitativo stimato con allegata copia dei relativi moduli di dichiarazione e di provenienza.

Il registro di cantiere suddetto dovrà quantomeno contenere le seguenti informazioni:

- cantiere operativo o opera d'arte dal quale provengono i materiali;
- targa del mezzo di trasporto
- n. progressivo del viaggio, ora di partenza e ora di arrivo presso il sito di destinazione;
- individuazione del sito di destinazione.

Presso il cantiere di utilizzo verrà predisposto un apposito registro di cantiere che sarà opportunamente custodito e a richiesta esibito alle Autorità di Controllo. Sul registro l'utilizzatore dovrà provvedere a riportare, distinte per ogni singolo ciclo di produzione:

- la provenienza del materiale;
- la quantità;
- gli estremi di approvazione del progetto di produzione;
- la certificazione analitica del materiale;
- la specifica destinazione all'interno del sito di utilizzo.

Al registro di cantiere saranno allegati tutti i moduli di dichiarazione di provenienza dei materiali pervenuti nel sito di riutilizzo.

8.2 Altri materiali da scavo non escludibili dal regime di rifiuto

La rintracciabilità dei materiali che saranno gestiti in normativa rifiuti, come previsto dalla normativa vigente in tema di rifiuti (d.lgs. n. 152/2006 s.m.i.) verrà assicurata attraverso i formulari

di identificazione rifiuto (FIR) e con la compilazione dei previsti registri di carico e scarico, che saranno compilati all'uscita del mezzo dal cantiere di produzione. Nei FIR saranno riportate le seguenti informazioni:

- a) la provenienza del materiale;
- b) la quantità;
- c) i risultati della certificazione analitica;
- d) la specifica destinazione.

9. Modalità di movimentazione, trasporto, rintracciabilità

9.1 Approvvigionamenti

In prima analisi, per l'individuazione dei siti di approvvigionamento si è fatto riferimento agli elaborati grafici del P.R.A.E (cfr. Allegato I – Litotipi estraibili Provincia di Napoli). L'esatta individuazione dei siti di approvvigionamento verrà effettuata prima dell'esecuzione dei lavori.

9.2 Siti di deposito

Il materiale scavato verrà temporaneamente allocato in apposito sito, individuato all'interno dell'area di intervento, in attesa del riutilizzo, qualora le caratteristiche qualitative del materiale lo consentano, ovvero del trasporto presso sito di trattamento e recupero, qualora il materiale risulti non riutilizzabile.

È possibile individuare i possibili siti di stoccaggio autorizzati nel Comune di Napoli, idonei ad accogliere il materiale di risulta da scavo e da demolizione relativo all'intervento in oggetto, attraverso la consultazione degli elenchi degli impianti di trattamento, recupero e smaltimento rifiuti, con autorizzazione ordinaria e semplificata, presenti sul sito della Città Metropolitana di Napoli.