

Sistema Tram Palermo – Fase II

Progetto delle Nuove Linee Tranviarie della Città di Palermo

Tecnologia e sostenibilità



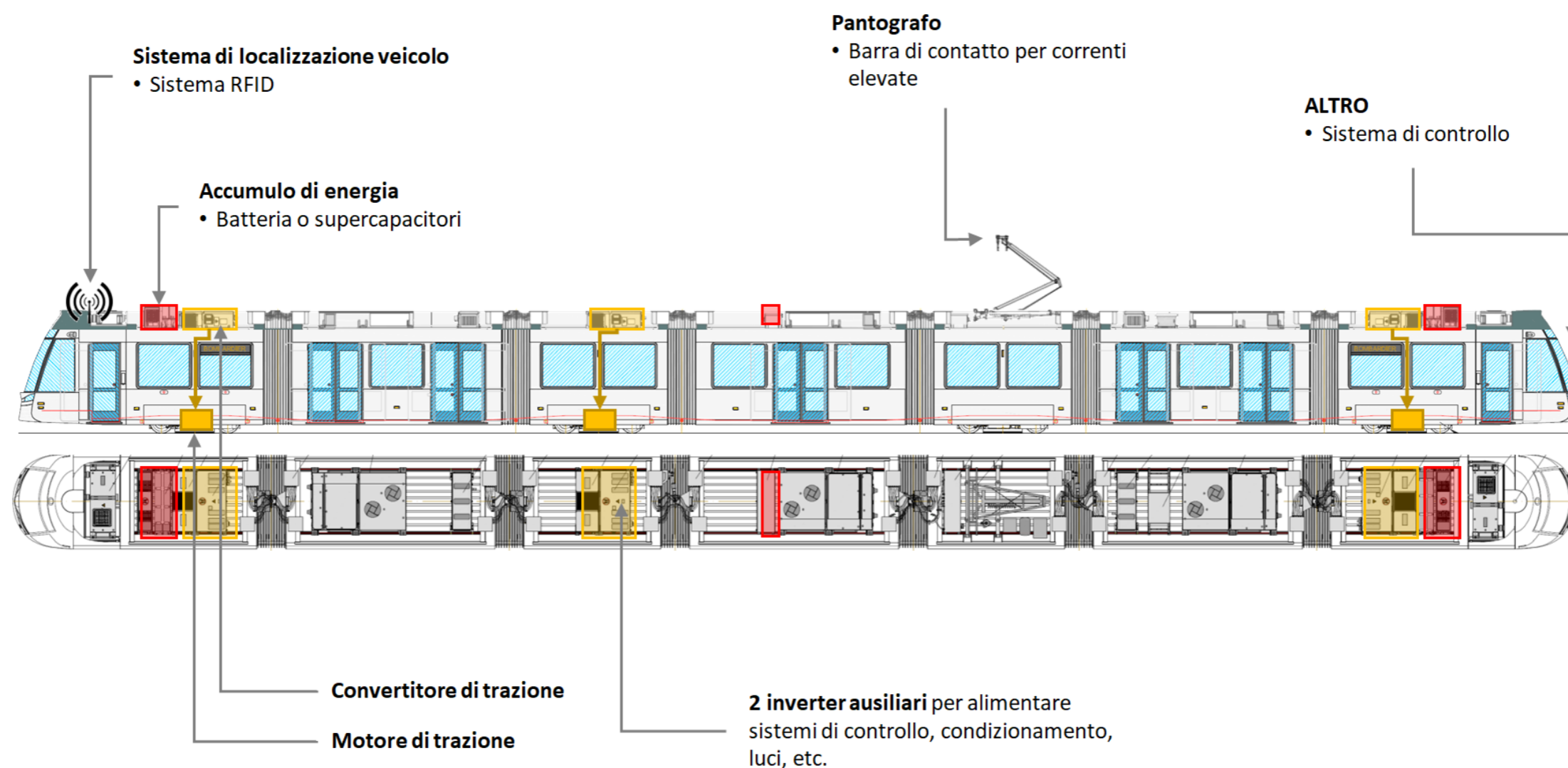
Componenti tecnologiche del sistema

- **Sistema *Catenary Free***
- **Efficienza energetica;**
- **Ricarica delle batterie e *opportunity charging*;**
- **Soluzioni innovative su rumorosità e vibrazioni;**
- **Impatto acustico e luminoso;**
- **Gestione della flotta e semaforizzazione;**
- **Accessibilità;**
- **Pensiline di fermata.**



Sistema *Catenary free*

La soluzione tecnologica prescelta, tra le più all'avanguardia tra quelle presenti nel panorama internazionale dei sistemi “catenary free”, è rappresentata da vetture dotate di **batterie ultraleggere ad alta capacità e di supercapacitori**, con brevi periodi di ricarica e notevoli autonomie. Queste vetture sono già diffuse, seppur con tecnologie di ricarica diverse, in molte città.



Alternative tecnologiche

Sistema di ricarica con barra di contatto

La ricarica nelle fermate speciali e nei terminal avviene a **conduzione tramite pantografo su una barra rigida di contatto** integrata nell'architettura della fermata speciale o del capolinea.

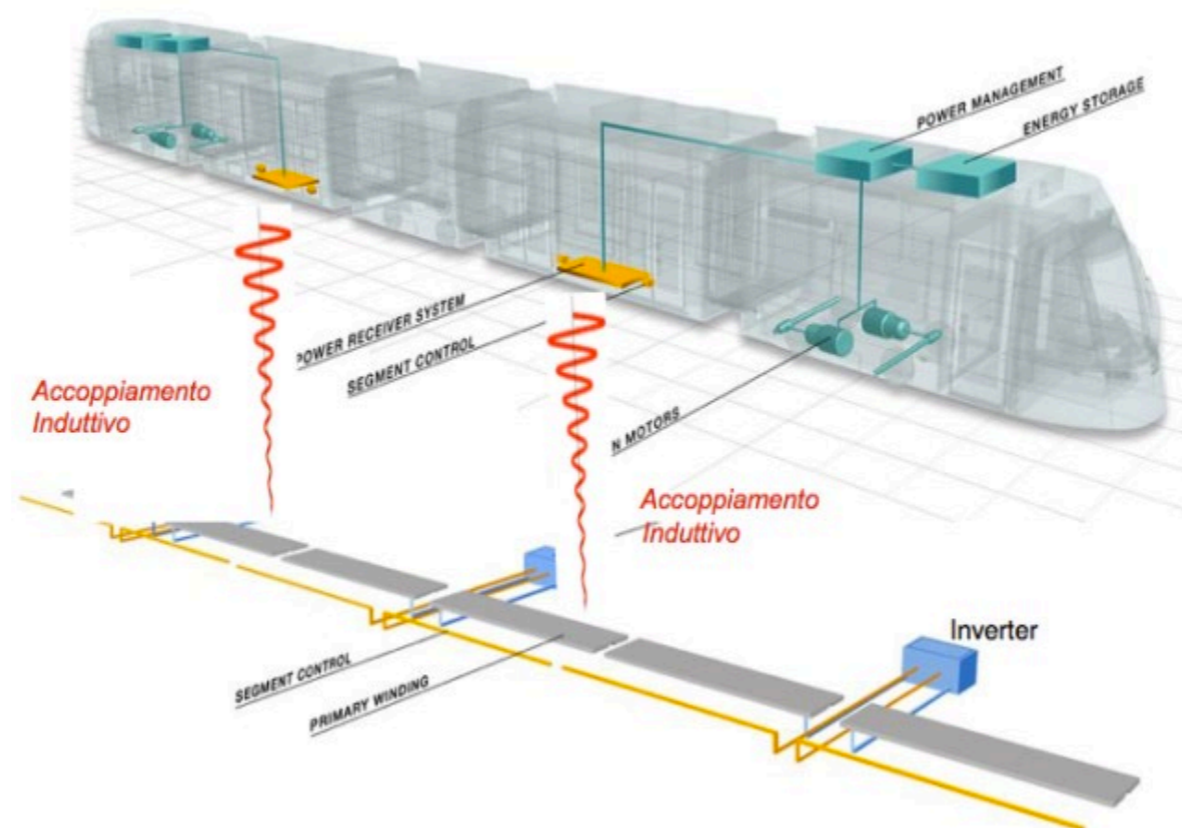
Questa tecnologia è utilizzata nella città di **Nanchino** in Cina, sin dal 2014, e nella città di **Manheim** in Germania.



Alternative tecnologiche

Sistema di ricarica a induzione

Un innovativo sistema alternativo di **ricarica wireless ad induzione** è attualmente **in fase di sperimentazione** in ambito tramviario, e in esercizio su bus urbani dal marzo 2014 nelle città tedesche di Braunschweig, Mannheim e Berlino. Tale sistema di ricarica wireless è costituito da un componente installato sotto pavimento in corrispondenza della fermata ed un componente a bordo del rotabile.

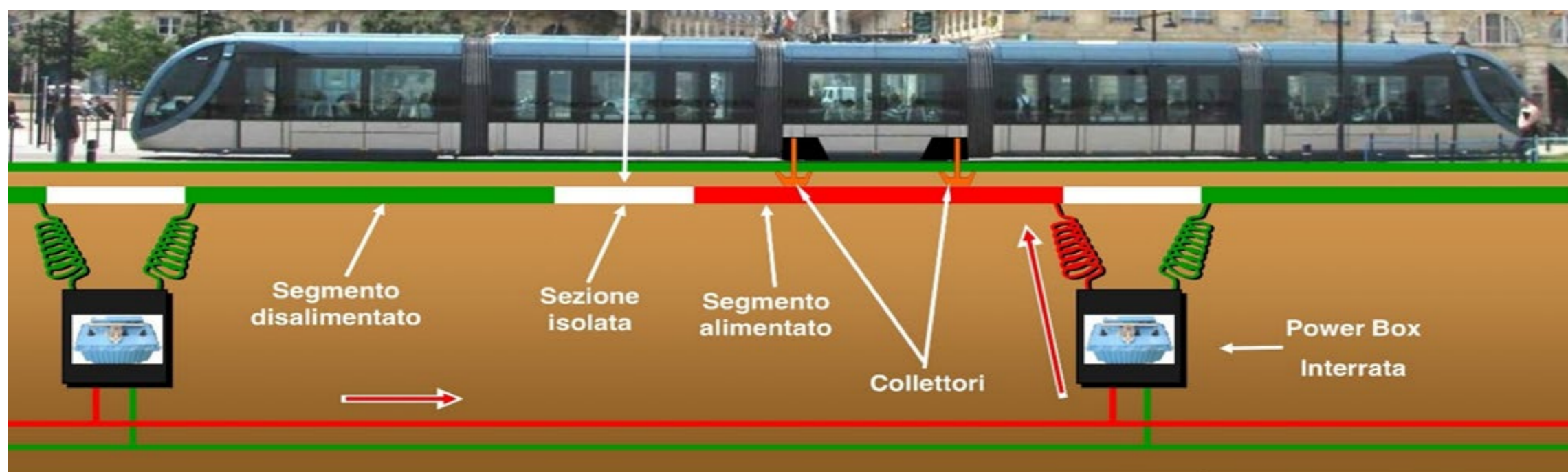


Alternative Catenary Free

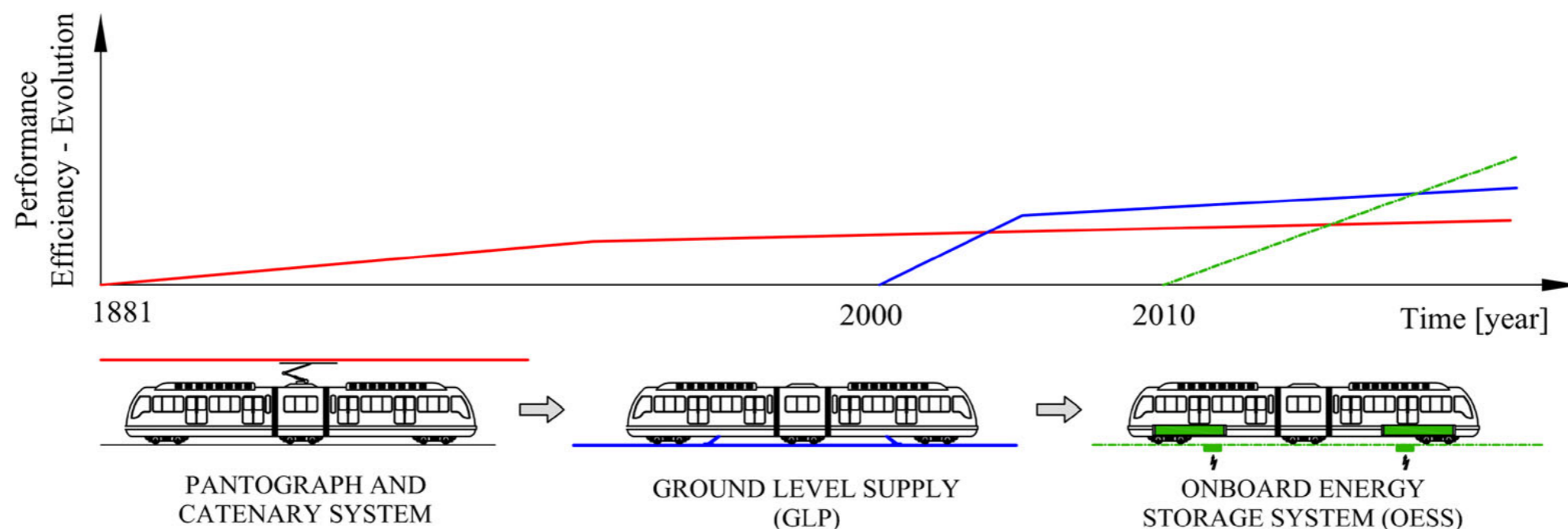
Alimentazione con terza rotaia

L'alternativa maggiormente significativa di sistemi Catenary Free è stata sviluppata da ALSTOM con il sistema denominato APS[®], *Alimentation Par Soil*, che prevede vetture alimentate tramite **“terza rotaia”**.

Questo sistema risulta **svantaggioso in termini di costi, durabilità e manutenibilità** (molto onerosa specie in ambienti con alta concentrazione salina), **regolarità di funzionamento** (influenzato dalle condizioni meteo), **sicurezza, affidabilità e di mancata omologazione**.



Confronto tra i sistemi



È stata attentamente valutata l'attuale offerta dei **principali produttori di vetture tramviarie/ferroviarie presenti sul mercato internazionale**, sono stati svolti *stage* presso società di gestione di servizi di TPL che hanno in esercizio sistemi *catenary free*, sia su gomma che su ferro, presso campi prova a scala reale o sistemi in esercizio, sono stati svolti approfondimenti tecnici sulla base degli studi e ricerche internazionali sui sistemi di mobilità sostenibile con uso di energie rinnovabili.

L'analisi tecnica ed economica svolta ha consentito di valutare criticamente ed evidenziare **i punti di forza e di debolezza di tutti i sistemi *catenary free* oggi disponibili** sul mercato internazionale e di sviluppare una proposta progettuale capace di contemperare tutte le esigenze di mobilità della città di Palermo.

Confronto con terza rotaia

È stato elaborato un confronto tra i costi di costruzione e gestione su 20 anni che dimostra come il sistema a batteria sia più vantaggioso.

Inoltre la tecnologia scelta è l'unica che consente la trasformazione delle vetture esistenti in ibride (**retrofit**) consentendone il servizio anche sulle nuove tratte con evidenti vantaggi economico-gestionali.

		Sistema a III rotaia (Marchio APS® Produttore Alstom)		Sistema a batteria e supercapacitori (Produttore Bombardier)	
INVESTIMENTI					
Sistema Di Trazione Per Km Di Linea Doppio Binario	33 km	3.000.000 €/km	€ 99.000.000	-	-
Vettura Tipo	50	2.800.000 €/cad	€ 140.000.000	3.300.000 €/cad	€ 165.000.000
Fermate Di Ricarica	11	-	-	250.000 €/cad	€ 2.750.000
	-	-	€ 239.000.000	-	€ 169.750.000
MANUTENZIONE					
Sistema Di Trazione Anno	-	2,5% anno	€ 2.475.000	-	-
Sostituzione Batterie (Vita Utile 10 Anni) Incidenza Anno	-	-	-	50.000 €/cad	€ 2.500.000
COSTI OPERATIVI					
Consumi Elettrici Per Km Percorso	3.000.000 km/anno	0,7 €/km	€ 2.100.000	0,4 €/km	€ 1.200.000
Sicurezza	3%	€ 2.475.000	€ 75.000	-	-
Costi Operativi Anni	-	-	€ 4.650.000	-	€ 3.700.000
Costi Operativi Su 20 Anni	20	-	€ 93.000.000	-	€ 74.000.000
Investimenti E Costi Operativi Su 20 Anni	-	-	€ 332.000.000	-	€ 243.750.000



Efficienza energetica

La complessità dell'opera ha orientato le scelte progettuali verso **i più elevati standard di efficienza energetica e sostenibilità ambientale** in tutte le sue parti, dal materiale rotabile ai manufatti architettonici.

Nuovi veicoli saranno equipaggiati con **batterie e supercapacitori**, con la migliore tecnologia disponibile sul mercato. Le nuove vetture saranno **comunque dotate di pantografo** per la gestione manutentiva delle flotte in modo da sfruttare le sinergie attuabili, al fine di permettere una totale **interoperabilità** con flotta e infrastrutture esistenti.

BATTERY 50

Total energy content	kW	2 x 24,5
Nominal battery voltage	V DC	532
Discharge current cont.	A DC	2 x 120
Discharge current 300 s	A DC	2 x 162
Supply voltage for control	V DC	24
Control bus		CAN
Liquid cooled		Water/Glycol
Total battery weight	Kg	2x330
Total battery dimensions	mm	1780/440/610



TCU Rail

Cooling capacity	kW	8
Heating capacity	W	500
Supply voltage compressor	V AC	400
Supply voltage other	V DC	24
Coolant flow rate	l/h	1600
Max. coolant pressure	bar	1
Weight	Kg	170
Dimensions l/w/h	mm	1700/430/600
Operating temperature ²	°C	-30 - 45



Efficienza energetica

Grazie all'innovativo sistema intelligente di supporto alla guida e controllo della propulsione (**Driver Assistant Manager**) sarà possibile razionalizzare i consumi, ridurre le emissioni di CO2 ed ottenere un significativo aumento dell'efficienza del sistema.

Il veicolo prescelto sarà inoltre dotato di un sistema di **accessori e dispositivi** che consentono una **notevole riduzione dei consumi e, conseguentemente delle immissioni**:

- energy Saver;
- innovativo motore magnetico permanente;
- recupero di energia in frenata e decelerazione;
- innovativo sistema di raffreddamento dei carrelli;
- sistema ottimizzato di climatizzazione.



Ricarica delle batterie

Il sistema di ricarica proposto è stato selezionato per offrire la **migliore combinazione possibile tra costi di costruzione e gestione**, efficienza funzionale e, soprattutto, riduzione degli impatti.

Tale sistema prevede la **ricarica notturna nei depositi** che potranno essere alimentati anche attraverso pannelli fotovoltaici, garantendo la ricarica completa nelle ore in cui quando il rotabile non è in servizio.

Durante il servizio verrà applicato il sistema del così detto **“opportuniy charging”** che permette la ricarica in fase di frenata e in corrispondenza di alcune fermate speciali e uno specifico sistema di **power management** ampiamente collaudato.



Ricarica delle batterie

I dati analizzati e i report di alcune ditte costruttrici evidenziano infatti come sia opportuno mantenere la carica delle batterie all'interno del **range ottimale 45%-65%**, pertanto si è accuratamente definita la localizzazione dei punti di ricarica delle batterie lungo il percorso, garantendo una distanza tra due ricariche successive di circa 2,5 Km, che assicura un ampio margine di sicurezza.

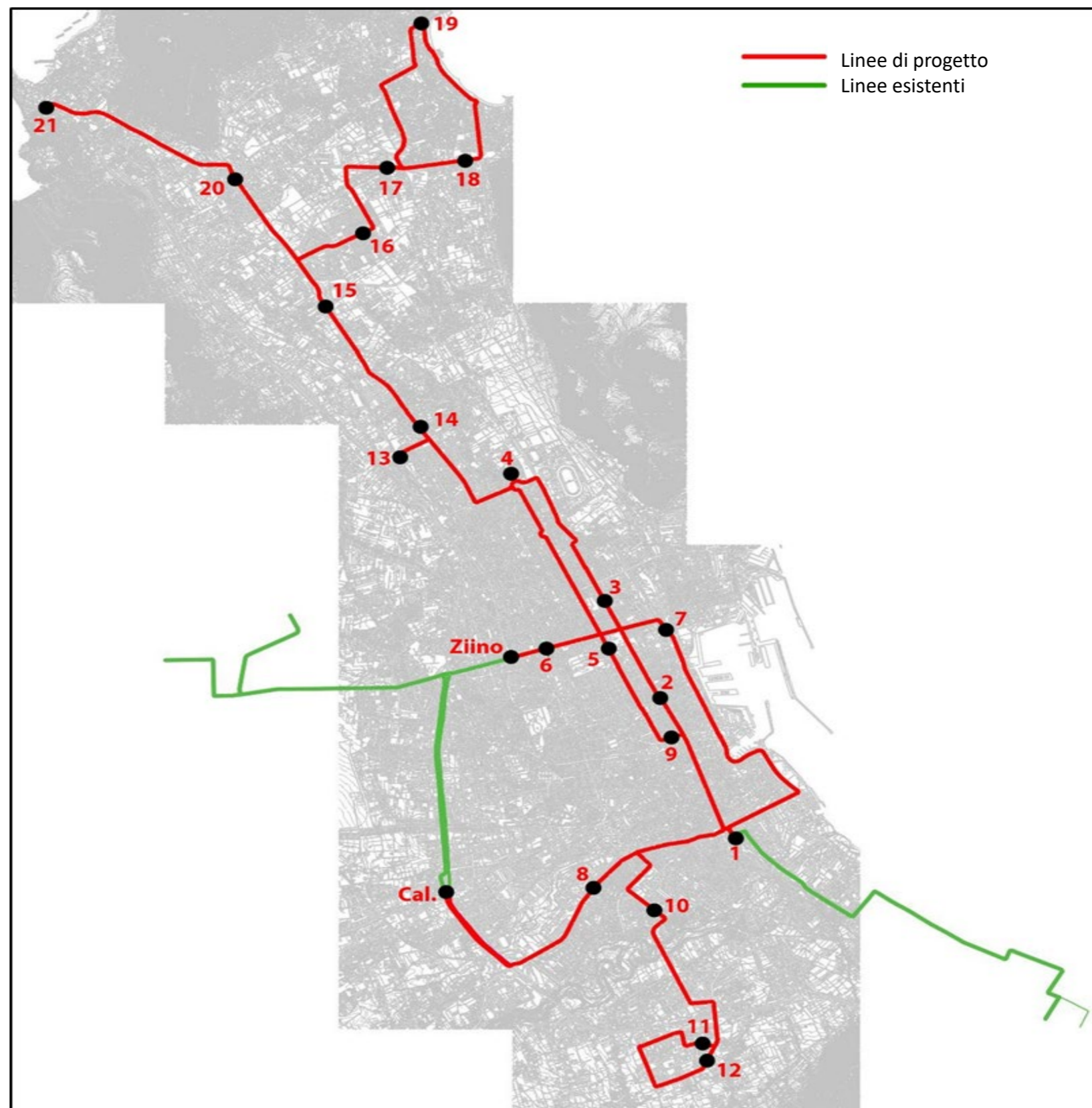
Sono stati pertanto individuati 21 punti di ricarica di cui:

- **15 fermate speciali** lungo linea
- **6 capolinea/terminal di ricarica**

Nel calcolo sono stati considerati i tratti delle linee esistenti in cui è presente la catenaria lungo i quali i tram potranno sollevare il pantografo ricevendo alimentazione elettrica costante.



PUNTI DI RICARICA
1 - Stazione Centrale
2 - Borgo Vecchio
3 - Villabianca
4 - Villa Sofia
5 - Giardino Inglese
6 - Stazione Notarbartolo
7 - Giachery
8 - Università/Polo Didattico/ Ingegneria
9 - Teatro Massimo
10 - ISMETT
11 - Bassotto
12 - Spinone
13 - Francia
14 - Ingegneros
15 - Velodromo
16 - Pertini
17 - Olimpo
18 - Venere
19 - Mondello
20 - Bolivar
21 - Sferracavallo
Cal. - Svincolo Calatafimi
Ziino - Piazza Ottavio Ziino



Distanze fermate (m)	
1-2	2.017
2-3	1.488
3-4	2.218
4-5	2.417
5-9	1.486
9-1	1.602
6-7	1.450
1-8	1.910
6-5	870
2-6	1.945
7-3	995
8-Cal.	2.708
Cal.-8	2.840
6-Ziino	390
1-10	2.198
10-11	2.421
11-12	2.276
12-10	2.441
4-13	2.048
4-14	1.482
13-14	579
14-15	1.955
15-16	1.591
16-18	2.287
18-19	2.283
19-17	2.393
17-16	1.454
15-20	1.974
20-21	2.539



Rumorosità e vibrazioni

Il livello di **rumore generato** dal veicolo a 7,5 m dalla mezzera del binario, nelle condizioni definite dalla norma ISO3095, alla velocità di 60 km/h, dovrà essere **inferiore a 80 dB(A)**.

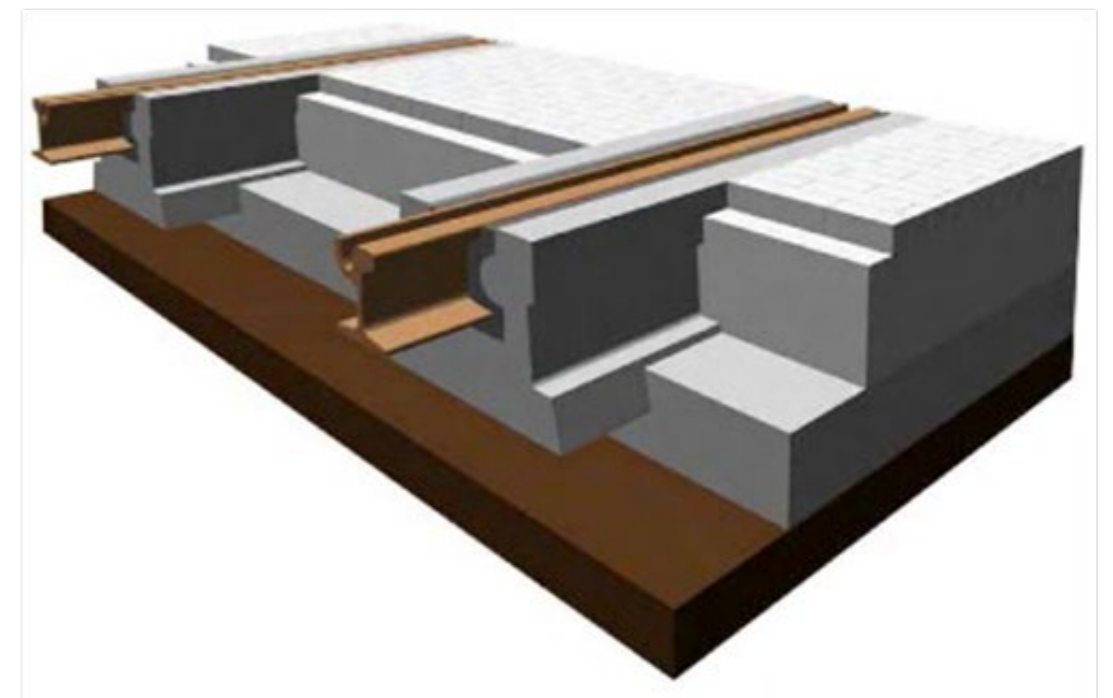
Le emissioni vibro-acustico delle tranvie o metrotranvie, operanti di norma con velocità massime dell'ordine dei 40 Km/h, sono determinate principalmente dai **solli fenomeni di contatto ruota-rotaia** (rotolamento, impatto e strisciamento), in quanto per trazioni elettriche, ancor più a batteria, e veicoli moderni il rumore provocato dai motori ed il rumore aerodinamico sono assolutamente trascurabili.



Rumorosità e vibrazioni Soluzioni innovative

Le soluzioni innovative sviluppate negli ultimi anni coprono una vasta panoramica:

- **Armamenti antivibranti isolati “a massa flottante”**. La posa del binario su manufatti massivi in calcestruzzo nei quali sono presenti consistenti blocchi di calcestruzzo (di massa almeno pari a 2/3 mila chili per metro di binario, sino anche a valori di 8 mila chili) “sospesi” su adeguati **materassini resilienti continui o su manufatti elastomerici discreti** di sostegno degli stessi blocchi in calcestruzzo (prefabbricati o gettati in opera, con armatura lenta o di precompressione).



Rumorosità e vibrazioni

Soluzioni innovative

- **Interventi sull'organo di attacco del binario.** Le caratteristiche meccaniche dell'organo di attacco delle rotaie sono determinanti per quanto riguarda le caratteristiche di elasticità, dissipazione e lunghezze di fononirraggiamento del binario che hanno certamente ricadute di tipo attivo in quanto influiscono sui meccanismi connessi con l'emissione del rumore.
- **Interventi sulle rotaie** (di natura sia passiva che attiva) attraverso il rivestimento (con manufatti e/o prodotti di tipo elastomerico) delle superfici della rotaia, capaci di influire sull'emissione acustica in relazione a differenti aspetti: riduzione, per rapido smorzamento delle oscillazioni; intervento sul coefficiente di irraggiamento della rotaia ossia del parametro che esprime la capacità della superficie in vibrazione di trasmettere le oscillazioni all'aria immediatamente circostante; tale parametro, elevato per le superfici metalliche, può essere più contenuto per superfici trattate con prodotti/materiali denominati impropriamente "antirombo".



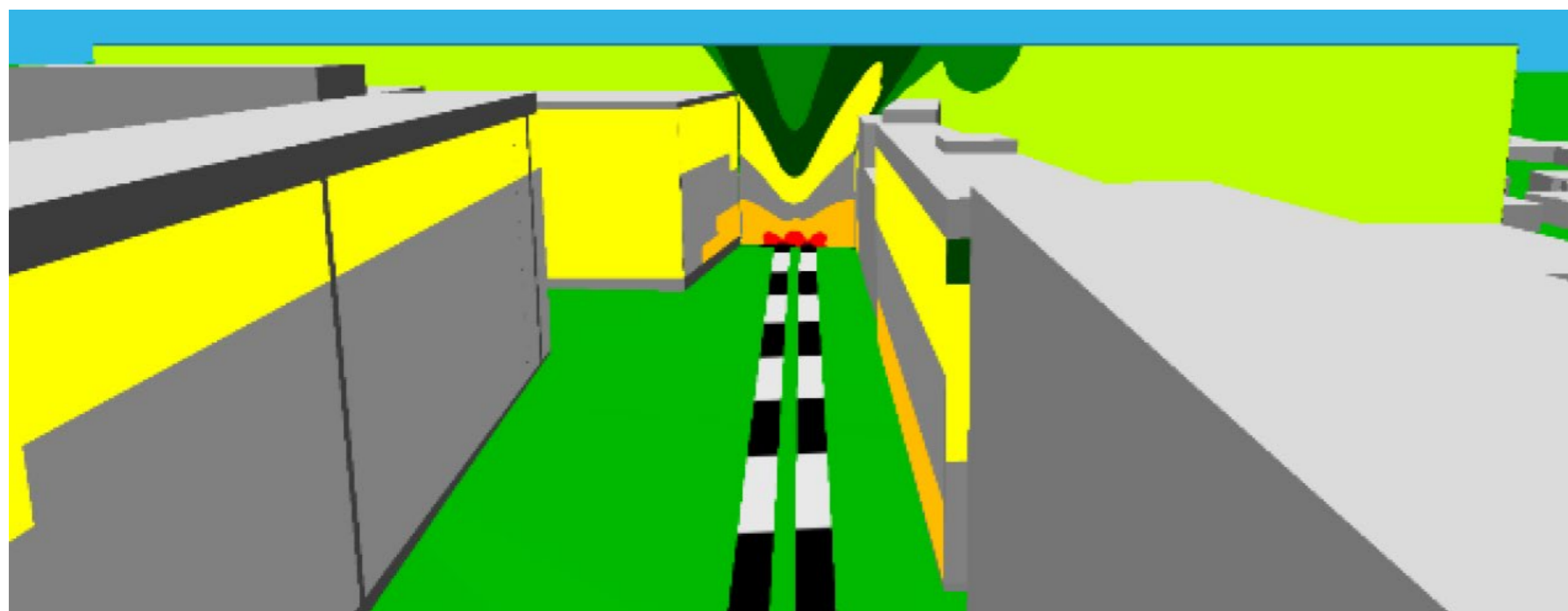
Rumorosità e vibrazioni

Soluzioni innovative

- **Sistemi di monitoraggio.** Il mantenimento della geometria del binario e il controllo dell'usura delle superfici di rotolamento (marezzature del binario e spianature delle ruote) sono di estrema importanza per contenere in modo attivo il disturbo vibro-acustico. Il monitoraggio continuo delle tranvie consente di attivare per tempo ed in modo mirato gli interventi manutentivi sul binario (riallineamenti e molature) e sui veicoli (torniture dei cerchioni e eliminazione di mal funzionamenti). Modalità integrate di monitoraggio prevedono sia il controllo di tutte le vetture con l'allestimento di un sistema a terra in grado di riconoscere i veicoli in transito, sia l'esame del tracciato mediante una strumentazione installata su una vettura in grado di rilevare in marcia la posizione lungo il tracciato.
- **Sistema di lubrificazione delle rotaie tranviarie** costituito da un impianto posato in prossimità di curve di raggio ridotto che permette l'ingrassaggio e lubrificazione delle rotaie con appositi grassi lubrificanti ecologici e non inquinanti. Questo sistema permette di ridurre il rumore e l'usura provocato dallo strisciamento delle ruote con le rotaie al passaggio del convoglio.

Rumorosità Simulazioni

L'analisi acustica delle aree e la determinazione degli interventi di mitigazione, sono stati effettuati con l'ausilio del modello di simulazione CadnaA 2020 MR1 della DataKustik GmbH.



Componente rumore in fase di esercizio – Via Roma – Distribuzione isofoniche su sezione verticale



Componente rumore in fase di esercizio – Via Roma – Distribuzione isofoniche h=4 m

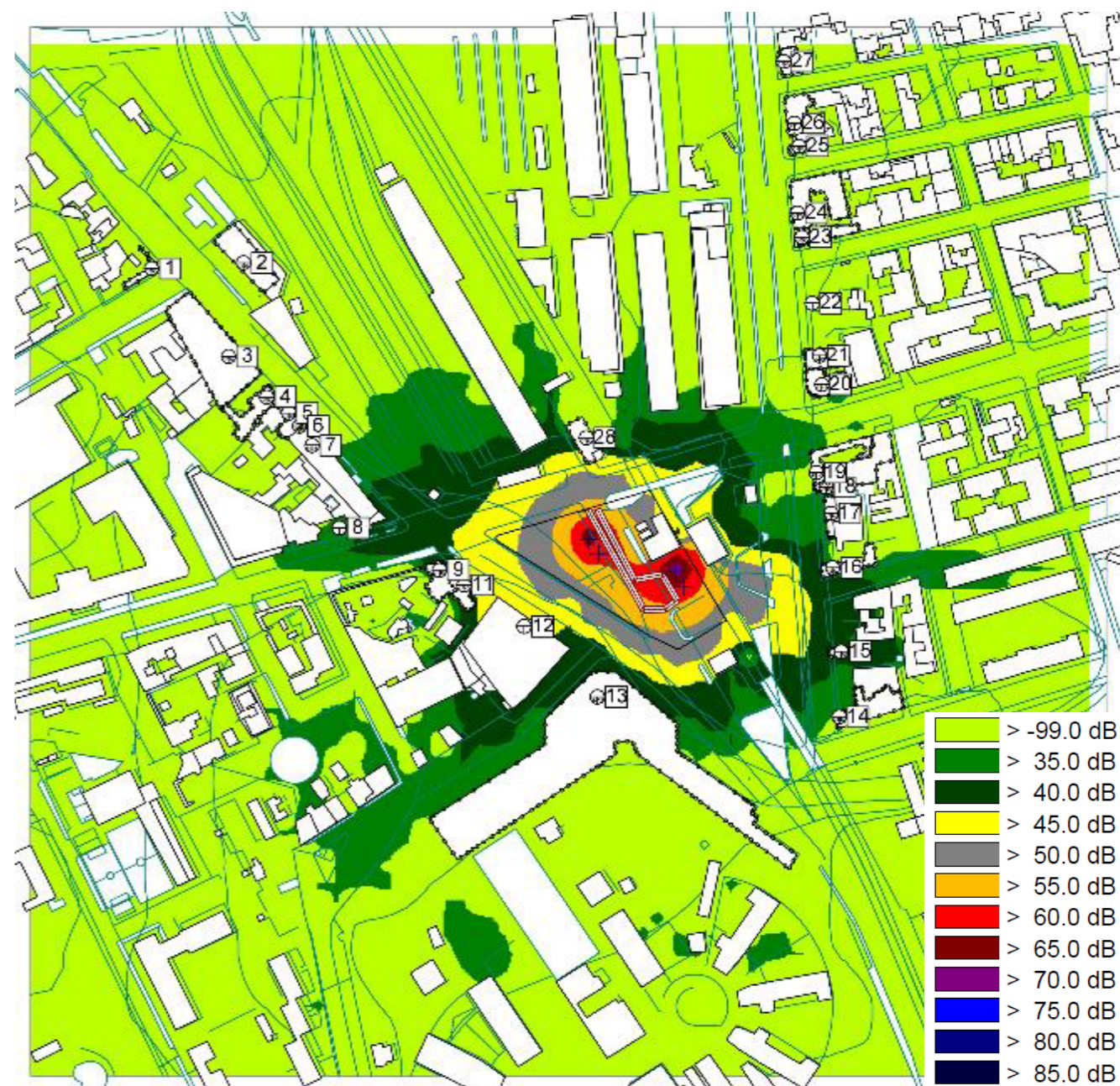


Rumorosità Simulazioni

L'analisi acustica delle aree e la determinazione degli interventi di mitigazione, sono stati effettuati con l'ausilio del modello di Simulazione CadnaA 2020 MR1 della DataKustik GmbH.



Componente rumore in fase di cantiere – Cantiere base Giachery – Distribuzione isofoniche

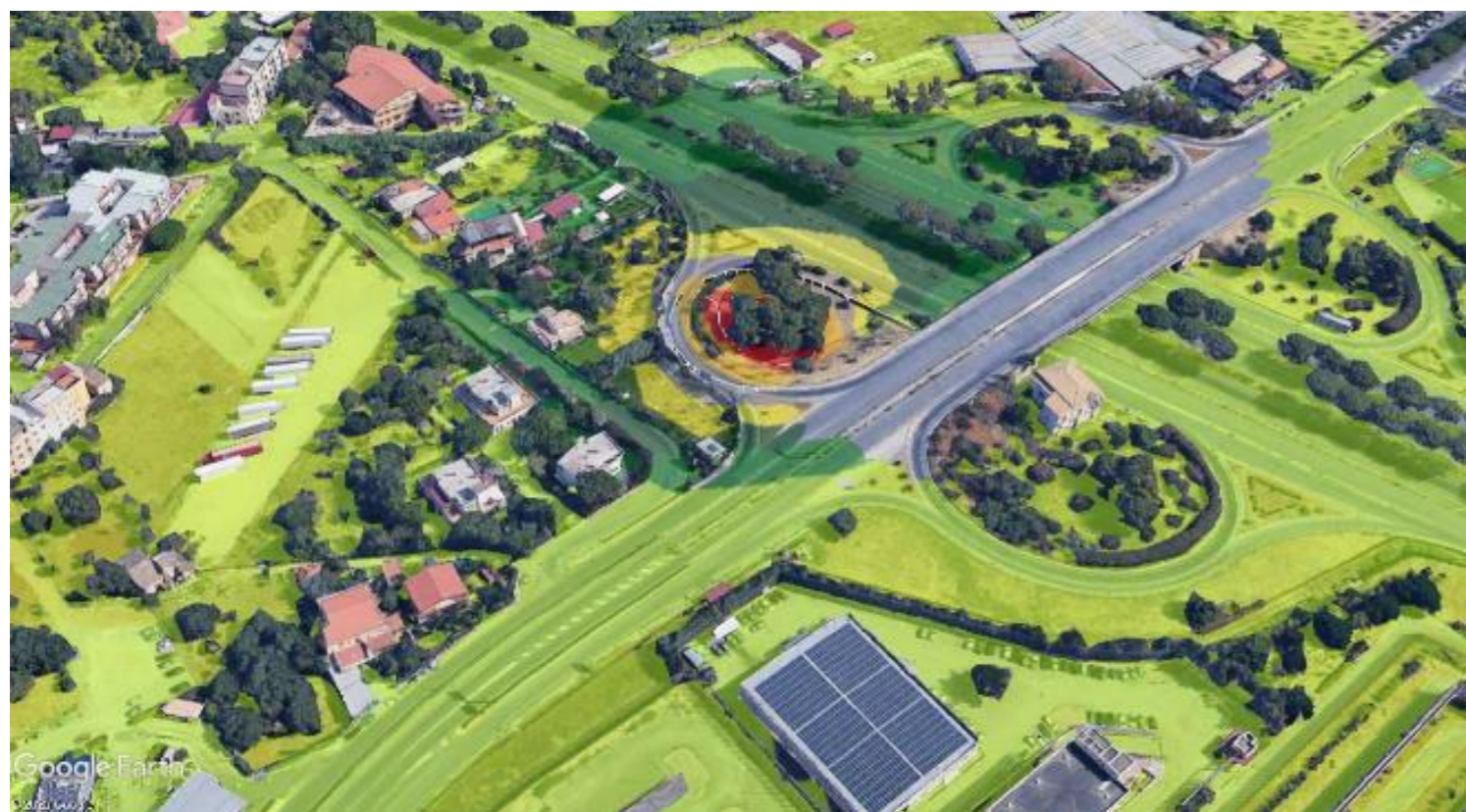


Componente rumore in fase di cantiere – Cantiere base Giachery – Distribuzione isofoniche h=4 m

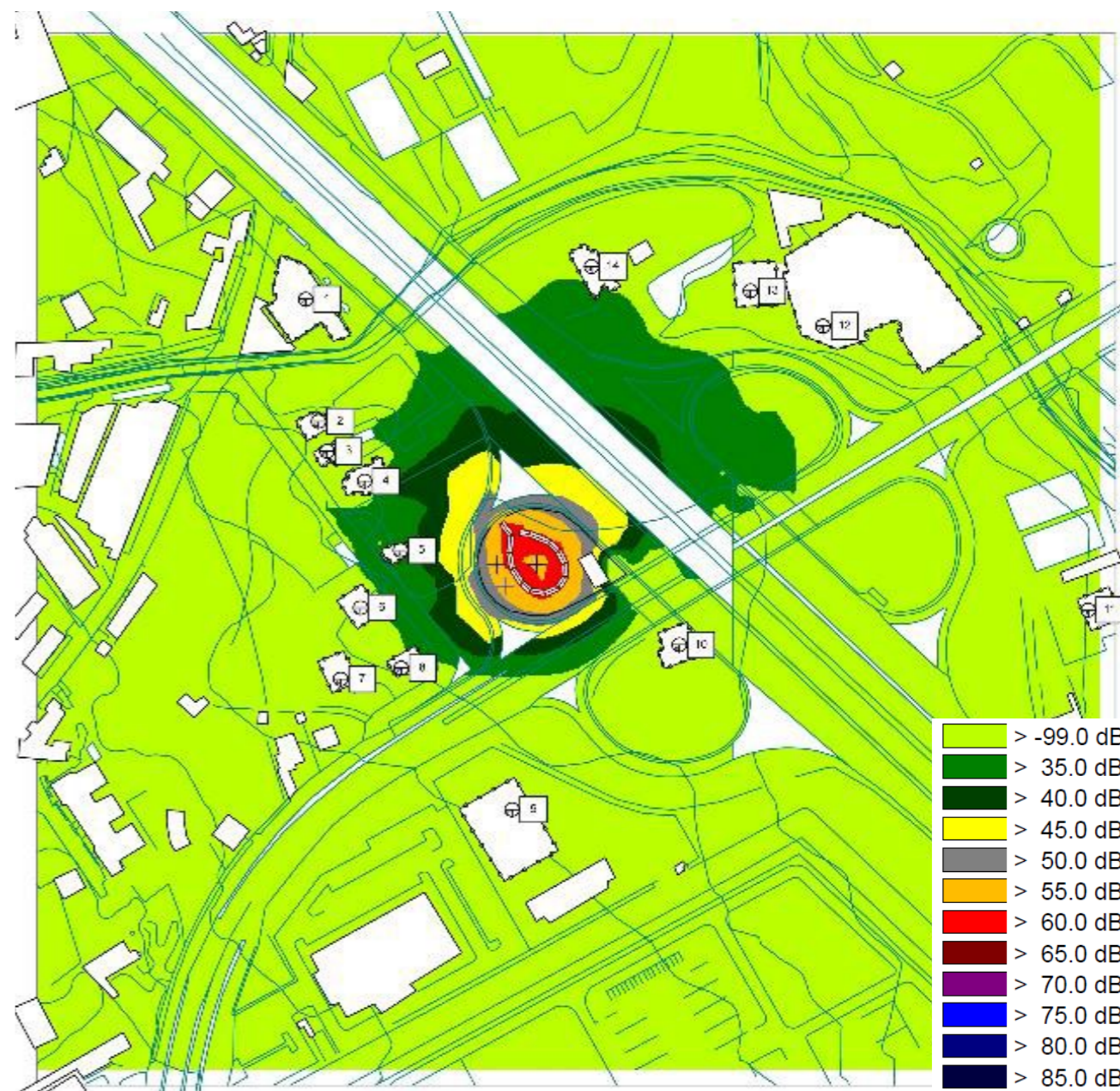


Rumorosità Simulazioni

L'analisi acustica delle aree e la determinazione degli interventi di mitigazione, sono stati effettuati con l'ausilio del modello di Simulazione CadnaA 2020 MR1 della DataKustik GmbH.



Componente rumore in fase di cantiere – Cantiere base Basile – Distribuzione isofoniche



Componente rumore in fase di cantiere – Cantiere base Basile – Distribuzione isofoniche h=4 m

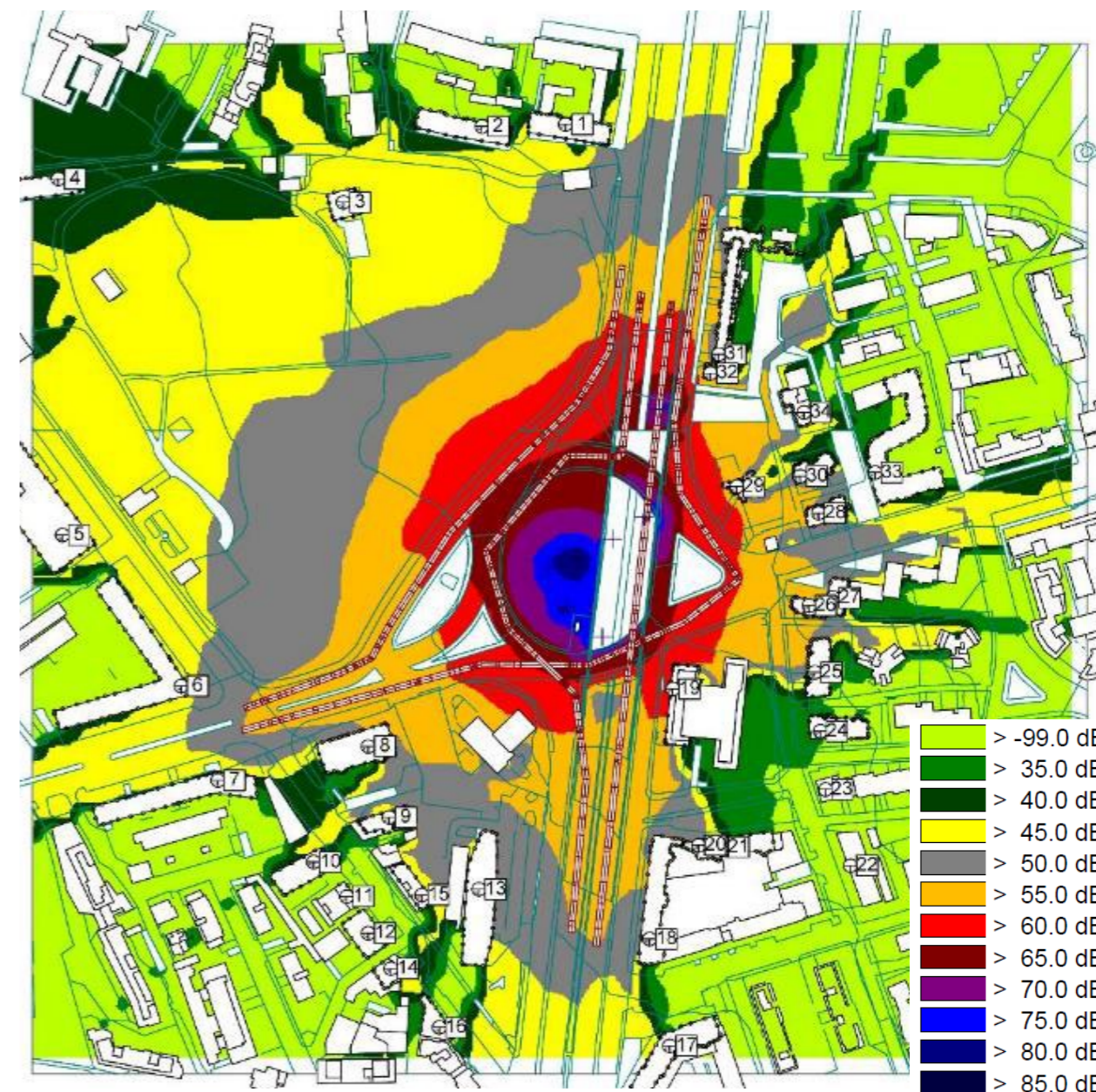


Rumorosità Simulazioni

L'analisi acustica dell'area e la determinazione degli interventi di mitigazione, sono stati effettuati con l'ausilio del modello di Simulazione CadnaA 2020 MR1 della DataKustik GmbH.



Componente rumore in fase di cantiere – Cantiere operativo Einstein – Distribuzione isofoniche



Componente rumore in fase di cantiere – Cantiere operativo Einstein – Distribuzione isofoniche h=4 m

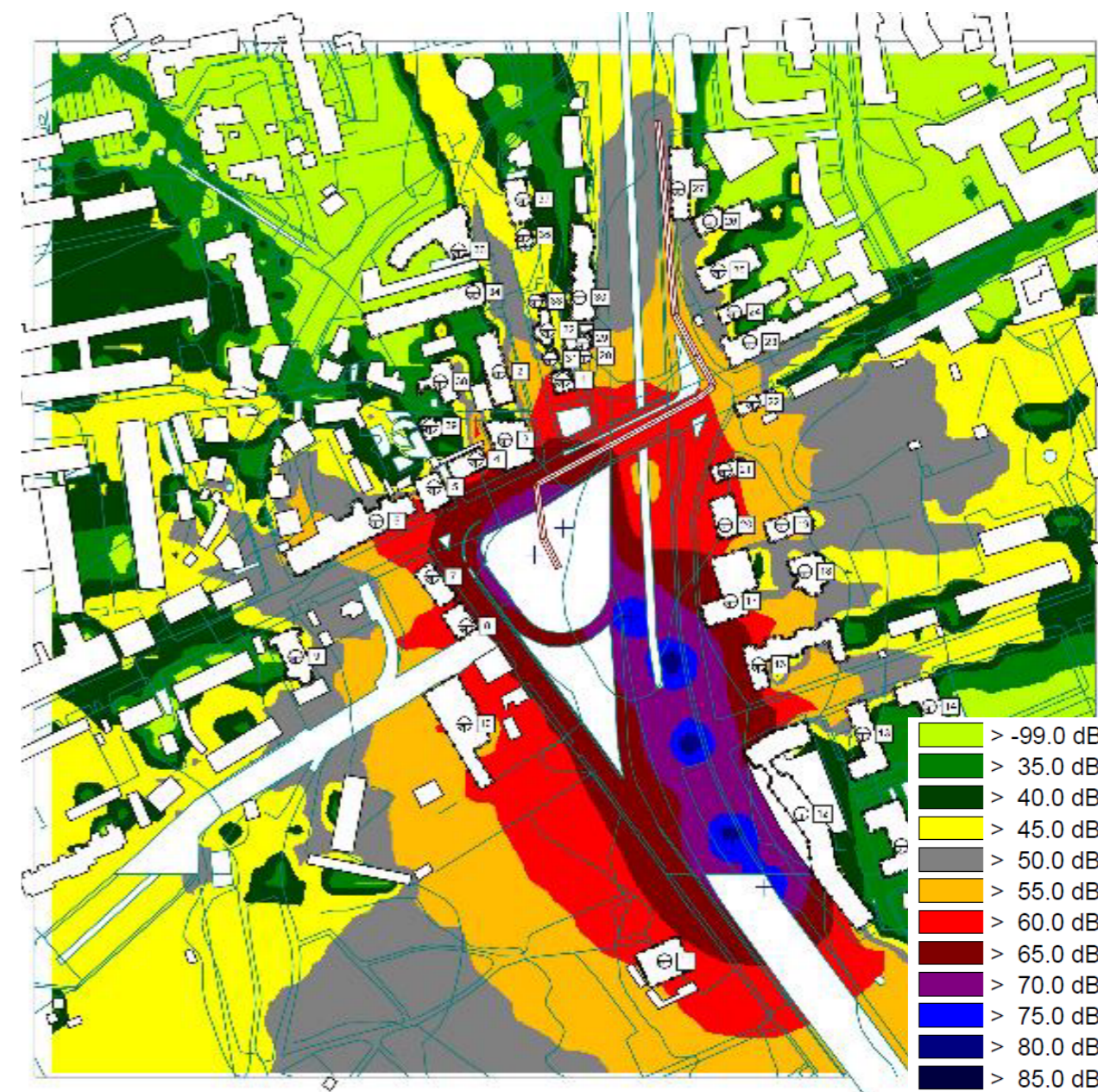


Rumorosità Simulazioni

L'analisi acustica delle aree e la determinazione degli interventi di mitigazione, sono stati effettuati con l'ausilio del modello di Simulazione CadnaA 2020 MR1 della DataKustik GmbH.



Componente rumore in fase di cantiere – Cantiere operativo Calatafimi – Distribuzione isofoniche

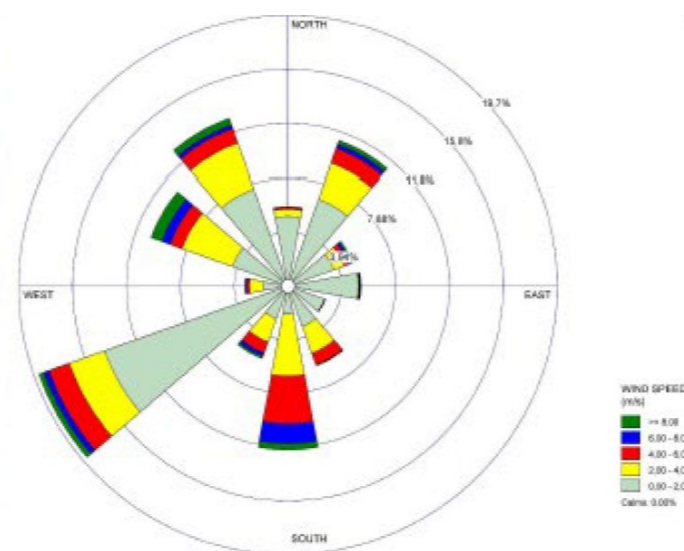


Componente rumore in fase di cantiere – Cantiere operativo Calatafimi – Distribuzione isofoniche h=4 m

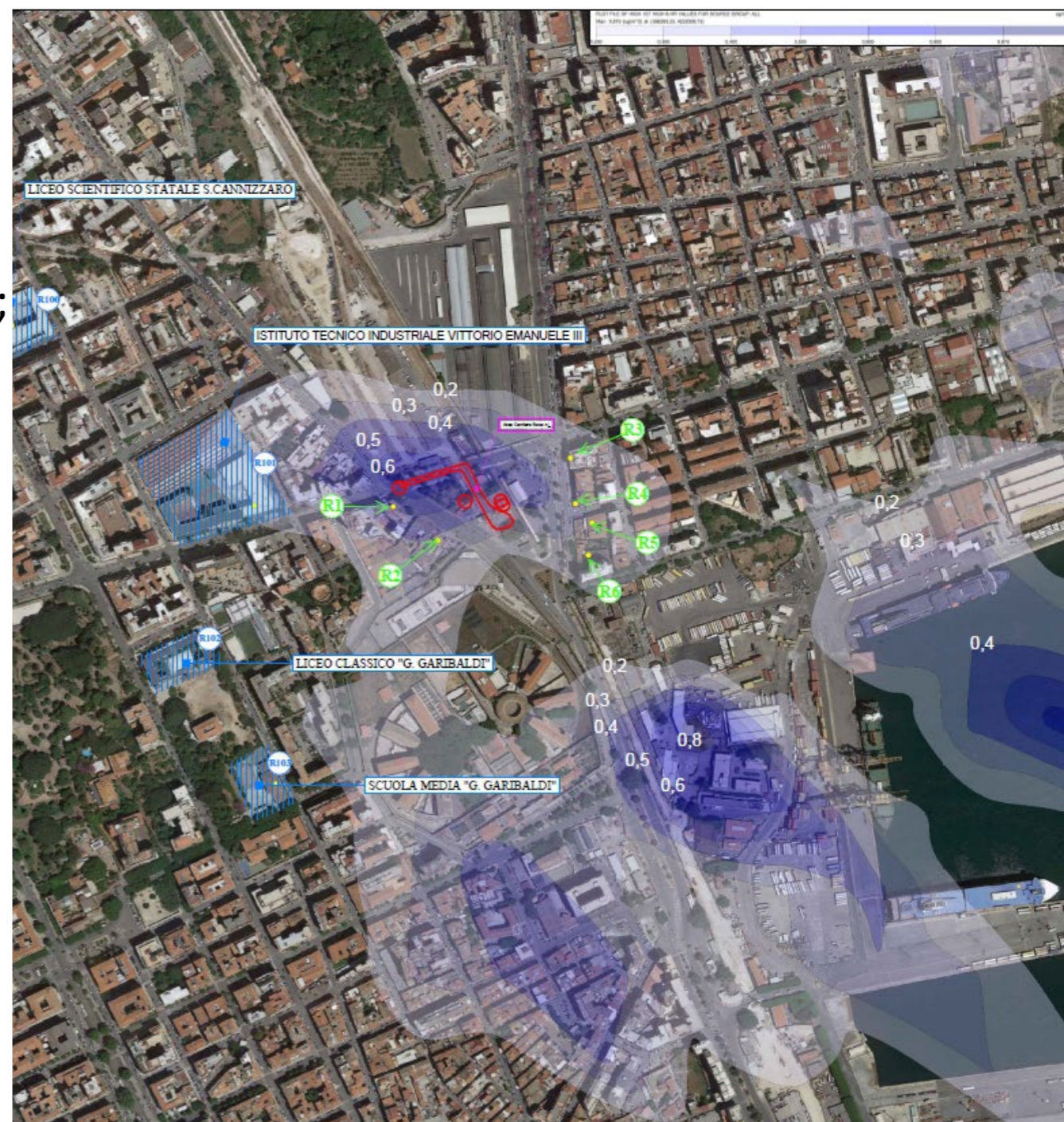


Propagazione CO Simulazioni

Il software utilizzato è AERMOD View nella versione 9.9.0 che supporta il codice di calcolo AERMOD dell'US-EPA n. 18081; in base alle linee guida degli enti internazionali per la protezione dell'ambiente (EPA Environmental Protection Agency e EEA European Environment Agency), AERMOD è riconosciuto tra gli strumenti modellistici raccomandati per le analisi di qualità dell'aria.



Propagazione CO Cantiere Base 01 "GIACHERY"
 massima media calcolata su otto ore

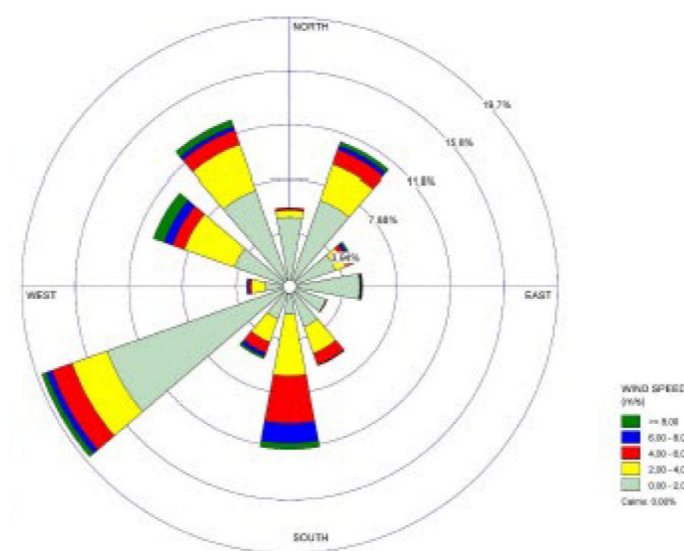


Modellazione atmosferica – Mappa orizzontale di propagazione (curve isolivello di concentrazione) - Cantiere base Giachery



Propagazione CO Simulazioni

Il software utilizzato è AERMOD View nella versione 9.9.0 che supporta il codice di calcolo AERMOD dell'US-EPA n. 18081; in base alle linee guida degli enti internazionali per la protezione dell'ambiente (EPA Environmental Protection Agency e EEA European Environment Agency), AERMOD è riconosciuto tra gli strumenti modellistici raccomandati per le analisi di qualità dell'aria.



Propagazione CO Cantiere Base 02 "BASILE"
 massima media calcolata su otto ore



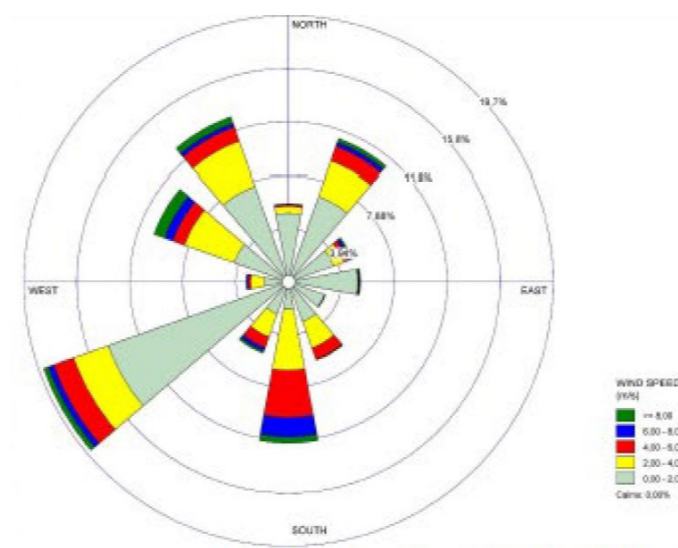
Modellazione atmosferica – Mappa orizzontale di propagazione (curve isolivello di concentrazione) - Cantiere base Basile



Propagazione PM10 media giornaliera

Simulazioni

Il software utilizzato è AERMOD View nella versione 9.9.0 che supporta il codice di calcolo AERMOD dell'US-EPA n. 18081; in base alle linee guida degli enti internazionali per la protezione dell'ambiente (EPA Environmental Protection Agency e EEA European Environment Agency), AERMOD è riconosciuto tra gli strumenti modellistici raccomandati per le analisi di qualità dell'aria.



Propagazione PM10 Cantiere Base 01 "GIACHERY" massima media giornaliera



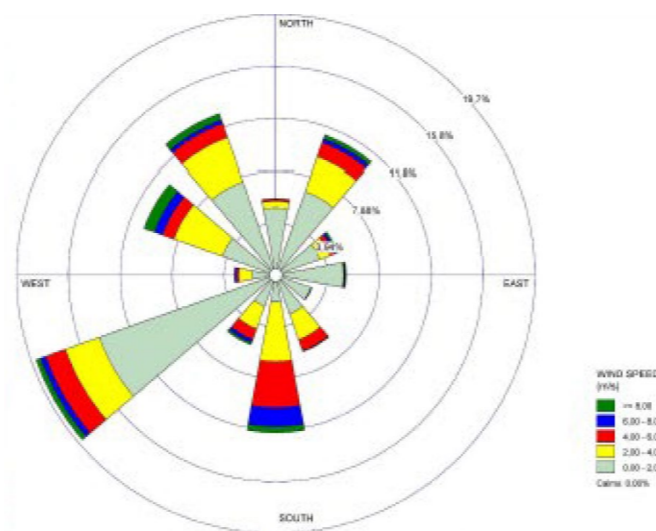
Modellazione atmosferica – Mappa orizzontale di propagazione (curve isolivello di concentrazione) - Cantiere base Giachery



Propagazione PM10 media annua

Simulazioni

Il software utilizzato è AERMOD View nella versione 9.9.0 che supporta il codice di calcolo AERMOD dell'US-EPA n. 18081; in base alle linee guida degli enti internazionali per la protezione dell'ambiente (EPA Environmental Protection Agency e EEA European Environment Agency), AERMOD è riconosciuto tra gli strumenti modellistici raccomandati per le analisi di qualità dell'aria.



Propagazione PM10 Cantiere Base 01 "GIACHERY" media annuale



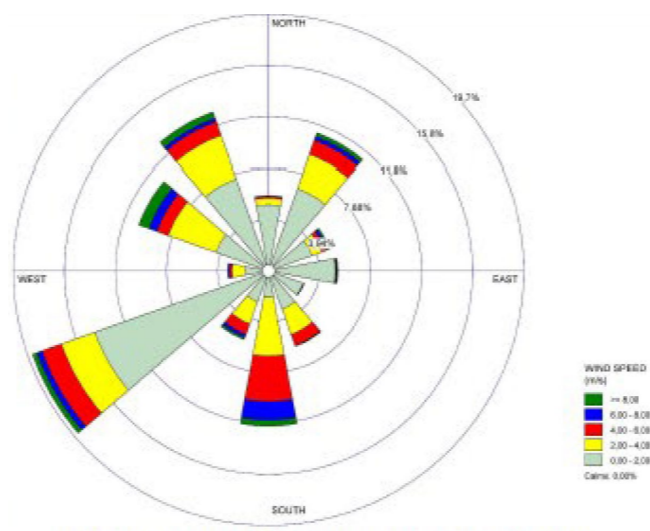
Modellazione atmosferica – Mappa orizzontale di propagazione (curve isolivello di concentrazione) - Cantiere base Giachery



Propagazione PM10 media giornaliera

Simulazioni

Il software utilizzato è AERMOD View nella versione 9.9.0 che supporta il codice di calcolo AERMOD dell'US-EPA n. 18081; in base alle linee guida degli enti internazionali per la protezione dell'ambiente (EPA Environmental Protection Agency e EEA European Environment Agency), AERMOD è riconosciuto tra gli strumenti modellistici raccomandati per le analisi di qualità dell'aria.



Propagazione PM10 Cantiere Base 02 "BASILE" massima media giornaliera



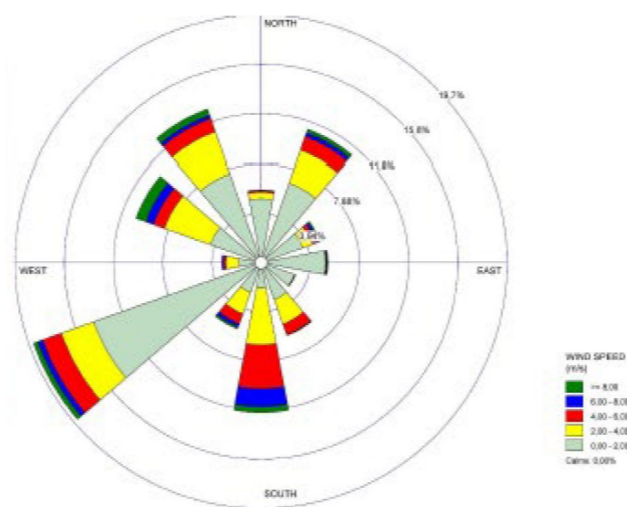
Modellazione atmosferica – Mappa orizzontale di propagazione (curve isolivello di concentrazione) - Cantiere base Basile



Propagazione PM10 media annua

Simulazioni

Il software utilizzato è AERMOD View nella versione 9.9.0 che supporta il codice di calcolo AERMOD dell'US-EPA n. 18081; in base alle linee guida degli enti internazionali per la protezione dell'ambiente (EPA Environmental Protection Agency e EEA European Environment Agency), AERMOD è riconosciuto tra gli strumenti modellistici raccomandati per le analisi di qualità dell'aria.



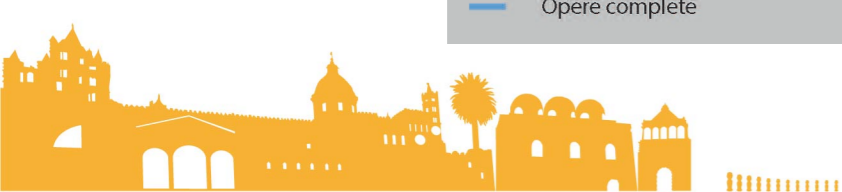
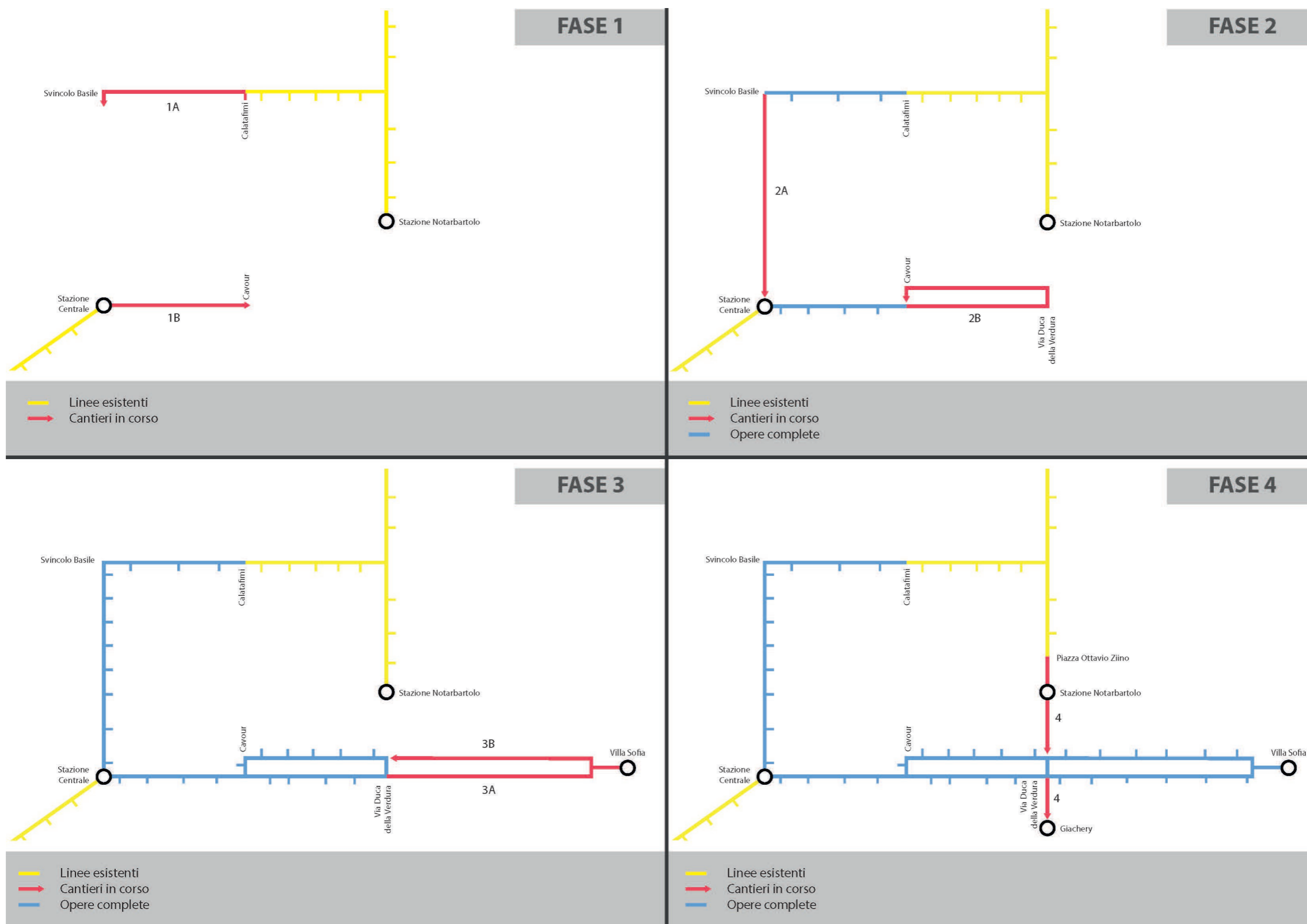
Propagazione PM10 Cantiere Base 02 "BASILE" media annua



Modellazione atmosferica – Mappa orizzontale di propagazione (curve isolivello di concentrazione) - Cantiere base Basile



Cantierizzazione

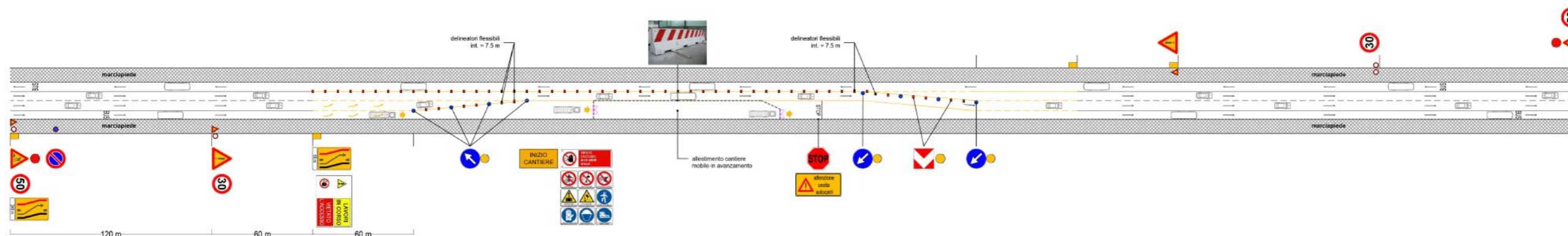
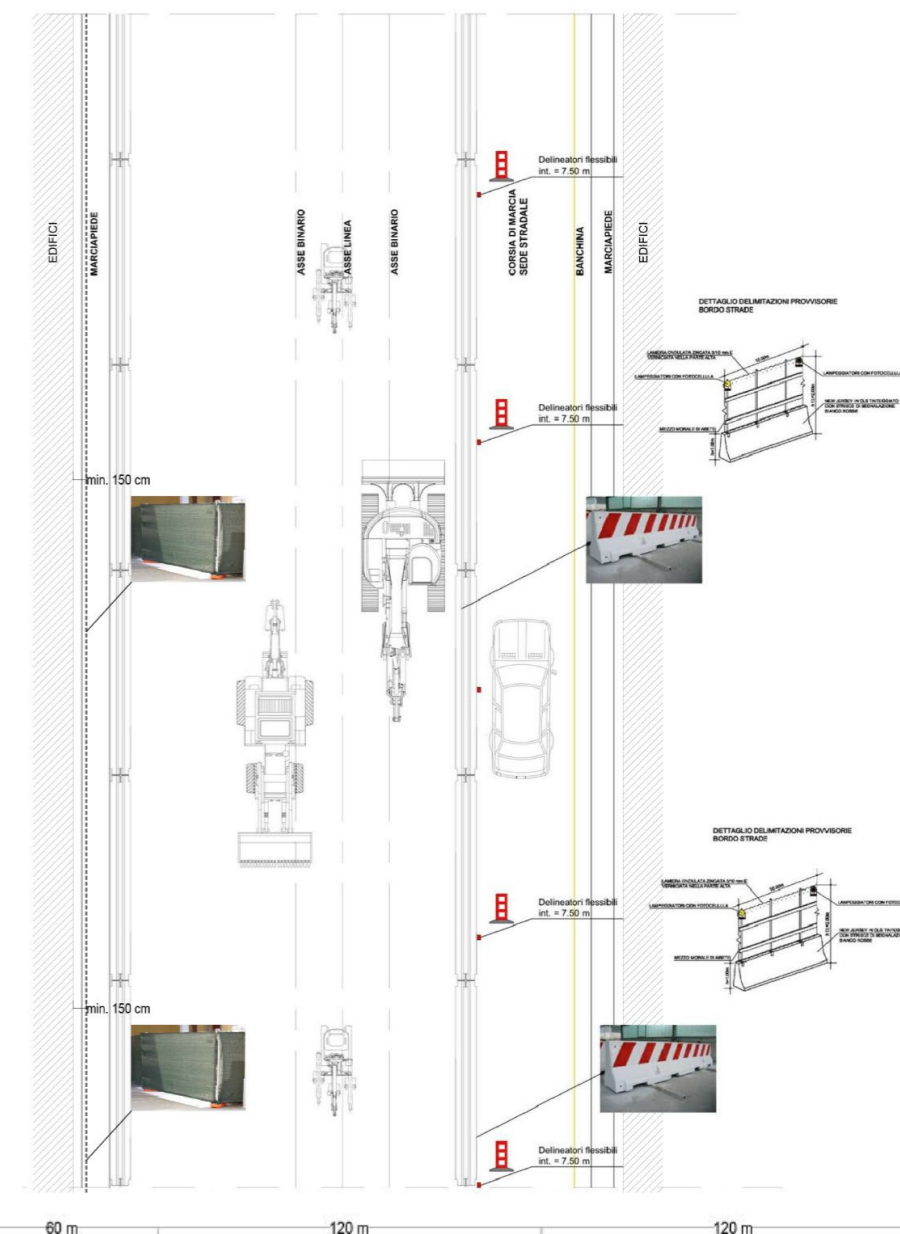


Cantierizzazione

Cantieri campo base: **Giachery e Basile**

Cantieri mobili: gestione operativa in progressione per tratti da max. 100 m

Le fasi di cantiere sono state progettate in modo da garantire la realizzazione dell'opera nel **minor tempo possibile** e con i **minori disagi** per la cittadinanza.



Impatto acustico e luminoso del veicolo

L'illuminazione, realizzata con **tecnologia LED**, sarà del tipo e emissione indiretta e garantirà una luminosità interna media di 350 ± 50 lux, in ottemperanza di quanto previsto dalla norma UNI EN 13272:2003.

Le superfici avranno inoltre un coefficiente di riflessione tale da evitare l'abbagliamento.

Particolare attenzione è stata posta, inoltre, al **prevenire e controllare le emissioni acustiche del veicolo** in tutte le condizioni di esercizio con particolare attenzione alle sorgenti interne (impianto di condizionamento, impianto di ricircolo dell'aria, apertura/chiusura porte), all'interazione ruota/rotaia e al rumore aerodinamico. Il rotabile sarà progettato adoperando soluzioni tali affinché la rumorosità all'interno del comparto non superi mai i 75 DB.



Componenti tecnologiche

Al fine di garantire **i migliori standard in termini di affidabilità gestionale**, partendo dallo studio dall'attuale sistema di gestione, è stata sviluppata una proposta progettuale basata sulle più moderne e affidabili tecnologie esistenti sul mercato che integra diverse tecnologie dei sistemi di **controllo centralizzato**:

- **posizionamento della vettura** e rilievo delle caratteristiche del moto, direzione, velocità, accelerazione;
- **programmazione semaforica** per ogni incrocio (punto di conflitto) per attuare i cicli di via libera differenziati nell'arco delle 24 h e della settimana;
- **telesorveglianza** delle aree critiche;
- **centro di controllo del traffico** tram;
- **interfaccia** con comando della **polizia urbana**.



Componenti tecnologiche

Il **rilievo della posizione** e di tutte le informazioni dalla vettura in transito sarà effettuato da un sistema di **borchie** annegate nell'interasse binari che, al passaggio del mezzo, ricevono, tramite **sensori**, tutte le informazioni dalla vettura in transito e le trasmettono al **centro di controllo** della flotta. Questo sistema di rilevamento è più preciso degli usuali sistemi "per tratta", caratteristici dell'esercizio ferroviario.

Il sistema a borchie inoltre consente in automatico e senza coinvolgere il centro di controllo:

- di verificare la **distanza minima** tra due vetture;
- di attivare, al passaggio del tram, i **sensori di prossimità sia luminosi che acustici** per garantire la **permeabilità dei percorsi**;
- di interfacciarsi localmente con **apparecchi semaforici pedonali** "a richiesta" per consentire un via libera in sicurezza.



Componenti tecnologiche

La programmazione semaforica sarà interfacciata con il centro di controllo della flotta di tram circolanti e potrà operare:

- in base alla programmazione preimpostata;
- essere assoggettata al centro di controllo della flotta;
- in controllo in locale.

Il **centro di controllo**, all'avvicinarsi di una vettura ad un incrocio, provvede a controllare l'ora di passaggio con il programma di transito e, conseguentemente, agire:

- mantenendo immutato il ciclo preimpostato per tram in anticipo;
- disponendo **linea verde in presenza di tram in ritardo**, rispettando, in ogni caso, il tempo minimo delle fasi semaforiche in corso.



Componenti tecnologiche

Il **sistema di videosorveglianza** sarà dotato di telecamere ad alta definizione e dotate di tecnologia di **rilevamento di ostacoli**, per consentire al sistema di reagire in presenza di ostacoli sulla sede tramviaria lanciando un allarme e, interfacciandosi con il sistema di controllo semaforico, richiederà in via prioritaria **via libera per sgomberare la sede tram**, e solo successivamente, attiverà la greenway tramviaria. Il controllo semaforico su sede locale sarà gestito per tutte le altre situazioni di emergenza.

Con questo sistema si ottiene il vantaggio di ottenere una **greenway** minimizzando comunque le penalizzazioni del traffico veicolare.

Il sistema di rilevamento della posizione del tram è inoltre bidirezionale e pertanto consente di ricevere dalla vettura in transito i dati relativi alla effettiva disponibilità di posti per portatori di handicap o per biciclette e il grado di affollamento delle vetture.



Sistema di controllo centralizzato

Il sistema di controllo centralizzato della rete tranviaria ha lo scopo di effettuare una analisi dettagliata di ciascun incrocio presente lungo il percorso, della localizzazione dei tram in linea, il distanziamento dei tram lungo linea e in entrata nel deposito. Il tutto rivolto ad ottenere una maggiore regolarità di esercizio e predisporre gli incroci tranviari / veicolari / pedonali in modo che il tram abbia la priorità semaforica al passaggio degli incroci tranviari rispetto alla viabilità ordinaria.

Questo sistema, privo di sensori e di cavi lungo la linea, è sostanzialmente privo di manutenzione.



Pensiline

Si è studiata una tipologia di fermata in grado di contenere in sé una serie di elementi di arredo e adattabile a diverse esigenze, funzionale a generare di per sé una riqualificazione degli spazi urbani.

Il sistema di fermata è stato articolato con una modularità ed adattabilità in funzione dello spazio urbano in cui si inserisce. Da ciò ne derivano 4 layout:

- singolo palo;
- modulo-base di pensilina dalla quale vengono sviluppate le ulteriori alternative caratterizzate in relazione alle necessità funzionali rispetto alla localizzazione della fermata, alla disponibilità di spazio e al “carico” previsto;
- fermate di ricarica,
- terminal.

In tutte le conformazioni sono stati sviluppati gli aspetti funzionali e tecnologici, dedicati ai portatori di handicap.



Pensiline

Da luogo di attesa **le fermate diventano spazio di condivisione** delle informazioni; la scelta di tecnologie di comunicazione, anche interattive, sviluppa l'interesse del fruitore nel ricevere informazioni di varia natura: commerciale, turistica, ecc.. oltre a quelle relative al tram, localizzazione della fermata, stop successivi, tempi di attesa, coincidenze e interscambio con altri vettori, parcheggi e chiamate taxi, parcheggi bike sharing.

I sistemi di comunicazione avviseranno dell'arrivo della vettura, della disponibilità dei posti per diversamente abili e per biciclette, il grado di affollamento, il tempo per l'arrivo della successiva vettura con la stessa destinazione. Saranno inoltre disponibili **reti Wi-Fi, prese di corrente USB** per la ricarica dei più comuni device portatili e spazi per installazioni pubblicitarie.



Sistema Tram Palermo – Fase II

Progetto delle Nuove Linee Tranviarie della Città di Palermo

Tecnologia e sostenibilità

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

