Città di Palermo

AREA TECNICA DELLA RIQUALIFICAZIONE URBANA E DELLE INFRASTRUTTURE

Sindaco Prof. Leoluca Orlando

Assessore Emilio Arcuri

Capo Area Arch. Mario Li Castri

Dirigente Ufficio Infrastrutture
Ing. Concetto Di Mauro

R.U.P. Ing. Marco Ciralli

staff del R.U.P.:
Arch. Alessandro Augello
Geom. Mario Cuffaro

ASSESSORATO DELLA RIQUALIFICAZIONE URBANA E DELLE INFRASTRUTTURE

Ing. G. Letizia - coordinatore gruppo progettazione - aspetti strutturali e geotecnici
Arch. G. Cabasino - progettazione tranviaria e rappresentazione grafica - aspetti urbanistici
Arch. S. Cannistraro - progettazione tranviaria e rappresentazione grafica - aspetti urbanistici
Ing. A. Martorana - progettazione tranviaria - aspetti urbanistici
Ing. N. Salfi - aspetti di mobilità urbana e volumi traffico
Arch. G. Liuzzo - aspetti ambientali V.I.A. - V.A.S. - S.I.
Ing. L.Triolo - progettazione impianti tecnologici
Dott. geologo G. Vinti - aspetti geologici e idrogeologici
Geom. S. Francaviglia - analisi dei costi
Geom. F. Ribbeni - problematiche espropriative

AMAT PALERMO S.P.A.

Ing. G. Rossi
Ing. M. Pellerito

VISTI

STUDIO DI FATTIBILITA' PER L'AMPLIAMENTO DEL SISTEMA TRANVIARIO DELLA CITTA' DI PALERMO

- STESURA PRELIMINARE-

vers. 1.0 aprile 2016

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

SOMMARIO

1. CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE **1**
1.1 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO PER LE TRANVIE URBANE **3**

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO ECONOMICO PER L'ANALISI DELLO STATO DI FATTO **12**
2.1 PREMESSA **12**
2.2 ANALISI DEL CONTESTO URBANO E DELLE COMPONENTI SOCIO ECONOMICHE **14**
2.3 ANALISI DELLE CRITICITÀ RISCONTRATE NELLE TRATTE IN PROGETTO **29**
2.4 ANALISI DELLE COMPONENTI GEOLOGICHE **40**
2.5 ANALISI DELLE COMPONENTI AMMINISTRATIVE **48**

3. LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI, TECNICHE, GESTIONALI, ECONOMICO-FINANZIARIE DEI LAVORI DA REALIZZARE **53**
3.1 LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI **53**
3.2 LE CARATTERISTICHE TECNICHE **58**
3.2.1 ASPETTI TRANVIARI E IMPIANTISTICI **58**
3.2.2 MATERIALI ROTABILI – NUOVO DEPOSITO TRAM **75**
3.2.3 ASPETTI STRUTTURALI **85**
3.2.4 VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLE AREE DA ESPROPRIARE E RELATIVI ONERI **97**
3.3 LE CARATTERISTICHE GESTIONALI - IPOTESI DI PROGRAMMA DI ESERCIZIO **98**
3.3.1 CONFIGURAZIONE ATTUALE DEL SISTEMA TRAM DELLA CITTÀ DI PALERMO - PROGRAMMA DI ESERCIZIO **98**
3.3.2 DATI TECNICI DI ESERCIZIO COMMERCIALE - COSTI DI ESERCIZIO **98**
3.3.3 ORARIO DI SERVIZIO **101**
3.4 LE CARATTERISTICHE ECONOMICO-FINANZIARIE **102**

4. ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE RISPETTO ALLA SOLUZIONE REALIZZATIVA INDIVIDUATA **106**
4.1 PREMESSA **106**
4.2 ANALISI DELLE SCELTE PROGETTUALI A MODIFICA DELLE PREVISIONI ORIGINARIE **107**
4.3 ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE RISPETTO ALLA SOLUZIONE REALIZZATIVA INDIVIDUATA **107**

5. VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI REALIZZAZIONE MEDIANTE I CONTRATTI DI PARTENARIATO PUBBLICO PRIVATO DI CUI ALL'ART.3, COMMA 15-TER, DEL CODICE **108**

6. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE E DELLA COMPATIBILITÀ PAESAGGISTICA DELL'INTERVENTO **109**
6.1 REQUISITI DELL'OPERA DA PROGETTARE **109**
6.2 DESCRIZIONE DELLE ARATTERISTICHE E DEI COLLEGAMENTI CON IL CONTESTO NEL QUALE L'INTERVENTOCE SI INSERISCE **113**
6.3 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE IDONEE A SALVAGUARDARE LA TUTELA AMBIENTALE E I VALORI CULTURALI E PAESAGGISTICI **118**

7. NOTE DA PARTE DEGLI ENTI GESTORI DELLE SOTTORETI CITTADINE **127**

8. ANNOTAZIONE FINALE **128**

9. ELENCO DEGLI ELABORATI GRAFICI **129**

1. CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE

Con la presente relazione viene proposto lo ***studio di fattibilità*** relativo all'*Ampliamento del Sistema tranviario della Città di Palermo* per la cui redazione l'Amministrazione Comunale ha costituito un apposito gruppo di lavoro con Determinazioni Dirigenziali del Capo Area tecnica della Riqualificazione Urbana e delle Infrastrutture n. 30 del 24.02.2016 e n. 37 del 15.03.2016.

Detto studio di fattibilità, propedeutico all'inserimento **dell'opera nel Programma Triennale delle Opere Pubbliche,** viene redatto ai sensi del DPR 207/2010 art. 14 con gli elaborati di cui al comma 1.

In merito a tale complesso intervento, in data 30 aprile 2016 il Presidente del Consiglio dei Ministri e il Sindaco della città di Palermo hanno stipulato pubblicamente il **PATTO PER LA CITTÀ DI PALERMO**, intendono favorire l'attuazione degli interventi prioritari e l'individuazione degli interventi ritenuti strategici per il territorio, facilitando la programmazione nazionale e comunitaria 2014-2020.

Nel suddetto "Patto per il Sud", la cui presa d'atto da parte della G.C. è avvenuta con atto deliberativo n. 89 del 09.05.2016, in particolare, tra gli interventi programmati nel SETTORE INFRASTRUTTURE, risulta individuato e definito strategico, il **Sistema Tram della Città di Palermo.**

L'Amministrazione Comunale intende utilizzare, inizialmente, come previsto nel suddetto "PATTO", un **finanziamento pubblico di circa € 200.000.000,00** per programmare uno stralcio funzionale e realizzare, prioritariamente, le prime tre tratte che denomineremo nel seguito "A", "B" e "C".

La proposta complessiva dell'ampliamento del sistema tranviario è coerente con lo schema di massima approvato con Deliberazione di G.M. n. 163 del 01/10/2015 - Condivisione degli obiettivi, dei contenuti e delle azioni dello schema di massima del nuovo P.R.G. ''Palermo 2025''.

Si ritiene importante evidenziare altresì che la GIUNTA COMUNALE con atto deliberativo n.56 del 05.04.2016, aveva ***Preso atto delle risultanze delle attività svolte dal Laboratorio Sociale Cittadino: "Piano Sociale – Prospettive di sviluppo per la innovazione sociale, economica e culturale della Città e del suo Territorio".***

La suddetta presa d'atto del Piano Sociale, in particolare, in tema di mobilità, sottolinea che i "***grandi cambiamenti avverranno con la realizzazione degli interventi per la mobilità***", tra i quali viene evidenziato l'ampliamento del sistema TRAM attraverso la realizzazione di tre nuove linee:

- la prima lungo l'asse sud-est dalla stazione centrale fino a Mondello;
- la seconda che connetterà le attuali linee 1 e 2 dalla Stazione Centrale a Notarbartolo;
- la terza linea che servirà il polo sanitario degli Ospedali Civico e Policlinico e il cimitero di Sant'Orsola, connettendosi al passante ferroviario alla stazione Orleans proseguendo lungo la cittadella universitaria fino a corso Calatafimi.

Quanto sopra in linea con quanto verrà espresso nel seguito del presente studio di fattibilità.

La presente relazione illustrativa che tratta, come detto, l'ampliamento dell'intero sistema tranviario della città, contiene:

a) le caratteristiche funzionali, tecniche, gestionali, economico-finanziarie dei lavori da realizzare;
b) l'analisi delle possibili alternative rispetto alla soluzione realizzativa individuata;
c) la verifica della possibilità di realizzazione mediante i contratti di partenariato pubblico privato di cui all'articolo 180 del Nuovo Codice degli Appalti – D.lgs 18 aprile 2016 n.50 – pubblicato nella G.U. del 19 aprile 2016;
d) l'analisi dello stato di fatto, nelle sue eventuali componenti architettoniche, geologiche, socio-economiche, amministrative;
e) la descrizione, ai fini della valutazione preventiva della sostenibilità ambientale e della compatibilità paesaggistica dell'intervento, dei requisiti dell'opera da progettare, delle caratteristiche e dei collegamenti con il contesto nel quale l'intervento si inserisce, con particolare riferimento alla verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici, paesaggistici interferenti sulle aree o sugli immobili interessati dall'intervento, nonché l'individuazione delle misure idonee a garantire la tutela ambientale e i valori culturali e paesaggistici del territorio urbano.

Lo studio di fattibilità in argomento comprende inoltre i **necessari elaborati grafici** che risultano elencati al capitolo 7.

Si evidenzia che il presente studio rappresenta una "stesura preliminare" al fine di avviare il ***dibattito pubblico*** **previsto all'Art. 22 del nuovo Codice dei contratti Pubblici (D.Lgs n.50 del 18.04.2016).**

Le osservazioni che perverranno saranno valutate dall'Amministrazione e, se ritenute compatibili, fatte proprie nella redazione definitiva dello studio di fattibilità.

1.1 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO PER LE TRANVIE URBANE

Riguardanti le definizioni generali del sistema

- Norma UNI 8378 "Metropolitane leggere - Motrici - Dimensioni, caratteristiche e prestazioni";
- Norma UNI 8379 "Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia) - Termini e Definizioni";
- Norma UNI 8944 "Materiale rotabile per sistemi di trasporto leggeri su rotaia in aree urbane - Dimensioni, caratteristiche e prestazioni";
- Norma UNI 11117:2009 "Ferrovie e tranvie - Sistema di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Sistemi comandati automaticamente dal treno - Criteri generali di impianto";
- Norma UNI EN 13129-1:2003 "Applicazioni ferroviarie - Sistemi di condizionamento per il materiale rotabile ferroviario - Parametri di comfort".

Riguardanti le dimensioni e tipologia della sede

- Norma UNI 5646 "Attraversamenti di ferrovie e tramvie extraurbane con strade pubbliche - Direttive per la scelta del sistema di attraversamento e, nel caso di attraversamento a raso, del sistema di protezione";
- Norma UNI 7156 "Tramvie urbane ed extraurbane - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile ed interbinario";
- Norma UNI 8378 "Sagoma limite";
- Norma UNI 3648 "Linee tranviarie con rotaie a gola. Definizioni di scartamento ordinario e a scartamento ridotto";
- Norma UNI 7836 "Metropolitane. Geometria del tracciato delle linee su rotaia. Andamento planimetrico ed altimetrico e tolleranze di costruzione";
- D.Lgs. 30/04/1992 n. 285 e ss.mm.ii. "Nuovo Codice della Strada";
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e ss.mm.ii. "Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada e successive modificazioni";
- D.M. 05/11/2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- Norme C.N.R. 15/04/1983 (B.U. n. 90) "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbaneV;
- Norme C.N.R. 19/03/1992 (B.U. n. 150) "Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane";
- Norma UNI 5365:2000 "Sistemi di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Direttive per le caratteristiche generali dei sistemi di protezione con barriere";
- Norma UNI 5366:2000 "Sistemi di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Sistema a barriere complete con manovra a doppio filo - Caratteristiche costruttive generali ";
- Norma UNI 5368:2000 "Sistemi di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Segnale stradale a luce rossa - Condizioni tecniche generali";
- Norma UNI 5416:2000 "Sistemi di protezione di passaggi a livello per ferrovie e tranvie extraurbane - Sistema a barriere complete con manovra elettrica - Caratteristiche costruttive generali";

Riguardanti le stazioni e fermate

- Norma UNI 8207 "Metropolitane - Segnaletica grafica per viaggiatori nelle stazioni".

Riguardanti altri argomenti

- Norma 11174:2005: documento relativo agli ingombri del veicolo;
- Norma UNI 7156-72: documento relativo agli ingombri del veicolo;
- Circolare Ministeriale n.199 del 1958: documento di verifica del carrello;
- Norma UNI 11170: documento di progetto che affronta il rispetto della ed esplicita la Classe di Rischio utilizzata in zone particolari quali Viadotti o Trincee;

- Norma 11174:2005: "Materiale rotabile per tranvie e tranvie veloci - Caratteristiche generali e prestazioni": documento di matrice di conformità;
- Norma UNI/TR 11228:2007 "Opere di protezione per tubazioni gas interrate per interferenze con ferrovie, tranvie, strade, altri servizi interrati e fabbricati".

Riguardanti gli aspetti impiantistici

Sottostazioni Elettriche ed Impianti Elettrici

- Legge 186, 1 marzo 1968: Disposizioni concernenti la produzione dei materiali e l'installazione degli impianti elettrici
- DLG 81/08 e s.m.ii.: Testo Unico per la sicurezza sul lavoro
- CEI 9-6/1 - EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie - installazioni fisse. - Parte 1 Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra;
- CEI 9-6/2 - EN 50122-2 Applicazioni ferroviarie - installazioni fisse. - Parte 2; Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate dai sistemi di trazione a corrente continua;
- CEI 64-8 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternate e a 1500 V in corrente continua. (parte 1 - 7);
- CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI 20-67 Guide per l'uso dei cavi 0,6/1 KV;
- CEI EN 61439-1-2-3- Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60947-1 Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1.. Regole generali. 2007-07;
- CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: interruttori automatici. 2007-7;
- CEI EN 60947-3 Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3; interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili. 2010-11,
- CEI EN 60947-7-1 Apparecchiature a bassa tensione. Parte 7-1: Apparecchiature ausiliarie - morsetti componibili per conduttori di rame. 2010-04;
- CEI EN 60898 - Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternate 2004-04.
- CEI 64-8/1 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternate e a 1500 V in corrente continua - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali. 2004-06.
- CEI 64-8/2 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominate non superiore a 1000 V in corrente alternate e a 1500 V in corrente continua - Parte 2: Definizioni. 2004-06.
- CEI 64-8/3 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominate non superiore a 1000 V in corrente alternate e a 1500 V in corrente continua - Parte 3: Caratteristiche generali. 2004-06.
- CEI 64-8/4 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominate non superiore a 1000 V in corrente alternate e a 1500 V in corrente continua - Parte 4: Prescrizioni per fa sicurezza. 2004-06.
- CEI 64-8/5 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominate non superiore a 1000 V in corrente alternate e a 1500 V in corrente continua - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici. 2004-06.
- CEI 64-8/6 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominate non superiore a 1000 V in corrente alternate e a 1500 V in corrente continua - Parte 6: Verifiche. 2004-06.
- CEI 64-8/7 impianti elettrici utilizzatori a tensione nominate non superiore a 1000 V in corrente alternate e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari. 2004-06.
- CEI 64-14 - Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori ed 2007
- CEI 44-14 - Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60204-1 Regole generali per l'equipaggiamento elettrico delle macchine
- CEI EN 62271-102 (CEI 17-83) Apparecchiatura ad alta tensione - Partee 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternate per alta tensione.
- CEI EN 60282-1 (CEI 32-3) Fusibili a tensione superiore a 1000 V - Parte 1: Fusibili limitatori di

corrente.

- CEI EN 60376 (CEI 10-7) Specifiche di qualità tecnica per esafloruro di zolfo (SF6) per utilizzo in apparecchiature elettrotecniche
- CEI EN 50329 (CEI 9-23) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane -impianti fissi - Trasformatori di trazione
- CEI 14-12 Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50 Hz, da 100 kVA a 2500 kVA con una tensione massima per il componente non superiore a 36 kV - parte 1 Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con una tensione massima per il componente non superiore a 24 kV.
- CEI EN 60076-10 (CEI 14-4/10) Trasformatori di potenza - Parte 10: Determinazione dei livelli di rumore
- CEI EN 60270 (CEI 42-3) Tecniche di prove in alta tensione - Misure di scariche parziali
- CEI EN 50123-1 (CEI 9-26/1) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 1: Generalità
- CEI EN 50123-2 (CEI 9-26/2) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 2: Interruttori a corrente continua
- CEI EN 50123-3 (CEI 9-26/3) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 3: sezionatori, interruttori di manovra sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per interno
- CEI EN 50123-4 (CEI 9-26/4) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 4: sezionatori, interruttori di manovra sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per esterno.
- CEI EN 50123-5 (CEI 9-26/5) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi Apparecchiatura a corrente continua - Parte 5: Scaricatori e valvole di tensione per uso specifico in sistemi a corrente continua.
- CEI EN 50123-6 (CEI 9-26/6) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - impianti fissi Apparecchiatura a corrente continua - Parte 6: Apparecchiatura preassemblata a corrente continua
- CEI EN 50123-7-1 (CEI 9-26/7-1) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 7: Apparecchi di misura, comando e protezione per uso specifico in sistemi a corrente continua - Sezione 1.. Guida applicativa
- CEI EN 50123-7-2 (CEI 9-26/7-2) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 7 Apparecchi di misura, comando e protezione per uso specifico in sistemi a corrente continua - Sezione 2 Trasduttori di corrente isolanti e altri apparecchi di misura delta corrente
- CEI EN 50123-7-3 (CEI 9-26/7-3) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 7 Apparecchi di misura, comando e protezione per uso specifico in sistemi a corrente continua - Sezione 3: Trasduttori di tensione isolanti e altri apparecchi di misura delta tensione
- CEI EN 50328 (CEI 9-82) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Convertitori elettronici di potenza per sottostazioni
- CEI EN 60076 Trasformatori di potenza a secco.
- CEI EN 50363 (CEI 20-11) Materiali isolanti di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione.
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- CEI EN 60228 (CEI 20-29) Conduttori per cavi isolati.
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.
- CEI EN 50266 (CEI 20-22/3) Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione delta fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio.
- CEI EN 50267 (CEI 20-37) Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi.

- CEI EN 60044-1 (CEI 38-1) Trasformatori di misura - Parte 1: Trasformatori di corrente.
- CEI EN 60044-2 (CEI 38-2) Trasformatori di misura - Parte 2: Trasformatori di tensione induttivi.
- CEI EN 60076 (CEI 14-4) Trasformatori di potenza.
- CEI EN 60309-1 (CEI 23-12) Spine e prese per uso industriale - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 60309-2 (CEI 23-12) Spine e prese per uso industriale - Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per apparecchi con spinotti ad alveoli cilindrici.
- CEI EN 60694 (CEI 17-21) Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione.
- CEI EN 50122-1 (CEI 9-6) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernente la sicurezza elettrica e la messa a terra
- CEI 62305-2 Protezione contro i fulmini. Parte 2 Valutazione del rischio
- CEI EN 50122-2 (CEI 9-6/2) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Parte 1; Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra
- CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI EN 60617-2 "Segni grafici per schemi"
- CEI-UNEL 35024/1 1997-06 CEI 20 3516 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- CEI 81-10/1 (EN 62305-1): "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" Aprile 2006; Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/2 (EN 62305-2): "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" Aprile 2006; Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/3 (EN 62305-3): "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone" Aprile 2006; Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-10/4 (EN 62305-4): "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" Aprile 2006; Variante V1 (Settembre 2008);
- CEI 81-3 : "Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico." Maggio 1999.

Compatibilità Elettromagnetica

- CEI EN 61000-6-1 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.
- CEI EN 61000-6-2 Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6 2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali.
- CEI EN 61000-6-3 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
- CEI EN 61000-6-4 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali.
- Direttiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 dicembre 2004 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.
- Decreto Legislativo 06 novembre 2007, n. 194 "Attuazione della Direttiva 2004/108/CE concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.
- CEI EN 50121-1: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica - Parte 1 Generalità (05/2001).
- CEI EN 50121-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica - Parte 2: Emissione dell'intero sistema ferroviario verso l'ambiente esterno

(05/2001) .
- CEI EN 50121-3-2; Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica - Parte 3 2; Materiale rotabile - Apparecchiature (05/2001)
- CEI EN 50121-4: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica - Parte 4: Emissione ed immunità delle apparecchiature di segnalamento e telecomunicazioni (05/2001).
- CEI EN 50121-5: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica - Parte 5: Emissione ed immunità di apparecchi e impianti fissi di alimentazione (05/2001).
- CEI EN 55011 Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifica e medicale (ISM) Caratteristiche di radiodisturbo Limiti e metodi di misura.
- CEI EN 55022 Apparecchi per la tecnologia dell'informazione Caratteristiche di radiodisturbo Limiti e metodi di misura.
- CEI EN 50293 Compatibilità elettromagnetica - Impianti semaforici - Norma di prodotto. 2001-07.

Correnti vaganti e messa a terra
- CEI 11-1 "Impianti di produzione trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norme generali"
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".
- CEI EN 50122-1 "Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse. Parte 1; Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra".
- CEI EN 50122-2 "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua".
- Ente Nazionale di Unificazione (UNI) Norme Applicabili.
- Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) Norme Applicabili.
- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici

Impianti antincendio ed antintrusione
- D.M. 11 gennaio 1988: "Norme di prevenzione incendi nelle metropolitane"
- D.L. 28 dicembre 2006, n. 300 e s.m.ii.;
- Decreto del Presidente delta Repubblica n. 459 del 24 Luglio 1996. "Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relativi alle macchine", e relativo Regolamento D.M. 27 dicembre 2002;
- Decreto Ministeriale 9/3/2007 "Resistenza al fuoco";
- Decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- Decreto Ministeriale n. 48 del 26 giugno 1984 "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi";
- Legge n. 791 del 18 Ottobre 1977 "Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n.72/73 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";
- Decreto legislativo n. 626 del 25 Novembre 1996: "Attuazione delta direttiva 93/68/GEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione";
- Decreto Legislativo n. 476 del 4 Dicembre 1992: "Attuazione delta direttiva 89/336/CEE del

Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992";

- CEI 20-22: "Prove di incendio su cavi elettrici"
- CEI 20-36: "Prove di resistenza al fuoco del cavi elettrici".
- CEI 20-37: "Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione".
- CEI 20-38: "Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumo e gas tossici e corrosivi".
- CEI 28-4: "Coordinamento isolamento - Parte 2: Guida di applicazione"
- CEI EN 60071-1 (CEI 28-5): "Coordinamento dell'isolamento - parte 1; definizioni principi e regole".
- UNI 9795: "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione - manuale di incendio"
- UNI EN 54-1: "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - introduzione"
- UNI EN 54-2: "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Centrale di controllo e segnalazione"
- UNI EN 54-4: "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Apparecchiature di alimentazione."
- UNI EN 54-5: "Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio Rivelatori di calore Rivelatori puntiformi con un elemento statico"
- UNI EN 54-6: "Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio Rivelatori di calore - Rivelatori velocimetrici di tipo puntiforme senza elemento statico"
- UNI EN 54-7: "Componenti dei sistemi di rivelazione automatica di incendio - Rivelatori puntiformi di fumo
- Rivelatori funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione
- UNI EN 54-8: "Componenti dei sistemi di rivelazione automatica di incendio - Rivelatori di calore a soglia di temperatura elevata"
- UNI EN 54-9: "Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio - Prove di sensibilità su focolari tipo"
- CEI 79 impianti antieffrazione antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per le apparecchiature - Fogli di interpretazione da F. 1 a F.19
- CEI 79-2 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per le apparecchiature.
- CEI 79-3-2012 Impianti antieffrazione, antintrusione, antirapina e antiaggressione - Norma particolare per gli impianti antieffrazione e antintrusione.
- CEI 79-4 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norma particolare per il controllo degli accessi.
- CEI 79-5 Protocollo di comunicazione per il trasferimento di informazioni di sicurezza (allarmi) - Parte 1: Livello di trasporto.
- CEI 79-6 Protocollo di comunicazione per il trasferimento di informazioni dl sicurezza (allarmi) - Parte 2: Livello applicativo.
- CEI 79-7 Protocollo CEI 79-5. Guide all'applicazione.
- CEI EN 50130-4 (CEI 79- 8) Sistemi d'allarme Parte 4: Compatibilità elettromagnetica Norma per famiglia di prodotto: Requisiti di immunità per componenti di sistemi antincendio, antintrusione e di allarme personale.
- CEI EN 50130-4/Al (CEI 79-8;V1) Sistemi di allarme Parte 4: Compatibilità elettromagnetica Norma per famiglia di prodotto: Requisiti di immunità per componenti di sistemi antincendio, antintrusione e di allarme personale.
- TS 50131-7:2010 Sistemi di allarme - Sistemi di allarme intrusione Parte 7: Guide di applicazione
- CEI EN 50132-7 (CEI 79- 10) Impianti di allarme. Impianti dl sorveglianza CCTV da utilizzare nelle applicazioni dl sicurezza. Parte 7.. Guide di applicazione.

- CEI 79-11 Centralizzazione delle informazioni di sicurezza. Requisiti di sistema.
- CEI R079-001 (CEI 79- 12) Guide per conseguire la conformità alle direttive della CE per i sistemi di allarme.
- CEI 79-13 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione - Norma particolari per le apparecchiature. Linea guide per la installazione di sistemi di controllo accessi.
- CEI EN 50133-1 (79 - 14) Sistemi di allarme - Sistemi di controllo accesso per l'impiego in applicazioni di sicurezza. Parte 1: Requisiti dei sistemi.

Linea di contatto

- Norma CEI 9-2;VI CEI EN 50119/A1:2014-02 - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Linee aeree di contatto per trazione elettrica
- Norma CEI 9-26/3;VI CEI EN 50123-3/A1:2014-02 - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 3: Sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per interno
- Norma CEI 9-26/4;VI CEI EN 50123-4/A1:2014-02 - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua - Parte 4: Sezionatori, interruttori di manovra - sezionatori e sezionatori di terra a corrente continua per esterno.
- Norma CEI 9-42;VI CEI EN 50152-1/A1:2014-02 - Applicazioni ferroviarie - Istallazioni fisse - Prescrizioni particolari per apparecchiature a corrente alternata - Parte 1: Interruttori con tensione nominale superiore a 1 kV
- Norma CEI 9-64 CEI EN 50149:2013-03 - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi
- Norma CEI 9-159 CEI EN 50547:2014-02 - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Batterie per sistemi di alimentazione ausiliaria
- Norma CEI EN 50122-1 1998-03 Terza9-64433 - Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra

Impianti Semaforici

- CEI 214-1/1 Dispositivi per il rilevamento della presenza o passaggio dei veicoli stradali, con principio di funzionamento a variazione di induzione elettromagnetica. Parte 1 Requisiti di installazione. 1998- 06.
- CEI 214-7 Impianti semaforici - Requisiti dei dispositivi acustici per non vedenti. 1999-10.
- CEI 214-7;V1 Variante. Impianti semaforici - Requisiti dei dispositivi acustici per non vedenti. 2001-05.
- CEI 214-9 Impianti semaforici. 2002-04.
- CEI EN 60950-1 Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza. Parte 1 Requisiti generali. 2004-05.

Rumore

- Legge quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 26/10/1995
- DPCM 14/11/97 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- Decreto 16/3/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico.
- prEN ISO 3095 - Acoustics - Measurements of noise emitted by railbound vehicles.

Riguardanti gli aspetti strutturali

- "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 14 GENNAIO 2008" (Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n. 29, Supplemento ordinario n. 30);
- Circolare N°617/C.S.LL.PP del 02 FEBBRAIO 2009) con particolare riguardo a quanto specificato al punto 5. "PONTI", argomento specifico, al punto 6. "Progettazione geotecnica" per la previsione di adeguate fondazioni e per la salvaguardia delle opere attigue alle strutture esistenti, e al punto 11. "Materiali e prodotti per uso strutturale" al fine di garantire la necessaria sicurezza e durabilità dell'opera; particolare attenzione va posta riguardo alle prescrizioni relative alle azioni del vento (5.1.3.7) e sismiche (5.1.3.3);
- "DIRETTIVA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 9 febbraio 2011 - Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008".;
- "DIRETTIVA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI 9 febbraio 2011 - Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 14 gennaio 2008".
- Legge n.1086/1971;
- Legge n. 64/1974.

- Eurocodici – Criteri generali di progettazione strutturale - UNI EN 1990:2006

  Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture

  UNI EN 1991-1-1:2004 Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
  UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco
  UNI EN 1991-1-3:2004 Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve
  UNI EN 1991-1-4:2005 Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento
  UNI EN 1991-1-5:2004 Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche
  UNI EN 1991-1-6:2005 Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione
  UNI EN 1991-1-7:2006 Parte 1-7: Azioni in generale - Azioni eccezionali
  UNI EN 1991-2:2005 Parte 2: Carichi da traffico sui ponti
  UNI EN 1991-3:2006 Parte 3: Azioni indotte da gru e da macchinari
  UNI EN 1991-4:2006 Parte 4: Azioni su silos e serbatoi

  Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo

  UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
  UNI EN 1992-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
  UNI EN 1992-2:2006 Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi
  UNI EN 1992-3:2006 Parte 3: Strutture di contenimento liquidi

  Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio

  UNI EN 1993-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
  UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
  UNI EN 1993-1-3:2007 Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
  UNI EN 1993-1-4:2007 Parte 1-4: Regole generali - Regole supplementari per acciai inossidabili
  UNI EN 1993-1-5:2007 Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
  UNI EN 1993-1-6:2007 Parte 1-6: Resistenza e stabilità delle strutture a guscio
  UNI EN 1993-1-7:2007 Parte 1-7: Strutture a lastra ortotropa caricate al di fuori del piano
  UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
  UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica
  UNI EN 1993-1-10:2005 Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
  UNI EN 1993-1-11:2007 Parte 1-11: Progettazione di strutture con elementi tesi

UNI EN 1993-1-12:2007 Parte 1-12: Regole aggiuntive per l'estensione della EN 1993 fino agli acciai di grado S 700
UNI EN 1993-2:2007 Parte 2: Ponti di acciaio
UNI EN 1993-3-1:2007 Parte 3-1: Torri, pali e ciminiere - Torri e pali
UNI EN 1993-3-2:2007 Parte 3-2: Torri, pali e ciminiere - Ciminiere
UNI EN 1993-4-1:2007 Parte 4-1: Silos
UNI EN 1993-4-2:2007 Parte 4-2: Serbatoi
UNI EN 1993-4-3:2007 Parte 4-3: Condotte
UNI EN 1993-5:2007 Parte 5: Pali e palancole
UNI EN 1993-6:2007 Parte 6: Strutture per apparecchi di sollevamento

Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo
UNI EN 1994-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
UNI EN 1994-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1994-2:2006 Parte 2: Regole generali e regole per i ponti

Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno
UNI EN 1995-1-1:2009 Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici
UNI EN 1995-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1995-2:2005 Parte 2: Ponti

Eurocodice 6 – Progettazione delle strutture in muratura
UNI EN 1996-1-1:2006 Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata
UNI EN 1996-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1996-2:2006 Parte 2: Considerazioni progettuali, selezione dei materiali ed esecuzione delle murature
UNI EN 1996-3:2006 Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata

Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica
UNI EN 1997-1:2005 Parte 1: Regole generali
UNI EN 1997-2:2007 Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo

Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
UNI EN 1998-1:2005 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
UNI EN 1998-2:2009 Parte 2: Ponti
UNI EN 1998-3:2005 Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici
UNI EN 1998-4:2006 Parte 4: Silos, serbatoi e condotte
UNI EN 1998-5:2005 Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
UNI EN 1998-6:2005 Parte 6: Torri, pali e camini

Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture in alluminio
UNI EN 1999-1-1:2007 Parte 1-1: Regole strutturali generali
UNI EN 1999-1-2:2007 Parte 1-2: Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1999-1-3:2007 Parte 1-3: Strutture sottoposte a fatica
UNI EN 1999-1-4:2007 Parte 1-4: Lamiere sottili piegate a freddo
UNI EN 1999-1-5:2007 Parte 1-5: Strutture a guscio

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO ECONOMICO PER L'ANALISI DELLO STATO DI FATTO

2.1 PREMESSA

L'intervento previsto costituisce ampliamento delle linee di TRAM già in esercizio nella città di Palermo ed incide su gran parte del territorio comunale.

In particolare, secondo le indicazioni dell'Amministrazione, l'intervento, di cui il Comune di Palermo è soggetto attuatore, si articola in n.6 sottointerventi che, indicati come "TRATTE", in ordine di priorità, sono:

TRATTA "A": Linea 6 /1- prolungamento della linea 1 esistente per **Km 10,830 (A/R)**, dalla Via Balsamo al Viale Croce Rossa. Tratta Linea Balsamo (Stazione Centrale), Via Roma, Via E. Amari, Via Libertà, Viale Croce Rossa - (**PRIORITÀ 1**);

TRATTA "B": Linea 5/1 - prolungamento della linea 1 esistente per **Km 1,330 (A/R)**, dalla Stazione FF.SS. Notarbartolo alla Via Duca della Verdura. Tratta Linea Stazione FF.SS. Notarbartolo, Via Notarbartolo sino a Via Duca della Verdura (angolo Via della Libertà) - (**PRIORITÀ 2**);

TRATTA "C": Linea 4/1 – prolungamento della linea 3 esistente per **km 7,490 (A/R)**, secondo l'attuale schema (singolo binario per ogni carreggiata), lungo Viale della Regione Siciliana sino alla Stazione FF.SS. Orleans. Tratta Linea Svincolo Calatafimi, Viale della Regione Siciliana, Via Ernesto Basile, fermata FF.SS. Orleans - (**PRIORITÀ 3**);

TRATTA "D": Linea 4/2 – prolungamento della linea 3 esistente per **km 7,658 (A/R**), secondo l'attuale schema (singolo binario per ogni carreggiata), dalla fermata FF.SS. Orleans a Bonagia. Tratta Linea fermata FF.SS. Orleans, Via Gaetano Lodato, Via Parlavecchio, attraversamento fiume Oreto, Via Villagrazia; Via San Filippo sino a Via del Levriere - (PRIORITÀ 4);

TRATTA "E": Linea 6/2 - prolungamento della linea 1 esistente per **Km 23,060 (A/R)**, dal Viale Croce Rossa alla località Balneare di Mondello. Tratta Linea Croce Rossa, Viale Strasburgo, Via Lanza di Scalea, Viale dell'Olimpo, Via Mattei sino al parcheggio Galatea - (**PRIORITÀ 5**);

TRATTA "F": Linea 5/2 - prolungamento della linea 1 esistente per **Km 9,660 (A/R)**, dalla Via Duca della Verdura alla Stazione FF.SS. Centrale. Tratta Linea Via Duca della Verdura (angolo Via della Libertà), Via F.sco Crispi, Foro Umberto I, Via Lincoln, Via Balsamo - (**PRIORITÀ 6**).

In sede di definizione puntuale delle tratte per la redazione dello studio di fattibilità in argomento, sono stati rivisti i percorsi e, quindi, ricalcolate le lunghezze delle tratte, come da prospetto che segue:

TRATTA "A": **Km 11,500 (A/R)**	TRATTA "B": **Km 1,330 (A/R)**	TRATTA "C": **km 8,180 (A/R)**
TRATTA "D": **km 9,375 (A/R**)	TRATTA "E": **Km 20,835 (A/R)**	TRATTA "F": **Km 9,380 (A/R)**
TRATTA "G": **Km 5,520 (A/R)**		

Si evidenzia che il Capo Area Tecnica, sulla scorta delle indicazioni dell'Amministrazione, ha richiesto al gruppo di lavoro di prevedere nello studio di fattibilità **un'ulteriore tratta a servizio della borgata di Sferracavallo** di sviluppo pari a circa 5,520 Km, (**TRATTA "G"**) e di aggiungere nella tratta "E" (Linea 6.2 Croce Rossa – Galatea) il collegamento, andata e ritorno, con il parcheggio "FRANCIA".

Si sottolinea che, per comodità descrittiva, si è scelto di definire ogni sottointervento in progetto col termine "TRATTA" per non interagire con il termine "linea" che può essere soggetto a variazioni per esigenze gestionali e logistiche.

Si anticipa subito che i sottointerventi brevemente descritti, pur facendo parte attualmente di un unico programma attuativo, potranno essere realizzati per lotti potendosi definire singolarmente funzionali.

Simile e riuscita programmazione trova riscontro in molte città italiane.

Per la città di Palermo, le ragioni che hanno orientato l'A.C. verso la programmazione delle suddette tratte di completamento della rete tranviaria sono da ricercare nella necessità di implementare le linee di forza del trasporto pubblico con sistemi ad alta offerta di trasporto ed ecosostenibili, nonché nel notevole consenso ricevuto dalla popolazione che ha subito riconosciuto in tale mezzo di trasporto quello più sicuro, più celere e meno inquinante.

Le esigenze dell'A.C. riguardano adesso il soddisfacimento di quella aliquota di popolazione cittadina che gravita in aree maggiormente lontane dal sistema ferroviario metropolitano urbano e dalle linee tranviarie già realizzate e quindi non in grado di usufruire con comodità di tali mezzi di trasporto rapido di massa.

Le priorità stabilite tendono quindi proprio ad accelerare tale processo di razionalizzazione dell'intera città verso tale tipo di trasporto affinchè si giunga in tempi quanto più rapidi possibili ad uno standard territoriale omogeneo di offerta del servizio di trasporto urbano su rotaia.

Lo studio opera su un'impostazione coerente con la Programmazione Comunitaria e con il Fondo Sviluppo e coesione nel periodo 2014/2020.

Ne consegue la possibilità di potere ottenere ulteriori finanziamenti.

È intento dell'Amministrazione affrontare lo studio e la programmazione di ulteriori tratte a servizio di ambiti cittadini ancora non direttamente serviti da linee tranviarie esistenti e di progetto.

2.2 ANALISI DEL CONTESTO URBANO E DELLE COMPONENTI SOCIO ECONOMICHE

L'ampliamento del sistema tranviario oggetto del presente studio si caratterizza per l'estesa dislocazione nell'ambito del centro abitato di Palermo, interessandolo da nord a sud-est.

Il progetto delle attuali linee tranviarie si è sviluppato sostanzialmente secondo logiche di collegamento radiale delle periferie verso la zona semiperimetrale della città densa, trovando quale elemento complessivo di raccordo tra le varie linee tranviarie il passante ferroviario.

Tale scenario ha determinato il concretizzarsi di un'offerta di servizio di trasporto su ferro, strutturata in modo da rispondere alle necessità di implementazione di un sistema di trasporto pubblico di massa, efficiente ed ecosostenibile, al quale affidare l'obiettivo di rimodulare progressivamente la ripartizione modale ancor oggi fortemente sbilanciata a favore degli spostamenti che utilizzano l'autovettura privata, causa questa di accentuati fenomeni di degrado della qualità urbana e della vivibilità della città, in termini di inquinamento ambientale, di congestione veicolare e, più in generale, di degrado urbano.

L'estensione del sistema tranviario in argomento intende non solo integrare la rete esistente di collegamento radiale con le periferie, ma, innovativamente, prevedere l'offerta di linee tranviarie anche nell'ambito della viabilità interna al centro città non servita dal passante ferroviario. A tale scopo sono stati scelti percorsi idonei sia dal punto di vista geometrico (in termini di adeguata sezione stradale), sia dal punto di vista della distribuzione equilibrata della rete tranviaria nel contesto urbano (in termini di adeguata copertura territoriale e di sostegno a grandi polarità di attrazione quali gli ospedali e l'Università).

Lo sviluppo della rete di trasporto su rotaia si inquadra nell'ambito di uno scenario strategico con il quale l'Amministrazione Comunale pone in essere la realizzazione di interventi strutturali di potenziamento della dotazione del sistema della mobilità urbana, accompagnando tale approccio con l'attuazione di misure (immateriali) di diversa regolamentazione della mobilità urbana (aree pedonali, zone a traffico limitato, tariffazione della sosta, ecc.), atte ad orientare la domanda di mobilità verso le modalità del trasporto pubblico e/o del trasporto ecosostenibile (tramite l'implementazione infrastrutturale/ promozionale della ciclabilità e di forme alternative di trasporto, quali il *car sharing*, il *bike sharing* ed altre forme di mobilità condivisa). In tale direzione, le previste linee si pongono a diretto servizio delle aree pedonali della città (Maqueda, , Vittorio Emanuele, piazze storiche).

Il vigente strumento urbanistico, nella relazione Generale "Palermo città di città" evidenzia che *la riorganizzazione dell'accessibilità alla scala urbana è fondata:-a*

- *su una complessiva reinterpretazione in chiave urbana e metropolitana di tutta l'offerta infrastrutturale, compresi quegli elementi come la tangenziale e la ferrovia originariamente concepiti per funzioni extraurbane;*
- *<u>sulla introduzione di una rete di trasporto tranviario in sede protetta, fortemente integrata con la ferrovia</u> (a sua volta riprogettata in termini di metropolitana urbana e comprensoriale) e la rete degli autobus.*

Il bacino di utenza potenziale delle tratte tranviarie oggetto di questa relazione può stimarsi di entità certamente rilevante non solo per la parte calcolabile come da letteratura scientifica nell'ambito di fasce territoriali di trecento metri adiacenti a ciascuna delle nuove infrastrutture tranviarie, ma anche in virtù:

- della presenza lungo le nuove tratte tranviarie di servizi pubblici caratterizzati da alta attrattività di

frequentatori, quali strutture ospedaliere (Policivico, Villa Sofia e Di Cristina), realtà universitarie (Città Universitaria del viale delle Scienze e polo universitario di via Archirafi), centri commerciali, il Porto commerciale, impianti sportivi (stadio, ippodromo, piscina comunale, stadio dell'atletica, velodromo, Palazzetto dello Sport), aree balneari e turistiche;

- del favorevole riscontro appurato con l'attivazione delle attuali linee, alcune delle quali saranno prolungate proprio attraverso gli interventi del presente progetto, andando a servire nuove polarità attrattive (quali la borgata turistico/balneare di Mondello) e/o nuovi popolosi quartieri periferici (quali Falsomiele-Borgo Ulivia, Bonagia, Medaglie d'Oro, Montegrappa, San Filippo Neri), nonché l'ambito urbano più denso compreso tra la via Lincoln, la via Roma, l'asse Croce Rossa/Libertà, il viale Strasburgo, il viale De Gasperi, la via Duca della Verdura e l'asse litoraneo Crispi Umberto I°;
- dell'elevato grado di integrazione della rete tranviaria con la rete di autobus (certamente in seguito da rimodulare opportunamente in relazione alla nuove tratte tranviarie) e con le linee del passante e dell'anello ferroviario.

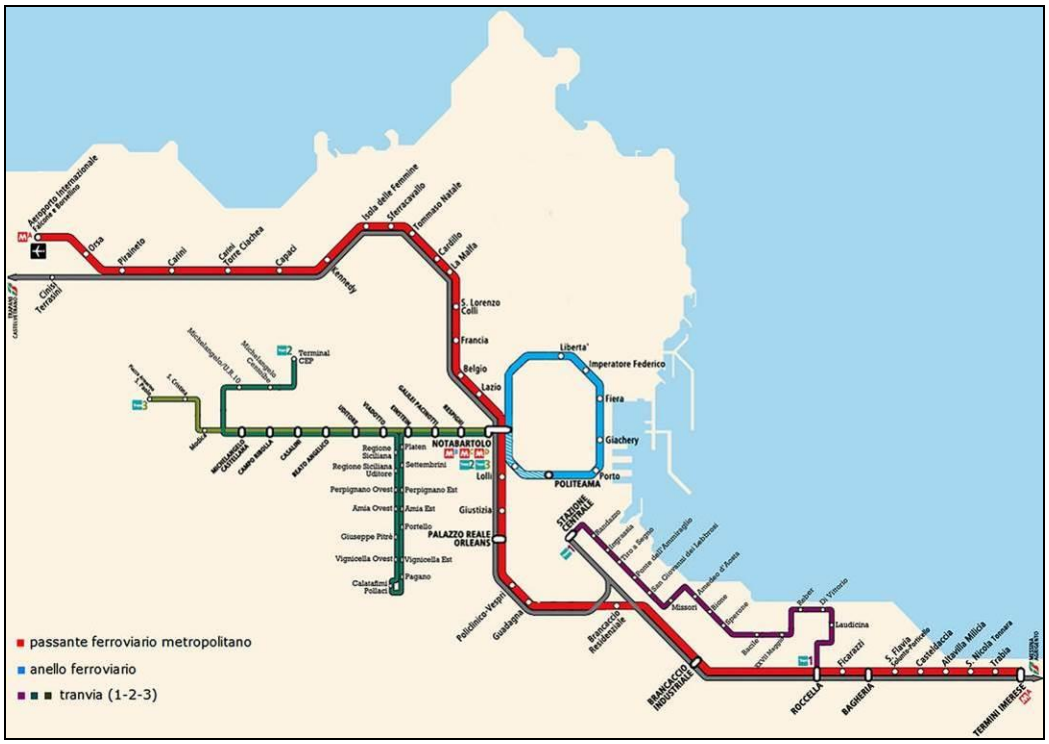


Figura 1 (Cap. 2.1): Sistema del trasporto su rotaia (completamento al 2018)

Al riguardo del sistema della mobilità urbana nelle aree urbane oggetto dell'intervento, occorre richiamare la presenza di tre linee tranviarie, del passante ferroviario e dell'anello ferroviario, nonché di una fitta rete di autobus del servizio di trasporto cittadino.

Le tre tratte tranviarie in esercizio hanno una lunghezza complessiva 18,310 km con le seguenti caratteristiche:

	Itinerario	Tipologia	Lunghezza [km]
tratta 1	Roccella - Balsamo (compreso diramazione Forum)	a doppio binario	6,308 × 2
tratta 2a	CEP - Einstein	a doppio binario	3,787 × 2
tratta 2b	S. Paolo (Borgo Nuovo) – Einstein - Boiardo	a doppio binario	4,951 × 2
tratta 3	Einstein - Calatafimi - Einstein	monodirezionale	5,850

Il servizio, articolato in quattro linee, è svolto da vetture (Bombardier Flexity Outlook), a pianale ribassato (per facilitare la salita di persone a limitata mobilità) e composte da cinque elementi, che possono trasportare fino a 56 passeggeri seduti e 132 passeggeri in piedi. Dette vetture tranviarie sono lunghe 32 metri e larghe 2,40 metri; la loro velocità massima è di 70 km/h e il raggio minimo di inscrivibilità in curva risulta pari a 20 metri.

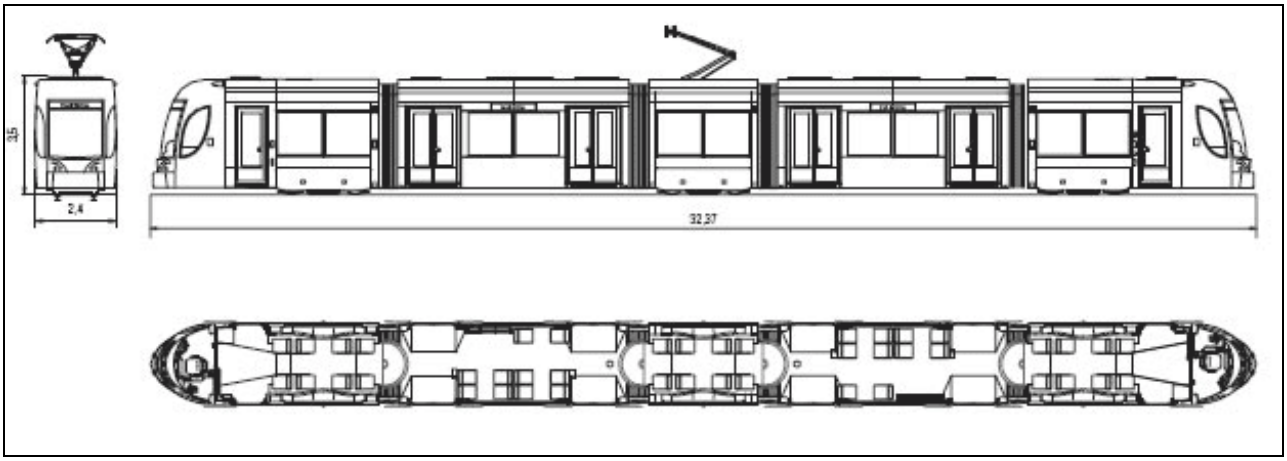


Figura 2 (Cap. 2.2): Vetture in servizio nelle linee tranviarie di Palermo

Il servizio, espletato nella fascia oraria dalle 6 alle 21, si svolge lungo una sede tranviaria protetta (per limitare le interferenze del traffico privato sull'esercizio ai soli attraversamenti trasversali) che consente la velocità commerciale è di 20 km/h, con una capacità del sistema attuale di 75.000 pax/giorno (24,5 mln pax/anno).

Le performance di servizio sono conseguite tramite l'asservimento semaforico agli incroci (compresi i varchi tra le carreggiate centrali e laterali del viale Regione Siciliana) e lungo i passaggi pedonali, per ottenere la via libera per il tram (onda verde).

Sono attive 44 fermate compresi 5 terminal due dei quali, Stazione Centrale e Stazione Notarbartolo, sono poli d'interscambio modale del sistema strategico della mobilità urbana cittadina e di area vasta.

Sono altresì attivi due depositi: Roccella e Leonardo da Vinci per il ricovero e la manutenzione dei veicoli in zona Roccella (capacità di ricovero di 18 treni al coperto) in adiacenza allo svincolo "Roccella/Brancaccio Porta Sud" ed in via Castellana (capacità di ricovero di 12 treni al coperto) in prossimità della rotatoria di confluenza tra le vie Castellana, L. Sarullo, Leonardo da Vinci e M. De Mauro.

Figura 3 (Cap. 2.2): Odierna rete tranviaria di Palermo

Di seguito si riportano le principali specifiche attinenti ai quattro itinerari che costituiscono l'attuale offerta di servizio tranviario:

- Linea 1 "Roccella": lunga circa 5,5 km, in doppio binario, collega (con frequenza 5' e 8 tram in servizio) la zona sud della città direttamente alla Stazione Centrale (ai margini del Centro Storico), favorendo così l'interscambio anche con il passante ferroviario, con le linee ferroviarie regionali e a lunga percorrenza, nonché con le linee di forza del trasporto urbano su gomma (quali le linee 101, 102 e 107).
- Linea 2 "Borgonuovo - Notarbartolo": lunga circa 4,8 km, in doppio binario, collega (con frequenza 10' e 3 tram in servizio) il quartiere Borgo Nuovo (zona ovest della città) con la Stazione FS Notarbartolo (interscambio con il passante ferroviario e con l'anello ferroviario), nonché con le linee di forza del trasporto urbano su gomma (quali le linee 102, 118 e 704).
- Linea 3 "C.E.P. - Notarbartolo": lunga circa 5 km, in doppio binario, collega (con frequenza 10' e 3 tram in servizio), il quartiere S. Giovanni Apostolo (già CEP) con la Stazione FS Notarbartolo (interscambio con il passante ferroviario e con l'anello ferroviario).
- Linea 4 "Notarbartolo-Calatafimi-Notarbartolo": circolare lunga circa 8 km, collega (con frequenza 12' e 3 tram in servizio) l'area urbana contigua al viale Regione Siciliana (nel tratto compreso tra piazza Einstein e corso Calatafimi) con la Stazione FS Notarbartolo (interscambio con il passante ferroviario e con l'anello ferroviario), nonché con le linee di forza del trasporto urbano su gomma (quali le linee 102, 118 e 704).

Secondo quanto espresso dal vigente Contratto di Servizio, firmato dal Comune di Palermo e Amat Palermo S.p.A. in data 29 dicembre 2015 è stata affidata ad Amat Palermo S.p.A. la gestione dell'esercizio del sistema tram della città di Palermo, ai sensi dell'art. 5 del D.P.R. 753/80 e in conformità a quanto espresso, per competenza, dal Consiglio Comunale con la deliberazione n. 787 del 24/12/2015.

In estrema sintesi, le caratteristiche peculiari del sistema di trasporto appena realizzato sono:

- veicoli di concezione innovativa, a pavimento totalmente ribassato per facilitare la salita di persone a limitata mobilità;

- sede tranviaria propria protetta, in modo da limitare le interferenze del traffico privato sull'esercizio ai soli attraversamenti trasversali (peraltro di tipo protetto) e garantire un'elevata velocità commerciale;
- asservimento semaforico agli incroci e lungo i passaggi pedonali, per avere la via libera per il tram (onda verde);
- centralizzazione in un'unica postazione del sistema di supervisione dell'esercizio di tutte le tre linee e controllo dei piazzali d'officina (tipo ACEI) ;
- armamenti di linea che realizzano l'ottimizzazione tra costi e benefici ottenuti in termini di rumore e vibrazioni trasmesse;
- due Officine-depositi per il ricovero e la manutenzione dei veicoli ubicati in zona Roccella (capacità di ricovero di 18 treni al coperto) in adiacenza al Centro Commerciale Forum ed in Via Castellana (capacità di ricovero di 12 treni al coperto) in prossimità della rotonda di confluenza tra la Via L.do da Vinci e la Via Michelangelo.

Tale sistema di trasporto si configura come una *tranvia veloce*, o *metrotranvia*, con riferimento ai termini e alle definizioni della norma UNI 8379 ([1]). Le linee si svolgono prevalentemente in sede promiscua protetta ([2]).

Le nuove tratte oggetto del presente studio permetteranno di collegare le estreme periferie sud ed est tra loro e queste ultime al centro della Città.

Il **passante ferroviario**, nella tratta ricadente all'interno del territorio urbano di Palermo, si estende dalla fermata del quartiere Roccella (ubicata all'estrema periferia sud-est della città) fino ai limiti nord-ovest del territorio comunale con un'estensione di 20 km circa all'interno dell'area urbana.

La tratta cittadina del passante è parte integrante di un più esteso percorso comprensoriale che serve la zona costiera dell'area metropolitana di Palermo (per un'estensione totale di oltre 30 km) fino all'aeroporto di Palermo.

([1]) *"tranvia veloce (metrotranvia)"* : Sistema di trasporto per persone negli agglomerati urbani, costituito da veicoli automotori o rimorchiati dai medesimi, a guida vincolata, in genere su strade ordinarie e quindi soggetto al codice della strada, con circolazione a vista con possibili realizzazioni anche in tratte suburbane.
Il sistema consente velocità commerciali e portate superiori a quelle di una tranvia tradizionale grazie ad adeguati provvedimenti (ad esempio delimitazioni laterali della sede, riduzione del numero degli attraversamenti, semaforizzazione degli attraversamenti con priorità per il sistema, ecc.) atti a ridurre le interferenze del sistema con il restante traffico veicolare o pedonale.
([2])Sede promiscua protetta: sede concepita per il transito esclusivo dei veicoli a guida vincolata che eccezionalmente può essere utilizzata anche da veicoli a guida libera espressamente autorizzati; per quanto attiene le delimitazioni laterali della sede e la segnaletica da predisporre in corrispondenza degli attraversamenti si fa riferimento al punto 2.2 (sede propria protetta)
Sede promiscua riservata: sede concepita per il transito dei veicoli a guida vincolata che può essere utilizzata anche da veicoli a guida libera espressamente autorizzati; la piattaforma è delimitata lateralmente da segnaletica e/o da elementi di leggera separazione fisica atti a dissuadere l'intrusione di altri veicoli e dei pedoni nella sede; tali limiti possono essere eventualmente valicati dai veicoli e dai pedoni; in corrispondenza degli attraversamenti, gli accessi longitudinali alla sede devono essere protetti da adeguata segnaletica dissuasiva.

Attualmente sono in corso i lavori per il raddoppio di questa tratta ferroviaria che oggi, con una frequenza di mezzora, utilizza le seguenti 13 fermate:

1. *Tommaso Natale* (polarità servite: borgate di Tommaso Natale/Mondello, zona Marinella, stabilimenti industriali, realtà commerciali);
2. *Cardillo* (polarità servite: borgata di Cardillo, zona residenziale S. Filippo Neri, realtà commerciali);
3. *San Lorenzo Colli* (polarità servite: Zona produttiva e terziaria di Via La Malfa, zone residenziali Villaggio Ruffini e San Lorenzo, polo scolastico via Fattori/Astorino);
4. *Francia* (polarità servite: Zona residenziale e commerciale del viale Strasburgo);
5. *Notarbartolo* (polarità servite: Zona residenziale e commerciale: Notarbartolo/Sciuti/Terrasanta/Malaspina);
6. *Lolli* (polarità servite: Zona residenziale e commerciale Dante/Re Federico/Politeama);
7. *Orleans* (polarità servite: Percorso Palermo Arabo-Normanna, Albergheria/Cattedrale/via Basile/Montegrappa, Uffici della Regione Siciliana, Questura, Città Universitaria, Ospedale "Di Cristina");
8. *Vespri-Policlinico* (polarità servite: Zona ospedaliera, Cimitero);
9. *Guadagna* (polarità servite: Zona residenziale via Oreto, borgata Guadagna);
10. *Stazione Centrale* (polarità servite: polo d'interscambio modale "Stazione Centrale", Zone residenziali e commerciali di corso dei Mille/via Lincoln/via Roma, polo universitario di via Archirafi);
11. *Maredolce* (polarità servite: borgata di Brancaccio);
12. *Brancaccio* (polarità servite: zona terziaria di Brancaccio);
13. *Roccella* (polarità servite: zona commerciale Roccella, polo d'interscambio modale "Porta Sud", quartiere Sperone).

Alle tredici fermate esistenti se ne aggiungeranno altre 5 (Sferracavallo, La Malfa, Belgio, Lazio, Palazzo di Giustizia, per un totale di 18 fermate o stazioni.

L'infrastruttura di trasporto denominata "Anello ferroviario" consiste in una linea a binario unico con un percorso di tipo circolare, quasi interamente in sotterranea, lunga complessivamente quasi 6,5 chilometri, parte della quale già esistente.

Figura 4 (Cap. 2.2): Percorso dell'Anello Ferroviario di Palermo

Nella tabella che segue è riportata, in estrema sintesi, la situazione attuale (tratta ferroviaria esistente), i lavori in corso (1° lotto) [3] e il futuro completamento dell'opera (2° lotto):

	Itinerario	Tipologia	Lunghezza (km)
tratta esistente	Notarbartolo – Giachery	a semplice binario	3,621
1° lotto	Giachery – Porto – Politeama (in costruzione)	a semplice binario	1,637
2° lotto	Politeama – Malaspina – Notarbartolo (da progettare e finanziare)	a semplice binario	1,263

La linea, nella sua configurazione finale, svolgerà un servizio monodirezionale, avvalendosi di otto fermate, quattro già esistenti (Notarbartolo, Imperatore Federico, Fiera, Giachery) e quattro da realizzare ex novo (Lazio-Libertà, Porto, Politeama, Malaspina [4]).

Il secondo stralcio funzionale (1,3 km) prevede inoltre la predisposizione di un tunnel pedonale da piazza Politeama a piazza San Francesco di Paola, al servizio dell'ambito urbano in cui si trova il Palazzo di Giustizia e gli uffici giudiziari.

La descrizione del sistema della mobilità urbana nelle aree urbane oggetto dell'intervento non può prescindere la rete del trasporto pubblico su gomma (**figura 5**), che si configura quale vero e proprio tessuto connettivo dell'offerta di trasporto.

Alla rete di TPL su gomma può attribuirsi il compito di adduzione dell'utenza verso le linee di forza del trasporto pubblico urbano ad alta capacità (metropolitane ferroviarie e linee tranviarie), la cui offerta è in grado di soddisfare elevati flussi di domanda di spostamenti con adeguate portate orarie.

La copertura del centro abitato garantita dall'attuale rete di trasporto su gomma (e tranviaria) è alquanto elevata, come si rileva dalla **figura 6**, ove è rappresentata la porzione di centro abitato (bacino dell'utenza potenziale servito dalla nuova rete del Trasporto Pubblico Locale) nella quale la rete di TPL risulta distante non oltre i 300 metri (spostamento a piedi ritenuto accettabile).

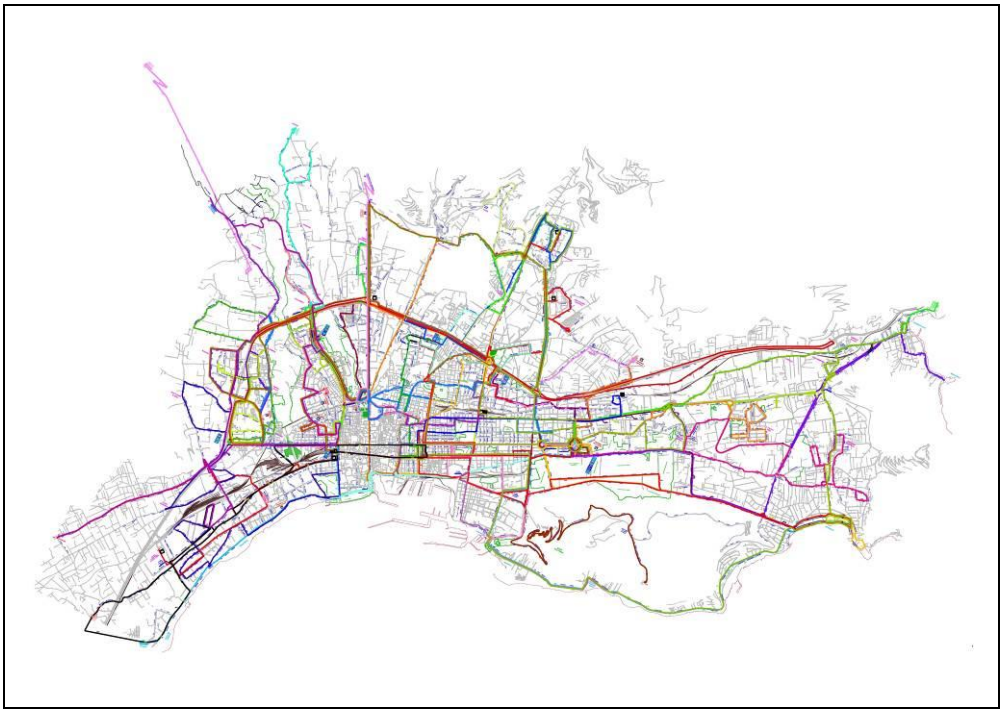


Figura 5 (Cap. 2.2): La rete del trasporto pubblico urbano su gomma

[3] Parte integrante del 1° lotto dei lavori per la chiusura dell'anello ferroviario è la nuova fermata "Libertà", in corso di costruzione lungo la tratta esistente fra il km. 1+386 ed il Km. 1+480 e precisamente in viale Lazio, all'altezza della via Sicilia.

[4] La fermata "Malaspina" è parte integrante del 2° lotto ed è prevista a breve distanza dalla fermata "Lolli" del passante ferroviario.

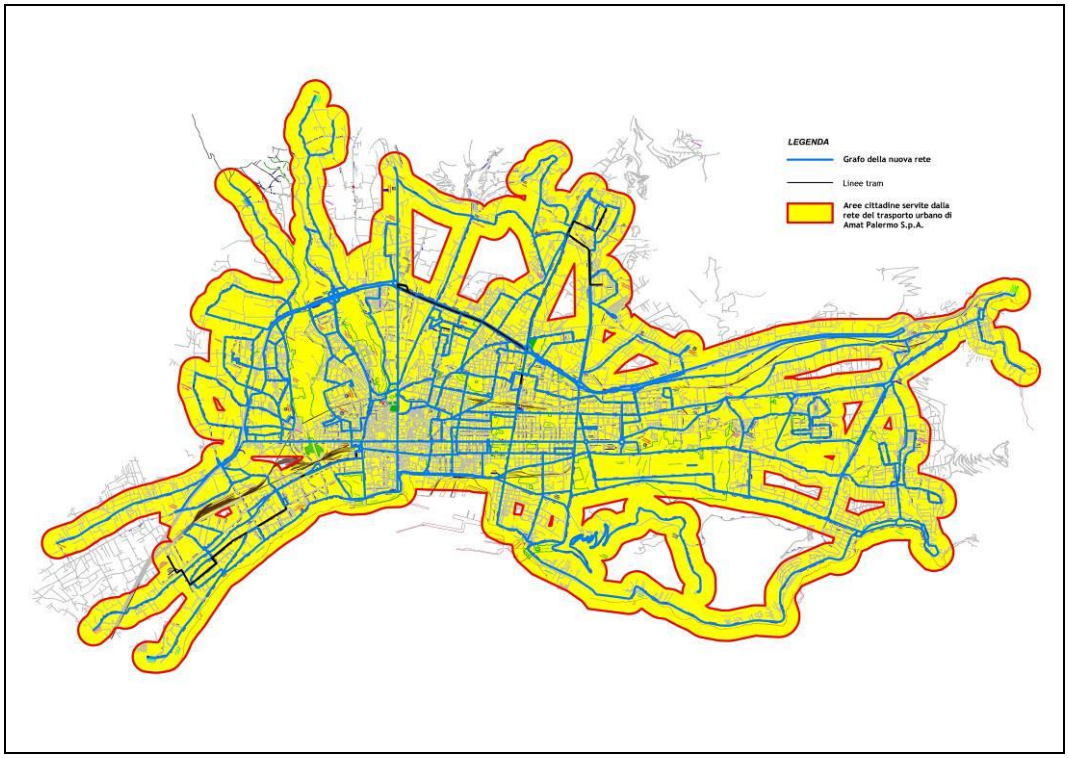


Figura 6 (Cap. 2.2): La copertura della rete del trasporto pubblico urbano su gomma

In altri termini, il potenziamento dell'offerta di trasporto pubblico è una condizione necessaria, unitamente alle politiche di orientamento della domanda di mobilità tramite la disincentivazione del traffico motorizzato privato (quali l'istituzione di aree pedonali e zone a traffico limitato e la tariffazione della sosta e/o degli accessi alle stesse zone a traffico limitato), per ricondurre la ripartizione modale ad un dimensionamento sostenibile della stessa, da cui attendere positive ricadute sui valori della congestione veicolare e degli inquinamenti ambientali da traffico, a vantaggio della qualità urbana e della vivibilità.

Un recente studio annuale[5] elaborato dalla società olandese *TomTom*, che ha preso in considerazione 295 città di 38 Paesi del mondo per un totale di 14 trilioni di misurazioni, ha evidenziato che, nell'ordine, Palermo (41%), Roma (38%), Messina (35%), Napoli (31%) e Milano (29%) sono i comuni più congestionati [6] in Italia; Palermo è peraltro risultata la quarta assoluta in Europa, dietro solo a Lodz, Mosca e Bucarest per livello di congestionamento.

Tale condizione è frutto della consistenza di una serie di indicatori quale il parco veicolare, gli utenti dello spostamento, che, unitamente alle abitudini della popolazione, generano il quadro di mobilità già descritto in occasione della stesura del vigente Piano Generale del Traffico Urbano[7] e che si riporta sinteticamente di seguito.

[5] TomTom Traffic Index 2015

[6] Il dato è stato ottenuto dalle informazioni dei propri dispositivi Gps (rese anonime), associate a fonti governative e giornalistiche, confrontando i tempi di percorrenza rilevati nei momenti di traffico regolare con quelli delle ore di punta: la differenza viene quindi espressa con un incremento percentuale, a indicare il tempo in più che si impiega per percorrere i medesimi tratti.

[7] Approvato con Delibera di C.C. n. 365 del 29.10.2013

Dati di mobilità relativi al PGTU del 2009	
• **Flusso di auto nell'ora di punta (7,30-8,30)** • spostamenti interni al territorio comunale • spostamenti di scambio e di attraversamento	**69.104** 56.910 12.194
• **Coefficiente medio di occupazione delle auto (persone/auto)**	**1,3**
• **Flusso di persone su auto nell'ora di punta (7,30-8,30)**	**74.000**
• **Flusso di passeggeri su mezzo pubblico su gomma interni al territorio comunale nell'ora di punta (7,30-8,30)**	**19.230**
• **Ripartizione modale degli spostamenti(*) interni al territorio comunale nell'ora di punta (7,30-8,30)** • auto privata • mezzo pubblico	 80% 20%
• **Flusso giornaliero di auto**	**898.352**
• **Flusso giornaliero di persone su auto**	**1.167.857**

Lo scenario che deriva dalla precedente tabella esprime con chiarezza l'insostenibilità dei dati della ripartizione modale del trasporto (80% auto privata e 20% mezzo pubblico) e spiega i dati di congestione sopra richiamati.

COMUNI	2008	2014	var %
Roma	747,10	619,50	-17,1
Torino	651,30	615,50	-5,5
Palermo	**599,22**	**561,61**	**-6,3**
Bari	574,50	538,40	-6,3
Napoli	572,10	538,20	-5,9
Milano	593,00	518,80	-12,5
Bologna	541,60	511,00	-5,6
Firenze	562,80	510,30	-9,3
Genova	482,00	457,00	-5,2

Tale situazione è determinata anche dall'eccessivo livello di motorizzazione che caratterizza la città di Palermo: l'analisi, fondata su dati ISTAT e ACI, di tale indicatore (autovetture in circolazione per 1.000 abitanti) evidenzia come Palermo sia caratterizzata da elevati valori del numero di autovetture in rapporto agli abitanti, come si evidenzia dalla tabella a lato riportata, dalla quale emerge che tra le più grandi città italiane Palermo è seconda solo a Roma e a Torino in questa negativa classifica.

Peraltro il trend della consistenza del parco veicolare correlato all'andamento della popolazione residente (vs. **fig. 7**) evidenzia un'evoluzione dei dati che spiega gli elevati livelli di motorizzazione prima citati.

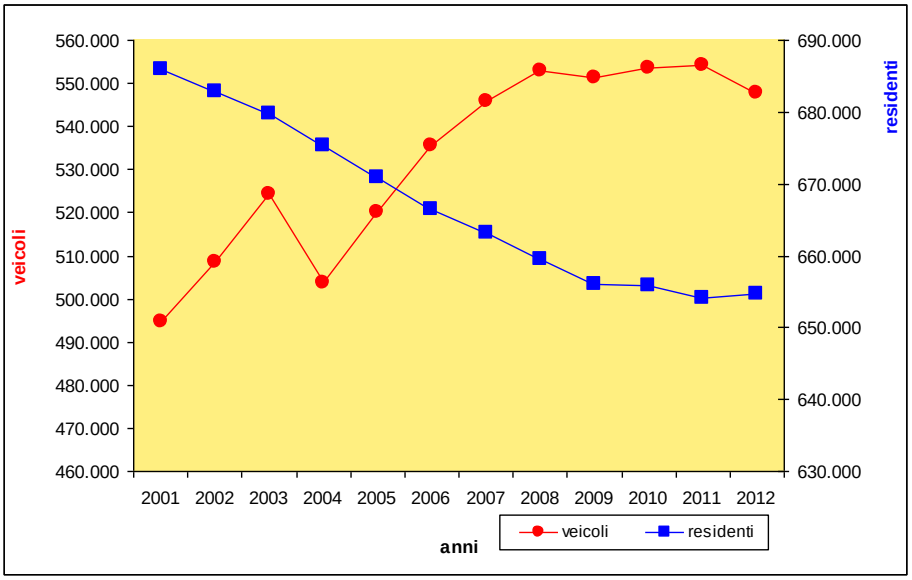


Figura 7 (Cap. 2.2): Evoluzione della numerosità dei veicoli della rete del trasporto pubblico urbano su gomma

L'analisi complessiva del contesto urbano non può non comprendere anche le necessarie valutazioni sulla rete stradale e sulle condizioni di criticità che lo caratterizzano (in termini di rapporto tra la domanda di flusso sulla rete e offerta di capacità della rete stradale), indicatore principale della congestione veicolare.

Nella **figura 8** è riportata la distribuzione delle criticità (flusso/capacità) lungo la viabilità nelle zone di studio; nella successiva tabella sono invece riportati i valori prevalenti di criticità lungo i principali tratti stradali interessati dal passaggio delle linee tranviarie oggetto della presente relazione (Vedi Cap.2 – Premessa), con il distinguo tra i tre livelli di criticità (alta, media e bassa).

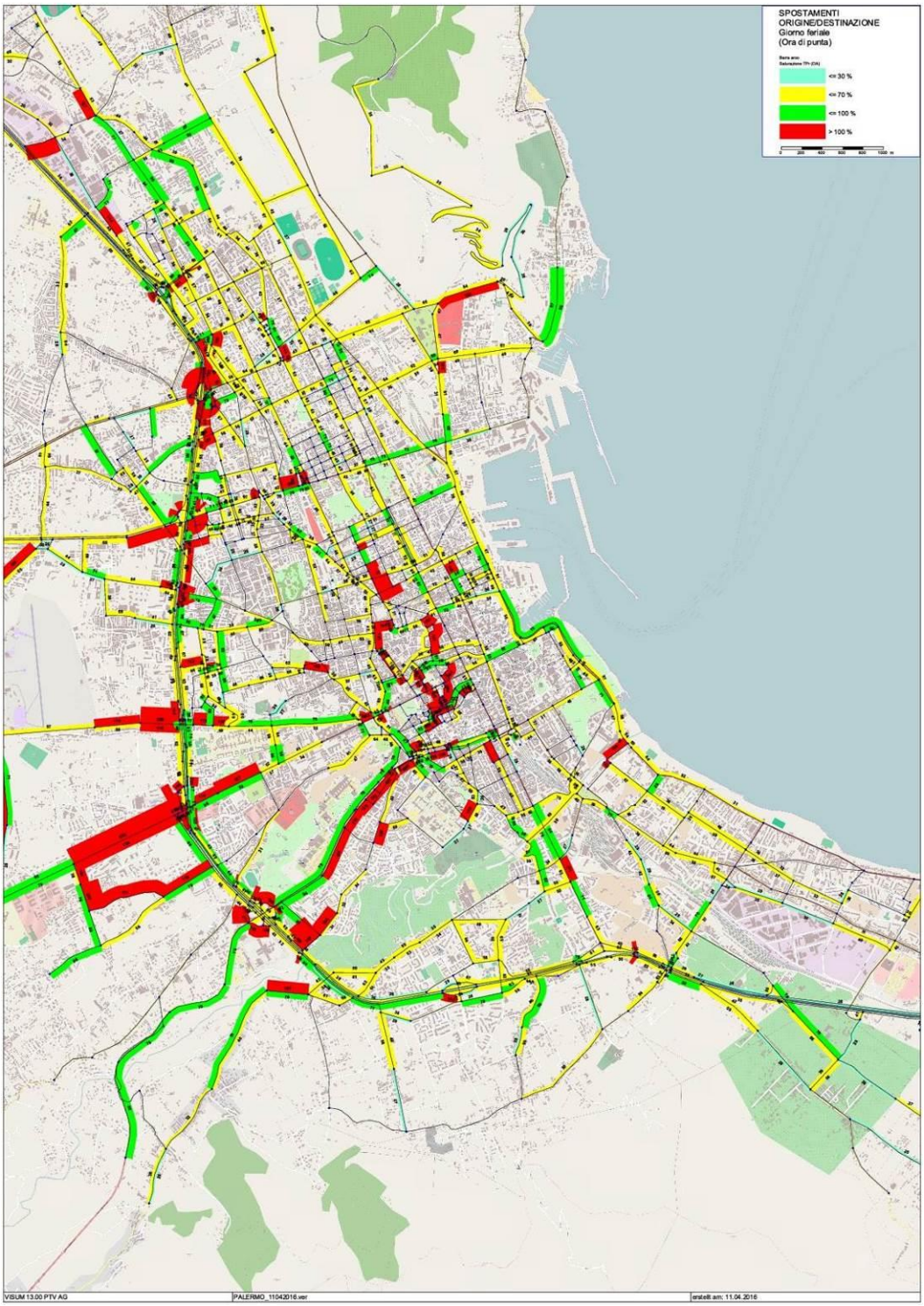


Figura 8 (Cap. 2.2): Distribuzione delle criticità (rapporto flusso/capacità) lungo la viabilità

Tratta	Tratto stradale	Criticità [8] [%]			
		saturazione > 100	alta 70≤ x ≤ 100	media 30 < x < 70	bassa x ≤ 30
A	corso dei Mille (tratto Balsamo/Lincoln)			×	
	via Lincoln (tratto dei Mille/Roma)				
	via Roma (tratto G. Cesare/Vittorio Emanuele)			×	
	via Roma (tratto Vittorio Emanuele/Amari)		×		
	via E. Amari (tratto Roma/Castelnuovo)			×	
	via Libertà (tratto Castelnuovo/Mordini)		×		
	via Libertà (tratto Mordini/Notarbartolo)			×	
	via Libertà (tratto Notarbartolo/Vittorio Veneto)			×	
	viale Croce Rossa (tratto Vittorio Veneto/De Gasperi)			×	
B	via Notarbartolo (tratto Boiardo/Duca della Verdura)		×		
C	viale Regione Siciliana – laterale lato monte (tratto Calatafimi/ svincolo Basile)		×		
	via E. Basile (tratto Calatafimi/Re Ruggero)	×			
D	via Lodato (tratto Basile/Lazzaro)		×		
	via S. Filippo		×		
	viale Regione Siciliana - lat. valle (tratto S.Filippo /Perrier)		×		
	viadotto Perrier		×		
	via del Levriere				×
E	viale De Gasperi (tratto Croce Rossa/Strasburgo)			×	
	viale Strasburgo (tratto De Gasperi/Belgio)			×	
	viale Strasburgo (tratto Belgio/Francia)		×		
	viale Strasburgo (tratto Francia/Resurrezione)		×		
	via S. Lorenzo (tratto Resurrezione/Lanza di Scalea)	×			
	via Lanza di Scalea			×	
	via Olimpo				×
	Via Mattei				×
	via Galatea (tratto Mattei/mare)				×
F	via Duca della Verdura		×		
	via F. Crispi (tratto Scinà/E. Amari)		×		
	via F. Crispi (tratto E. Amari/XIII Vittime)		×		
	via F. Crispi (tratto XIII Vittime/Cala)		×		
	foro Umberto I° (tratto Cala/Lincoln)		×		
	via Lincoln (tratto Umberto I°/dei Mille)				
G	Via Nicoletti				×

L'offerta di trasporto pubblico attuale richiede un'ulteriore implementazione atta a contrastare le endemiche criticità che affliggono il sistema della mobilità urbana a Palermo in termini di alti volumi veicolari, elevati valori di congestione veicolare, bassi livelli di utilizzo del trasporto pubblico (ripartizione modale), scarsa appetibilità dell'offerta di trasporto pubblico (per via della promiscuità con il traffico veicolare e per le impedenze alla regolarità del servizio derivati da comportamenti non conformi al Codice della Strada, quale la sosta in doppia fila.

L'approccio previsto dalla strumentazione urbanistica vigente e in itinere adotta decisamente la strategia globale indicata nel marzo 2011 dalla Commissione europea con il "*Libro Bianco dei Trasporti: Verso un sistema dei trasporti competitivo e sostenibile*", nel quale si intende perseguire l'obiettivo di porre in essere un sistema di trasporti competitivo in grado di incrementare la mobilità, rimuovere i principali ostacoli nelle aree principali e alimentare la crescita e l'occupazione. Allo stesso tempo, le proposte intendono ridurre drasticamente la dipendenza dell'Europa dalle importazioni di petrolio e diminuire del 60% le emissioni di carbonio nei trasporti entro il 2050. In altri termini la sfida è perseguire una profonda trasformazione del sistema dei trasporti, promuovendone l'indipendenza dal petrolio, la

[8] I valori di criticità sono calcolati tramite il modello di simulazione del traffico *Visum* (in dotazione agli uffici comunali) e con riferimento alla fascia oraria 08.00/09.00 di un giorno medio qualsiasi (eccetto lunedì e sabato).

creazione di infrastrutture moderne e di una mobilità multimodale assistita da una gestione intelligente di sistemi informativi.

In linea con quanto espresso dalla Commissione Europea con il "*Libro Bianco dei Trasporti*" *è necessario che si affermino nuove modalità di trasporto per poter condurre a destinazione […] un numero maggiore di passeggeri utilizzando i modi (o le combinazioni di modi) di trasporto più efficienti. Di preferenza il trasporto individuale dovrebbe essere riservato agli ultimi chilometri di una tratta ed effettuato con veicoli puliti.*

Un aumento degli spostamenti con i mezzi di trasporto collettivi, combinato con un minimo di obblighi di servizio, permetterà di aumentare la densità e la frequenza del servizio, generando così un circolo virtuoso per i modi di trasporto pubblici.

La necessità non rinviabile di ricondurre la ripartizione modale del trasporto verso un utilizzo certamente più alto del trasporto pubblico determina la scelta di avvalersi di sistemi di trasporto in grado di soddisfare elevati valori di domanda con un'adeguata capacità e con elevati standard prestazionali. In ciò si rivela idonea la scelta di implementare nella città di Palermo la rete tranviaria, atta a sostituire - lungo le linee di forza della rete del trasporto pubblico - l'uso degli autobus (aventi capacità non superiore ai 2000/2600 pass/h [9])con le vetture tranviarie dotate di capacità di trasporto più che doppie (5.000 pass/h [10]).

La nuova rete tranviaria cittadina, costituita dalle linee tranviarie esistenti e dall'estensione prevista dal presente Studio di Fattibilità potrà offrire un servizio di trasporto qualificato ed efficiente in un'ampia parte della città caratterizzata da forte presenza di cittadini residenti, come emerge dalle ***figure 9 e 10***, nelle quali sono rappresentate in verde le linee tranviarie esistenti e in grigio l'ampliamento della rete tranviaria in argomento, nonché, per zona censuaria, la distribuzione della popolazione residente in valore assoluto e in relazione alla densità.

L'analisi effettuata fa emergere che l'intera rete tranviaria è in grado di servire un bacino di utenza potenziale pari a oltre 325.000 residenti, valore stimato sulla base dei dati di residenza desunti dal censimento ISTAT 2011 (15° Censimento della popolazione e delle abitazioni) e con riferimento alle unità censuarie ricadenti nei trecento metri (vds ***figura 11***).

Appare altresì importante evidenziare come le scelte effettuate determinino un'offerta complessiva di trasporto pubblico tranviario sufficiente a servire direttamente (ossia entro i trecento metri circa dal luogo di residenza) circa metà della popolazione di Palermo, considerato che questa al 31 dicembre del 2015 è risultata pari a 674.435 abitanti. [11]

[9] Valore calcolato per autobus da 12 m, con cadenza 3 minuti (20x90=1.800 pass/h) e per autosnodato (20x130=2.600 pass/h).
[10] Valore calcolato per le vetture tranviarie già in servizio a Palermo, con cadenza 3 minuti (20x250=5.000 pass/h).
[11] Dato fornito dalla pubblicazione "*Statistica flash (11/01/2016)*" curata dall'Unità di Staff Statistica del Comune di Palermo e presente nella pagina web (http://www.comune.palermo.it/js/server/uploads/_28012016110947.pdf).

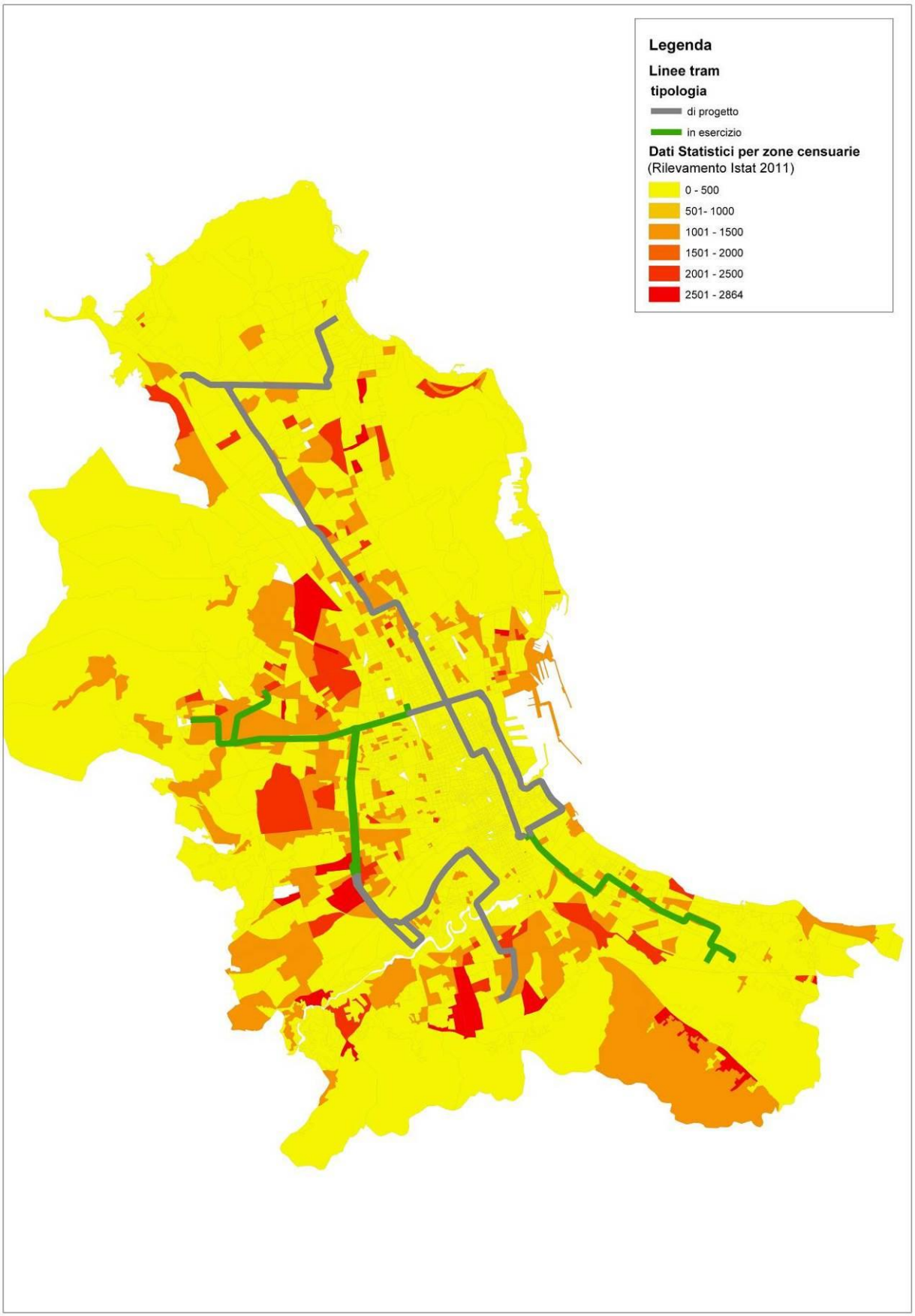


Figura 9 (Cap. 2.2)

Distribuzione della popolazione residente rispetto all'intera rete tranviaria

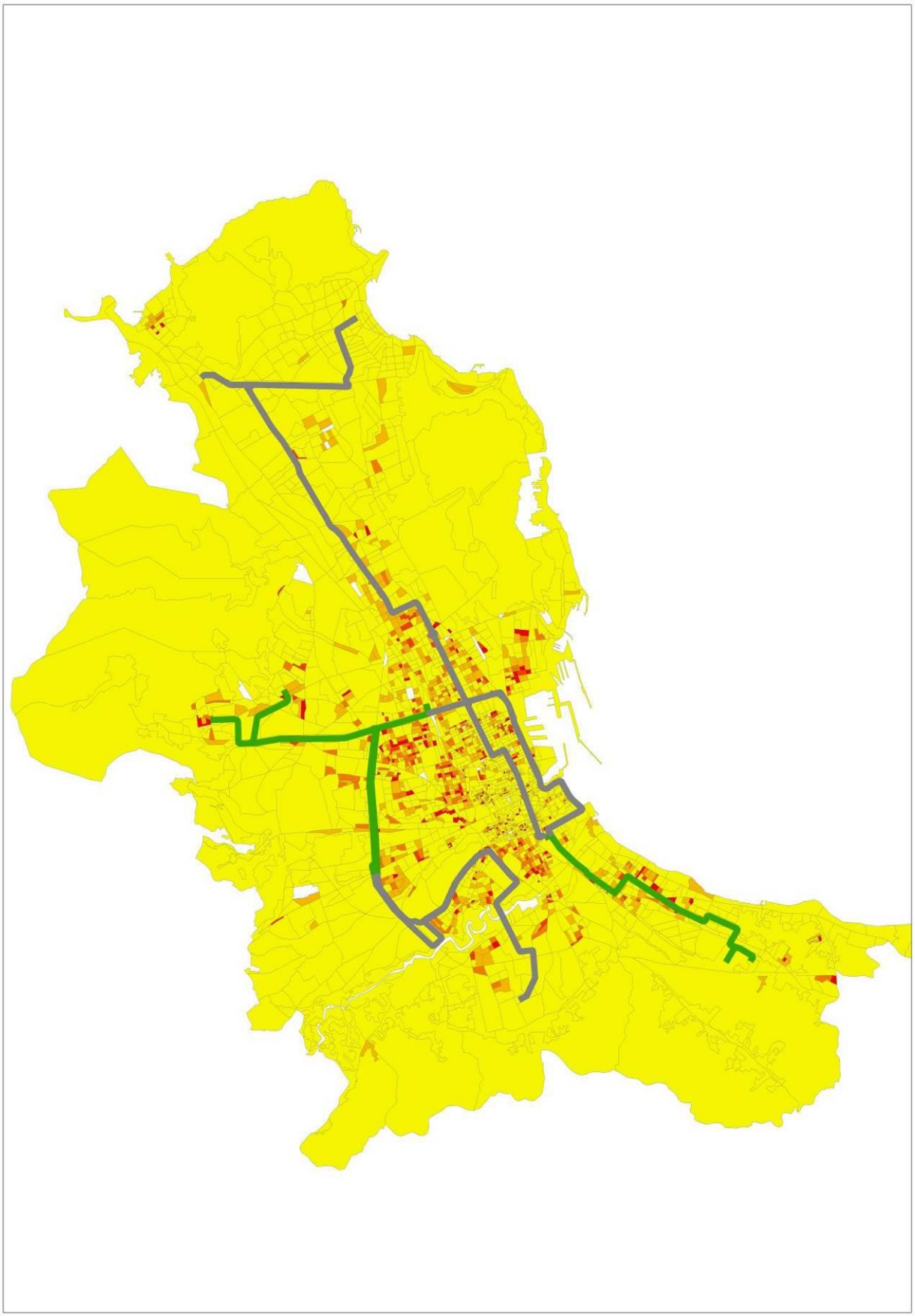


Figura 10 (Cap. 2.2)

Distribuzione della densità abitativa rispetto all'intera rete tranviaria

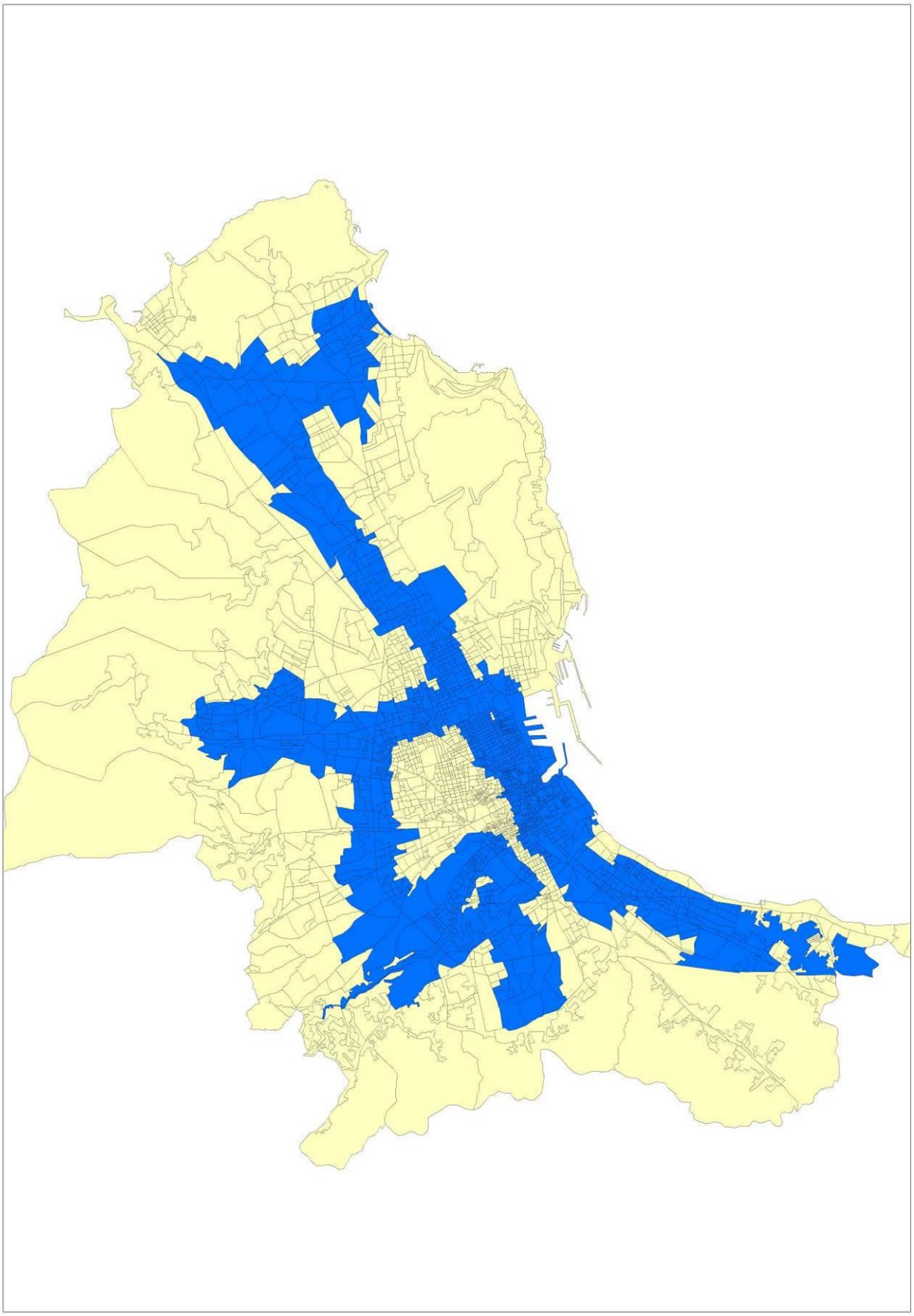


Figura 11 (Cap. 2.2)

Bacino di utenza potenziale (residenti) servito dall'intera rete tranviaria

2.3 ANALISI DELLE CRITICITÀ RISCONTRATE NELLE TRATTE IN PROGETTO

Durante i sopralluoghi effettuati lungo le sette TRATTE in progetto sono state riscontrate alcune criticità che si vanno nel seguito a esporre.

TRATTA "C" - CALATAFIMI/ORLEANS

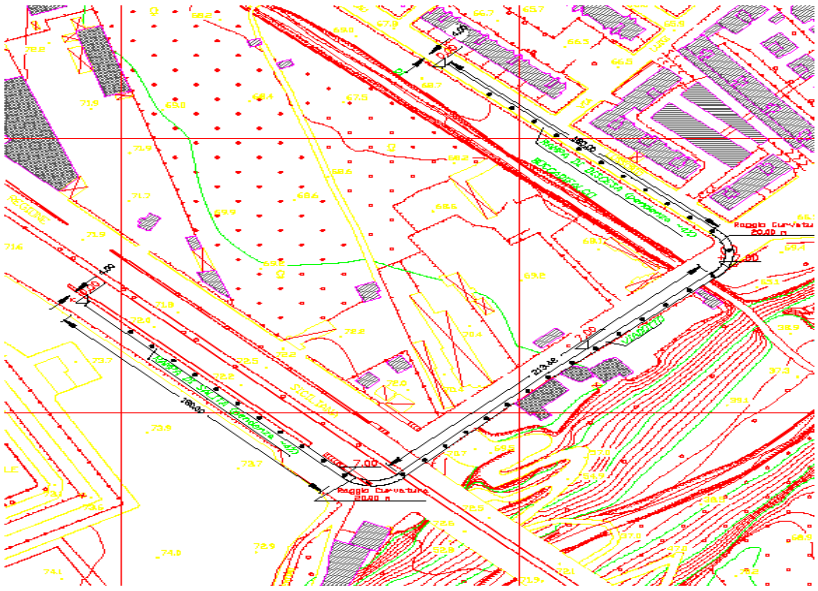
Questa tratta rappresenta il proseguimento dell'esistente linea 4 a binario unico attualmente in esercizio.

Dal tratto finale di via Pollaci, realizzato senza barriere laterali, si procederà verso corso Calatafimi per poi immettersi sulla laterale di monte del Viale Regione Siciliana, impegnando il lato sinistro della corsia di marcia. La criticità consiste nel dovere realizzare la nuova tratta tranviaria, solo per il **breve tratto di raccordo, senza le barriere laterali, non rispettando il concetto di "sezione tranviaria protetta".**

N.2 IMMAGINI DEL TRATTO FINALE DI VIA POLLACI

SVINCOLO CORSO CALATAFIMI

Percorrendo la corsia laterale lato monte del Viale Regione Siciliana la tratta sottopasserà il viadotto Basile il cui intradosso è di circa 6,30 m. Superato il cancello del carcere Pagliarelli, a circa 180 m dallo slargo del "Baby Luna", si prevede la realizzazione di una **rampa di salita necessaria per attraversare viale Regione Siciliana con un viadotto che proseguirà, in quota, lungo via Gustavo Roccella**; all'incrocio con via Lussorio Cau è previsto l'inizio della rampa di discesa. Tale argomento trova maggiori dettagli nel paragrafo relativo agli "ASPETTI STRUTTURALI" del progetto.



SCHEMA PLANIMETRICO DEL VIADOTTO TRANVIARIO SUL VIALE REGIONE SICILIANA

IMMAGINE LATERALE di VIALE REGIONE SICILIANA ALL'ALTEZZA DEL CARCERE PAGLIARELLI

IMMAGINE LATERALE di VIALE REGIONE SICILIANA ALTEZZA DEL "BABY LUNA"

Per la realizzazione di detto viadotto tranviario si dovrà prevedere **l'allargamento della sede stradale di via Gustavo Roccella in corrispondenza della parte tombata del canale Boccadifalco** (VEDI il paragrafo "ASPETTI STRUTTURALI".

Nel percorso di ritorno della tratta "C", provenendo da Via Ernesto Basile, superato il centro commerciale "RICAS", si dovrà prevedere l'allargamento della sede stradale dello svincolo di immissione sulla corsia laterale di valle del viale Regione Siciliana.

IMMAGINE DEL RESTRINGIMENTO VIA GUSTAVO ROCCELLA

IMMAGINE DELLO SVINCOLO VIA ERNESTO BASILE

Sempre riguardo alla tratta "C", percorrendo la corsia laterale di viale Regione Siciliana, lato valle, anche in questo caso è preferibile che impegni la corsia di sinistra del senso di marcia, sino al collegamento con il percorso di ritorno dell'attuale Linea 4 all'altezza del corso Calatafimi.

SVINCOLO VIA ERNESTO BASILE

CORSO CALATAFIMI – PERCORSO DI RITORNO LINEA 4

CORSO CALATAFIMI – PERCORSO DI RITORNO LINEA 4

TRATTA "D" - ORLEANS/LEVRIERE

Questa tratta tiene conto della realizzazione di una strada di collegamento tra la via Parlavecchio e la via Villagrazia per la quale è necessario realizzare un viadotto sul fiume Oreto; l'opera è già inserita nel programma triennale delle OO.PP. dell'anno 2015/2017 (N. 646 - Cod. Amm.ne 097314 – cat. 01 - progr. 0189 "Viadotto sull'Oreto per il collegamento del quartiere Guadagna con l'area dell'Ospedale Civico") - (Delibera di C.C. n. 440 del 17.11.2015).

Dalla via Albiri per raggiungere il quartiere Bonagia, è previsto il superamento del viale Regione Siciliana dal viadotto *Carlo Perrier* che ha una pendenza massima di circa il 5,7%.

FOTO SUL VIADOTTO *CARLO PERRIER* SPALLE A VIA DEL LEVRIERE

FOTO SUL VIADOTTO CARLO PERRIER SPALLE VIA ALBIRI

TRATTA "E" - CROCE ROSSA/GALATEA

In questa tratta si sono riscontrate le seguenti criticità:

- il restringimento in Via San Lorenzo all'altezza del Commissariato di P.S. dove la carreggiata, a doppio senso di marcia, misura circa 10,00 m; la criticità può essere risolta realizzando un tratto tranviario di tipo promiscuo, quindi senza barriere e con regolazione semaforica.

RESTRINGIMENTO VIA SAN LORENZO

RESTRINGIMENTO VIA SAN LORENZO

– il restringimento in Via Enrico Mattei, ove la carreggiata, a doppio senso di marcia, misura circa 12,00 m.

RESTRINGIMENTO VIA ENRICO MATTEI

È previsto, secondo le indicazioni del PRG, il prolungamento stradale di via Enrico Mattei, per consentire di raggiungere via Galatea.

TRATTA "F" - BALSAMO/DUCA DELLA VERDURA

In questa tratta si è riscontrata soltanto una criticità, dipendente dal restringimento di Via Francesco Crispi in entrambi i sensi di marcia in corrispondenza del sottopasso di Piazza XIII vittime: qui la carreggiata di valle misura circa 6,00 m, mentre la carreggiata di monte circa 7,00 m; la criticità può essere risolta realizzando, in ambedue i sensi di marcia, percorsi tranviari di tipo promiscuo con regolazione semaforica.

RESTRINGIMENTO DI VIA FRANCESCO CRISPI
IN CORRISPONDENZA DEL SOTTOPASSO di PIAZZA XIII VITTIME

TRATTA "G" - BOLIVAR/SFERRACAVALLO

In questa tratta si sono riscontrate le seguenti criticità:

1. **Restringimento in Via Rosario Nicoletti** in entrambi i sensi di marcia in corrispondenza dello svincolo autostradale: la carreggiata di valle in questo tratto misura circa 6,50 m, mentre la carreggiata di monte circa 7,00 m; la criticità può essere risolta realizzando, in ambedue i sensi di marcia percorsi tranviari di tipo promiscuo, quindi senza barriere e con regolazione semaforica.

RESTRINGIMENTO VIA ROSARIO NICOLETTI ALTEZZA SVINCOLO AUTOSTRADALE

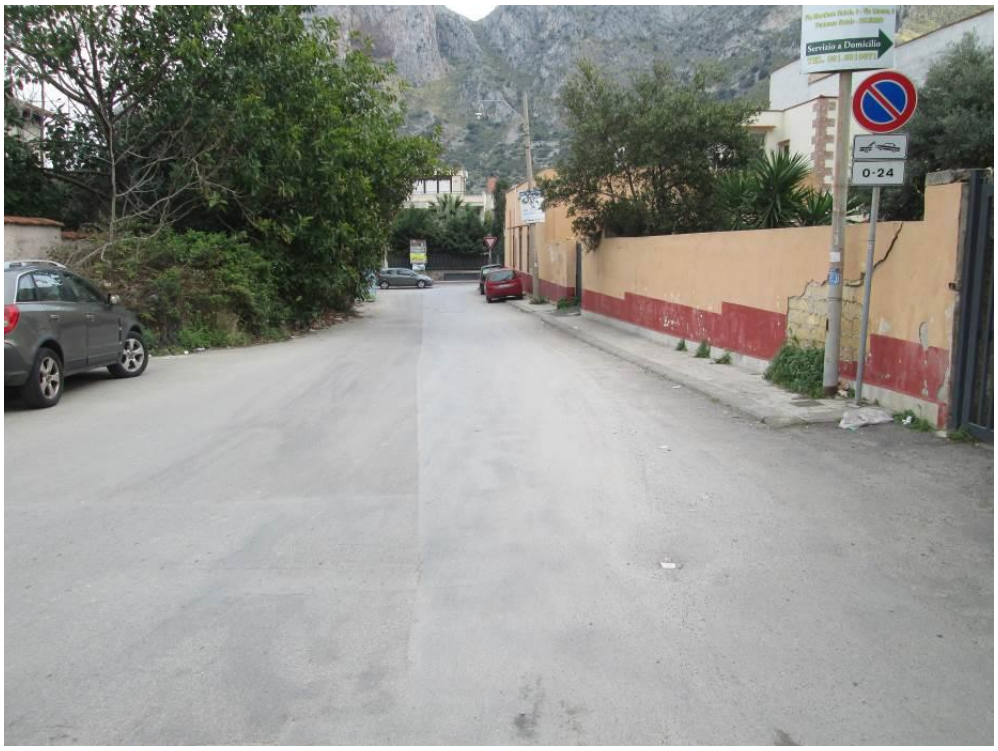
2. Nella **corsia laterale di monte di via Rosario Nicoletti**, l'altezza dell'intradosso del viadotto autostradale misura circa 5,60 m; la criticità può essere risolta modificando la livelletta stradale fino al raggiungimento di un'altezza ammissibile.

VIA ROSARIO NICOLETTI - CORSIA LATERALE DI MONTE

3. **Al termine di Via Nicoletti, proseguendo verso Via E. Palazzotto, la presenza di un edificio prevedeva, nel tracciato originale la necessità di aggirarlo interessando via Sferracavallo e via del Cedro ambedue con problemi di restringimento delle carreggiate.** Tale criticità è stata risolta coerentemente al tracciato previsto nell'appalto in corso per la costruzione del PASSANTE FERROVIARIO. Nel PRG è previsto il prolungamento di via E. Palazzotto sino a via Rosario Nicoletti che consentirà il proseguimento della tratta tranviaria sino a via Leone, dove è prevista la Stazione Sferracavallo del Passante Ferroviario. Tale opera è inserita nel Programma Triennale delle Opere Pubbliche con N. rif. 250/CAT 01/PROG 0033 - Delibera di C.C. n. 440 del 27.11.2015.

VIA SFERRACAVALLO – TRATTO COMPRESO TRA VIA NICOLETTI E VIA DEL CEDRO

VIA DEL CEDRO IN CORRISPONDENZA DELL'INTERSEZIONE CON VIA SFERRACAVALLO



VIA DEL CEDRO

2.4 ANALISI DELLE COMPONENTI GEOLOGICHE

2.4.1. PREMESSA

Il presente studio è sviluppato ai sensi dell'art. 14 "Studio di fattibilità" del DPR 207/2010 che, nella relazione illustrativa, dovrà esporre le caratteristiche funzionali e tecniche dei lavori da realizzare, e nel campo specifico di cui qui ci si occupa, comma 1d) dell'analisi dello stato di fatto nelle componenti geologiche. Pertanto di seguito vengono esposti i contenuti essenziali sotto il profilo:

I. geologico, come descrizione delle litologie presenti nel sottosuolo;
II. idraulico, come rilievo delle criticità di tipo idraulico;
III. della ubicazione dei collettori e canali antropici e naturali dei corsi di antichi torrenti e corsi d'acqua presenti lungo i tracciati attraversati dalle linee del tram;
IV. della descrizione delle pericolosità e dei rischi geomorfologici e dei siti di attenzione cartograficamente rappresentate nelle vigenti tavole del Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI), presenti nel territorio attraversate dai percorsi dalle Tratte di Tram in programma.

2.4.2 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

L'area interessata dai percorsi delle sette nuove tratte del Tram è identificata nella più vasta area della Piana di Palermo.

Morfologicamente l'area è legata agli eventi tettonici Plio-quaternari che hanno determinato l'assetto degli affioramenti rocciosi dei Monti di Palermo e il sottostante bacino di sedimentazione ad andamento sub pianeggiante.

La morfologia dell'area, tipica delle zone costiere e di transizione tra i contigui rilievi litoidi dei monti che circondano la Città e il mare, ha uno sviluppo quasi pianeggiante, con quote comprese tra 2.00 e 50.00 m s.l.m, con una pendenza media del 2% verso Est.

Le oscillazioni di trasgressione e regressione del mare Quaternario, determinarono l'erosione e il deposito dei sedimenti detritici e detritico organogeni in un mare a bassa energia.

I depositi che caratterizzano la geologia dell'area, come del resto buona parte della Piana di Palermo, sono costituiti dalla presenza di una formazione litologica costituita da strati, a volte spessi e tenaci a volte poco potenti e sciolti, appartenenti al complesso **calcarenitico sabbioso** *(Plio-pleistocene)*, risultato del disfacimento dei monti calcarei circostanti.

Le **Calcareniti** sono rappresentate da rocce sedimentarie di origine clastica a struttura granulare di natura carbonatica, di colore giallo-biancastro, la cui matrice è una sabbia biodetritica medio-fine, spesso macrofossilifera, talora vacuolare, variamente cementata da lapidea a tenera e friabile, sia in senso verticale che orizzontale, passante localmente a calcarenite nodulare con sabbia e livelli calcarenitici, determinando quindi evidenti differenze fisico-tecniche del deposito in seno allo stesso tipo litologico.

La stratificazione della formazione è solitamente sub-orizzontale, con strati di spessore variabili dal decimetro al metro.

La potenza del sedimento, nell'estesa area interessata dai percorsi delle linee di tram, è alquanto variabile, supera i 40.00 m in prossimità dell'incisione del Fiume Oreto, fino ad assottigliarsi a qualche metro nei tratti dove le sottostanti argille presentano alti strutturali.

Le calcareniti in genere sono ricoperte da sabbie limose e limo sabbiose, terre rosse rimaneggiate o poco addensate, prodotto dall'alterazione e disfacimento delle sottostanti calcareniti. La potenza della copertura varia da qualche decimetro ad alcuni metri.

In relazione a quanto sopra esposto considerato che per la realizzazione della maggior parte delle tratte di Tram la porzione di terreno interessata sarà esclusivamente quella superficiale, per uno spessore di circa 0.5 m, i terreni oggetto degli interventi saranno le sabbie calcarenitico-limose e le terre rosse di copertura, e marginalmente le calcareniti sottostanti.

La rappresentazione geolitologica dei tracciati è riportata nella Tavola progettuale **1b**.

2.4.3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'assetto lito-strutturale della Conca d'Oro contribuisce a delineare un quadro ben definito della circolazione idrica nel sottosuolo; la presenza dei rilievi calcari e calcari dolomitici posti lungo il perimetro occidentale della piana di Palermo rappresenta un'importante area di alimentazione idrica per i depositi calcarenitici presenti a valle.

Le caratteristiche idrogeologiche dei depositi calcarenitici presentando una permeabilità da buona a elevata per porosità primaria, con un **K** compreso tra **$1x10^{-3}$** a **$1x10^{-4}$ cm/s**, funzione del diverso grado di cementazione dei clasti, sono la sede di un acquifero pressoché uniformemente distribuito, posto al di sopra delle sottostanti argille del Flysch Numidico, che assicura inoltre il deflusso idrico verso la costa tirrenica.

Il livello statico della falda freatica nella roccia serbatoio è alquanto differente, ed è funzione della potenza della formazione calcarenita, del bed roch flyschoide sottostante e della distanza dalla linea di costa.

Per i tratti di tram di nuova progettazione, di cui qui ci si occupa, le aree interessate dalla presenza di falda idrica sub affiorante o a piccola profondità si incontrano nella conca di Mondello e in una ristretta area compresa tra via Lanza di Scalea e Viale dell'Olimpo.

In altre zone della piana di Palermo, in prevalenza a Sud, per la presenza di alti strutturali dei sottostanti livelli argillosi, la falda acquifera può coincidere con il piano di campagna o trovarsi a piccola profondità.

2.4.4. PERICOLOSITÀ E RISCHI DI PRG E DI PAI

Dall'esame dei vincoli riportati nelle cartografie di **PRG** vigente, discendenti dal parere del Genio Civile, si evince che:

- porzioni delle Tratte **A** e **F**, che intersecano il centro storico (Via Roma/Cala), attraversano parti di territorio interessate da Inondazioni e Alluvionamenti;
- una porzione della Tratta **D,** in corrispondenza delle Vie Lodato/Parlavecchio attraversamento del Fiume Oreto, è interessata da cave storiche a fossa, cedimenti, ribassamenti del suolo, sprofondamenti e crolli per la presenza di cavità sotterranee antropiche;
- porzioni delle Tratte **A**, **B, E** e **F**, che percorrono parte delle Vie Roma, Libertà, Notarbartolo, Croce Rossa, De Gasperi e Strasburgo, attraversano un'estesa area contrassegnata come Sito di Attenzione per la presenza di cavità sotterranee;

- parti della Tratta **E,** lungo il percorso delle Vie Lanza di Scalea, Olimpo e Galatea sono rispettivamente interessate da aree caratterizzate dalla presenza di qanat e da falda acquifera sub affiorante o a piccola profondità.

Dall'esame dei vincoli riportati nelle cartografie del **rischio idraulico** e **geomorfologico** del **PAI** vigenti, si evince che:

- porzioni delle Tratte **A** e **F** che percorrono il centro storico (Via Roma/Cala), attraversano parti di territorio interessate da Sito di Attenzione per Allagamenti a rischio idraulico medio **R2**, contrassegnato col codice (040-E05);
- la porzione terminale della Tratte **E** lungo la via Galatea è interessata dal Sito di Attenzione per Allagamenti a rischio idraulico medio **R2**, contrassegnato col codice (040-E10);
- la porzione della Tratta **D** che transita nelle Vie Lodato, Tricomi e la sponda Nord dell'attraversamento del Fiume Oreto, è interessata dal Sito di Attenzione geomorfologico con codice (039-6PM-078), per la presenza di cavità sotterranee antropiche, cave storiche a fossa, cedimenti, ribassamenti del suolo, sprofondamenti;
- porzioni delle Tratte **A, B, E** e **F** che percorrono le Vie Libertà, Notarbartolo, Croce Rossa, De Gasperi e Strasburgo sono interessate dalla presenza del Sito di Attenzione geomorfologico con codice (039-6PM-166) per la presenza di cavità sotterranee antropiche, cave storiche a fossa, cedimenti, ribassamenti del suolo e sprofondamenti.

COLLETTORI CANALI E CORSI D'ACQUA

Per completezza d'informazione di seguito si riferisce circa la presenza dei Collettori, dei Canali naturali e antropici e dei corsi d'acqua che trasportano a mare le acque zenitali, che saranno attraversate da alcune tratte di Tram in programmazione.

Le tratte **A** ed **F,** nell'area compresa tra la Cala e la Via Roma, nel tratto compreso tra la Stazione centrale FF.S. e Via Cavour, oltrepassano gli antichi collettori di maltempo Tukory - Lincoln - Foro Umberto I, Porta di Castro - Alloro e Papireto, i cui tracciati e profondità non sono completamente noti.

La Tratta **C** in A/R, in corrispondenza del Viale Regione Siciliana e Via Gustavo Roccella, oltrepasserà il Canale Boccadifalco che transita al di sotto di dette vie.

La tratta **D,** al termine della Via Tricomi supererà l'incisione del Fiume Oreto con il previsto viadotto già inserito nel programma triennale delle OO.PP..

La Tratta **E** supererà il Canale Passo di Rigano in corrispondenza di Via Libertà, e il superficiale Canale "Ferro di Cavallo", in corrispondenza di Via Galatea a Mondello.

Pertanto è opportuno che nel corso degli scavi per la realizzazione delle sezioni d'ingombro dei tracciati dei tram non si vengano a creare interferenze strutturali con gli scatolari entro cui scorrono i collettori e i canali.

Le eventuali interferenze strutturali rilevanti saranno risolte caso per caso in relazione al modesto spessore della fondazione tranviaria.

Le considerazioni d'ordine geolitologico, geomorfologico e idrogeologico, circa le caratteristiche della formazione esaminata e la presenza dei vincoli di pericolosità e rischio di PRG e di PAI, conducono ad

affermare che non dovrebbero presentarsi incompatibilità rilevanti alla realizzazione delle Tratte di Tram in programmazione.

La rappresentazione cartografica dei vincoli e dei rischi geomorfologici e idraulici sia di PRG sia di PAI, nonché i tracciati dei Collettori e dei Canali naturali e antropici presenti lungo i percorsi delle Tratte di Tram in programmazione, è riportata nella Tavola progettuale **1c**.

2.4.5. CARATTERISTICHE FISICO TECNICHE E SISMICHE DEI TERRENI

La caratterizzazione tecnica e sismica dei terreni interessati dalle opere in progetto, di seguito affrontata, è finalizzata a fornire le necessarie indicazioni sotto il profilo strutturale e geotecnico.

Le proprietà fisico-tecniche e sismiche riportate nel presente studio sono state determinate dall'insieme dei dati provenienti dall'esame dei risultati delle indagini geognostiche, dalle analisi e prove di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni di roccia calcarenitica prelevate nel corso dei numerosi sondaggi effettuati per la progettazione:

- dei "Ponti laterali sul Fiume Oreto";
- del sistema fognario "Disinquinamento Cala";
- del "Collettore fognario Porta Felice-Emissario sud ed opere annesse" eseguito dalla Società Bonifica;
- dai dati presenti nella banca dell'Ufficio e raccolti nel corso delle numerose attività di progettazione eseguite in diverse zone della città, su terreni della medesima formazione;
- dai numerosi dati disponibili nella letteratura tecnica;
- dall'analisi delle numerose prove sismiche: MASW e Tomografiche effettuate nei terreni calcarenitici;

Per le profondità interessate alla realizzazione delle tratte di Tram, il tipo litologico oggetto degli interventi è il deposito Calcarenitico, pertanto di seguito si riportano le relative caratteristiche fisico-tecniche, determinate come media ponderata dell'insieme dei singoli parametri esaminati.

Complesso Calcarenitico sabbioso *(Plio-pleistocene)*

Come si è detto, è costituito da un'ampia varietà di rocce aventi fra loro differenti caratteristiche fisiche e macrostrutturali. Le diverse varietà litologiche che si succedono in seno alla medesima formazione, sia verticalmente sia orizzontalmente, sono caratterizzate da composizione granulometria e grado di cementazione alquanto variabili. Le prove di laboratorio geotecnico e i valori di $\mathbf{N_{30}}$ ottenuti delle prove penetrometriche **SPT** eseguite nelle calcareniti, effettuate nel corso di diverse indagini geognostiche, risultano compresi in un intervallo piuttosto ampio che conducono a valori di angoli di attrito compresi fra 25° e 40°, mentre nel caso di strati molto cementati, si registra addirittura il rifiuto.

I parametri fisico-tecnici medi che possono essere assunti per il complesso calcarenitico in esame sono:

- peso dell'unità di volume	γ = **19 KN/m^3**
- coesione	**c = 0,2 KN/m^2**
- angolo di attrito interno ponderato	φ **= 32°**
- coefficiente di permeabilità	**K = 10^{-3}÷10^{-4} cm/sec**
- modulo di Young ponderato	**E = 200.000 KN/m^2**

Per tali rocce il parametro significativo che ne individua l'escavabilità è la resistenza cubica alla compressione che, a causa della citata variabilità litologica, è approssimativo ipotizzare un valore a

carattere generale. Si ritiene comunque, atteso che gli scavi interesseranno la porzione superficiale di terreno, che il valore della pressione di rottura **σ** potrà essere compreso entro i **4 N/mm²**.

Per completezza d'informazione di seguito si forniscono le caratteristiche fisico-tecniche dei terreni superficiali di copertura delle calcareniti e di riporto in genere:

Depositi di copertura e riporto *(Recente)*

Tali terreni sono costituiti da materiale molto eterogeneo, composto in parte da frammenti di calcareniti, rifiuti di cava misti ad una rilevante componente di sabbie, ghiaia e limo a grana fina. Si tratta, di un materiale incoerente, normalmente compattato, molto poroso, di elevata deformabilità e molto permeabile. A detti terreni, non adatti per il rinterro degli scavi, si ritiene di potere attribuire i seguenti parametri geotecnici:

- peso dell'unità di volume **γ = 16 KN/m³**
- coesione in condizioni drenate **c = 0 KN/m²**
- angolo di attrito interno **φ = 20°**
- coefficiente di permeabilità **K = 10^{-2} cm/sec**

Per lo scavo si può ricorrere ai normali mezzi d'opera poiché la resistenza a compressione **σr** è compresa entro i **4 MPa**.

Per la valutazione delle azioni sismiche nell'area in oggetto, si fa riferimento alla "*Normativa tecnica per le costruzioni*" di cui al D. M. 14/01/2008, al D.M. integrativo e alle Istruzioni della Circolare n° 617/CSLLPP, punto 3.2.2 (Tabella 3.2.II).

Secondo tali Norme le azioni sismiche attese in superficie dipendono dalla capacità del terreno di amplificare la frequenza di risonanza dei terreni, sollecitati da un sisma, compresi nei primi 30 m di profondità.

Per la ricerca della categoria del suolo di fondazione, in assenza di specifiche prove sismiche, sono state considerate le velocità medie equivalenti delle onde di taglio **S** per la determinazione del **Vs_{30}** (velocità media di propagazione delle onde **S** nei primi 30 m di profondità), ottenute da numerose prove sismiche, sia di tipo **MASW** che **Tomografiche**, eseguite in siti con analoga sequenza stratigrafica.

Le considerazioni tratte, atteso che da dette prove sismiche si sono ottenuti valori di **Vs_{30}** compresi tra **0.370 m/s** e **0.730 m/s**, conducono a definire la categoria di sottosuolo corrispondente ad intervalli di velocità di propagazione che individuano terreni di tipo **B** "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da valori di Vs_{30} compresi tra 360 e 800 m/s ", come descritto nel punto 3.2.2 del D.M 14/01/2008 Tab. 3.2.II

Le considerazioni d'ordine fisico-tecnico e sismico sopra esposte sono evidentemente estese anche agli interventi strutturali più significativi da realizzare per l'esecuzione di alcuni tratti di tram previsti e individuati dal gruppo di progettazione, consistenti nella esecuzione della:

1) attraversamento in sopraelevata, a unico binario, della circonvallazione in corrispondenza del Ponte sul fiume Oreto e della Via Gustavo Roccella, a servizio della Linea 3 **(Tratta "C") Foto satellitare 1;**

2) ricostruzione dell'attraversamento del canale Boccadifalco in sopraelevata, a binario unico in Via Gustavo Roccella, con luce di circa 10 m e larghezza di circa 20 m, Linea 3 **(Tratta "C") Foto satellitare 1**;

3) muro di contenimento di altezza 2,00÷5,00 m, per l'allargamento della sede stradale nello spazio esistente tra il marciapiede dello svincolo di Via Ernesto Basile e l'area dell'attigua attività commerciale, a singolo binario, per accedere nella corsia laterale di viale Regione Siciliana **(Tratta "C") Foto satellitare 1**;

4) sovrappasso pedonale nel tratto tra Corso Calatafimi e lo svincolo di Via Ernesto Basile della **(Tratta "C"), (previsti n.7 sovrapassi nel Programma Triennale delle OO.PP.** (Cat. 01 - Progressivo di cat. 0076 "Sette sovrapassi pedonali sulla circonvallazione …….) - **Foto satellitare 1**

<u>Foto 1</u> - Attraversamento in sopraelevata della circonvallazione, della Via Gustavo Roccella, del canale Boccadifalco, allargamento dello svincolo di Via Ernesto Basile, lato attività commerciale e sovrappasso pedonale su Viale Regione Siciliana.

5) manufatto tipo scatolare per il contenimento dei sottoservizi, ove dovesse verificarsi un'intersezione di tipo ortogonale alla collocazione dei binari del Tram **(per tutte le Tratte)**;
6) verifica dello stato di conservazione degli impalcati degli attraversamenti di intersezione tra gli antichi Collettori e Canali esistenti (es.: Kemonia e Papireto) nella parte storica della Città, e le nuove tratte tranviarie, per l'esame dello stato d'idoneità strutturale e, ove presentassero quote interferenti, la predisposizione di eventuali opere di bonifica o di ricostruzione;
7) realizzazione del terzo deposito dei Tram nell'area di Viale dell'Olimpo angolo Via Sandro Pertini, **(Tratta "E")**, **Foto satellitare n.2**.

Foto 2 – Area sede del Terzo deposito Tram – Viale Dell'Olimpo

8) verifica dell'attraversamento del canale "Ferro di cavallo" a singolo binario in Viale Galatea **(Tratta "E") - Foto satellitare 3**

Foto 3 – Attraversamento Canale Ferro di Cavallo, Via Galatea.

Per tutto quanto in precedenza evidenziato, circa le condizioni geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche, fisico-tecniche e sismiche, non dovrebbero manifestarsi problematiche particolari per la realizzazione delle opere strutturali sopra descritte.

Prevedendosi quindi idonei i terreni presenti in sottosuolo rispetto alle opere di fondazione di tipo diretto, platee e grossi plinti, senza ricorrere a fondazioni indirette su pali, si conferma la fattibilità degli interventi previsti nel presente Studio di Fattibilità.

Ove gli strati calcarenitici dovessero essere meno superficiali del previsto, a causa della presenza di strati di riporto più spessi, potrà farsi ricorso a sottofondazioni di tipo ciclopico.

2.4.6. COSTI PER INDAGINI

Nel seguito si riporta la stima dei costi occorrenti per l'esecuzione delle necessarie indagini geognostiche, di laboratorio geotecnico e sismiche, da inserire nel quadro economico, e previste per l'elaborazione della Progettazione Preliminare.

Da un computo di massima, che tiene conto della totalità delle sette tratte di Tram e dei diversi siti in cui sono previste le infrastrutture di maggiore impegno da realizzare, l'importo ammonta ad **€ 50.000**.

Facendo invece riferimento allo stralcio funzionale che comprende la realizzazione delle sole Tratte **A – B-** e **C,** l'importo previsto è di **€ 30.000**.

2.5 ANALISI DELLE COMPONENTI AMMINISTRATIVE

L'analisi è volta alla preventiva verifica delle condizioni di tipo amministrativo capaci di orientare e di conseguire la Sostenibilità amministrativo-procedurale dell'infrastruttura. Nel contesto dello studio curato dall'Istituto ITACA (Istituto per l'Innovazione e Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale) "Linee Guida per la redazione di Studi di Fattibilità" del 24 gennaio 2013, con particolare riferimento alle informazioni e ai contenuti da rendersi particolarmente per le componenti amministrative, si legge:

"*La verifica delle condizioni procedurali necessarie alla realizzazione dell'intervento si concentra, dunque, nell'identificazione ed analisi delle problematiche a carattere prevalentemente amministrativo, legate ai vari aspetti autorizzativi e di relazione con altri enti o soggetti, pubblici e privati. Si tratta, inoltre, di individuare le possibili soluzioni da adottare per realizzare condizioni minime di fattibilità procedurale del progetto. Più nel dettaglio, gli ambiti di analisi, verifica e previsione riguardano i seguenti aspetti … : adempimenti tecnici, amministrativi e procedurali; interferenze con altri enti; individuazione dei partner istituzionali, gestionali e finanziari; valutazione dell'esistenza delle competenze tecniche e gestionali … le eventuali autorizzazioni, pareri e nulla osta preliminari ai quali è subordinato l'avvio dell'iniziativa, nonché i tempi previsti per il loro rilascio.*"

Per meglio definire e articolare lo scenario e il quadro di riferimento istituzionale e amministrativo, ossia il complesso delle fasi, delle azioni, degli adempimenti e dei provvedimenti, propedeutici e correlati che funzionali all'attuazione dell'investimento, va fatta una necessaria premessa.

Lo Studio di Fattibilità per l'Ampliamento del sistema tranviario della Città di Palermo, è stato redatto sulla scorta della *vision* espressa nello Schema di Massima per il Nuovo Piano Regolatore Generale comunale e tale obiettivo ha ottenuto la condivisione della Presidenza del Consiglio dei Ministri che lo ha confermato e ratificato, inserendo una prima tranche funzionale dell'infrastruttura all'interno del più vasto programma di interventi del "Patto per lo Sviluppo della Città di Palermo - Attuazione degli interventi prioritari e individuazione delle aree di intervento strategiche per il territorio".

Dunque il primo riferimento programmatico è rappresentato proprio dal citato Patto di cui è utile riportare l'allegato che espone al punto "Infrastrutture" l'articolazione e la composizione finanziaria dell'intervento con la quota finanziaria di € 198.872.127,00 destinata alle prime tre tratte.

PATTO PER LO SVILUPPO DELL'AREA VASTA DELLA CITTÀ DI PALERMO — ALLEGATO "A"

SETTORE PRIORITARIO	INTERVENTO STRATEGICO (titolo del progetto)	IMPORTO TOTALE INTERVENTO	FINANZIAMENTI ESISTENTI		FINANZIAMENTI DA REPERIRE		IMPATTO FINANZIARIO RISORSE AGGIUNTIVE			IMPATTO FINANZIARIO FONDI FSC		OBIETTIVO PATTO
					TOTALE	DI CUI FONDI FSC	2016	2017	Fonte	2016	2017	2017
Infrastrutture	Riqualificazione della Circonvallazione di Palermo anche attraverso la messa in sicurezza dei ponti e opere di collegamento con la viabilità comunale e sovracomunale.	€ 54.027.839,74	Stato Propria	€ 37.571.051,77 € 2.825.989,23	€ 13.830.818,74	€ 10.000.000,00	€ 700.000,00 € 300.000,00	€ 500.000,00 € 700.000,00	Propria ESCO	€ 1.000.000,00	€ 2.000.000,00	REVISIONE PROGETTAZIONE - AFFIDAMENTO - INIZIO LAVORI
	Sistema tram della Città di Palermo.	€ 521.441.707,00	Stato Propria POR 2007/13	€ 128.974.430,00 € 105.797.670,00 € 87.797.670,00	€ 198.872.027,00	€ 198.872.027,00	€ 100.000,00	€ 150.000,00	Propria	€ 1.000.000,00	€ 10.000.000,00	COMPLETAMENTO PROGETTAZIONE - AFFIDAMENTO - INIZIO LAVORI
Ambiente	Potenziamento del bike e car sharing.	€ 1.000.000,00			€ 1.000.000,00	€ 1.000.000,00				€ 200.000,00	€ 800.000,00	COMPLETAMENTO INTERVENTO
	Wireless Man. Completamento e messa in funzione dell'Anello telematico (Fibra ottica) del Comune di Palermo per la trasmissione dati in banda larga e wifi pubblico.	€ 2.700.000,00			€ 2.700.000,00	€ 2.700.000,00				€ 250.000,00	€ 1.000.000,00	PROGETTAZIONE - AFFIDAMENTO - INIZIO LAVORI
	Interventi volti alla mitigazione del rischio di frana crollo e smottamento dei rilievi montuosi che circondano la città.	€ 57.502.245,48	Stato Propria	€ 12.029.000,00 € 8.550.000,00	€ 36.923.245,48	€ 36.923.245,48				€ 1.000.000,00	€ 10.000.000,00	COMPLETAMENTO PROGETTAZIONE - AFFID. - INIZIO LAVORI
Sviluppo economico e produttivo	Creazione un laboratorio di idee programmato, partecipato e coerente con i temi del lavoro e dell'innovazione nell'area metropolitana, con attivazione di un network di professionisti (stakeholder, giovani imprenditori e associazioni già attive sul mercato del lavoro) capace di stimolare lo sviluppo del lavoro autonomo nell'area di riferimento, compreso interventi infrastrutturali nell'area dell'ex Fiera del Mediterraneo.	€ 5.000.000,00			€ 5.000.000,00	€ 5.000.000,00				€ 1.000.000,00	€ 2.000.000,00	INIZIO ATTIVITÀ
Turismo e cultura	Restauro del Teatro Massimo e interventi tesi alla costituzione di "porti" con le strutture dedite ad attività culturale della città attraverso vettore centrifugo (attività in situ del Massimo, Biondo, Conservatorio, Accademia di Belle Arti, GAM, Foss, la mia scuola diventa conservatorio...) e centripeto (attività per l'avvicinamento dei giovani alle principali istituzioni cittadine (facilitazioni abbonamenti per giovani e famiglie a Massimo, Biondo, Federiciani e circuiti teatrali cittadini).	€ 22.000.000,00			€ 22.000.000,00	€ 22.000.000,00				€ 800.000,00	€ 6.000.000,00	COMPLETAMENTO PROGETTAZIONE - AFFIDAMENTO - INIZIO LAVORI
	Sistema di Comunicazione e Informazione sui percorsi culturali e turistici anche su supporto multimediale.	€ 500.000,00			€ 500.000,00	€ 500.000,00				€ 150.000,00	€ 350.000,00	COMPLETAMENTO INTERVENTO
	Interventi tesi alla possibilità d'incontro tra i giovani dei quartiere ed altre realtà cittadine ad esso distanti, con particolare riferimento alla dimensione multietnica vista come modello di sviluppo ed opportunità identitaria per la nuova Palermo, anche con il coinvolgimento delle scuole.	€ 200.000,00			€ 200.000,00	€ 200.000,00				€ 80.000,00	€ 120.000,00	INIZIO ATTIVITÀ
Riqualificazione sicurezza urbana	Costruzione Polo scolastico onnicomprensivo innovativo Area Sud con la realizzazione di Poli Educativi Territoriali Permanenti.	€ 15.000.000,00			€ 15.000.000,00	€ 15.000.000,00				€ 400.000,00	€ 2.800.000,00	PROGETTAZIONE - AFFIDAMENTO - INIZIO LAVORI
	Costruzione Polo scolastico onnicomprensivo innovativo Area Nord con la realizzazione di Poli Educativi Territoriali Permanenti.	€ 17.000.000,00			€ 17.000.000,00	€ 17.000.000,00				€ 500.000,00	€ 2.800.000,00	PROGETTAZIONE - AFFIDAMENTO - INIZIO LAVORI
	RI-Cicli-Amo gli spazi: Riqualificazione Spazi Urbani.	€ 71.718.825,35	ARNAS Civico Di Cristina Comune di Monreale Comune di S.Cristina Gela Comune di Ficarazzi Comune di Palermo	€ 0,00 € 0,00 € 1.900.000,00 € 1.200.000,00 € 43.114.197,83	€ 3.000.000,00 € 4.700.000,00 € 1.900.000,00 € 1.200.000,00 € 14.704.727,52	€ 3.000.000,00 € 4.700.000,00 € 1.900.000,00 € 1.200.000,00 € 11.704.727,52				€ 300.000,00 € 150.000,00 € 300.000,00 € 150.000,00 € 5.000.000,00	€ 1.000.000,00 € 1.000.000,00 € 700.000,00 € 500.000,00 € 7.350.000,00	PROGETTAZIONE - AFFIDAMENTO - INIZIO LAVORI
	Estensione del sistema Radiomobile TETRA per i servizi della Città di Palermo in uso alla Polizia Municipale di Palermo ai Corpi di Polizia Municipali rientranti nell'area metropolitana attraverso l'ampliamento della attuale dorsale di comunicazioni TETRA e la creazione di una Centrale Operativa di coordinamento degli interventi relativi a problematiche di mobilità, di protezione civile e di tutela del territorio. (Polizia Municipale).	€ 2.800.000,00	Propria	€ 2.500.000,00	€ 300.000,00	€ 300.000,00				€ 70.000,00	€ 230.000,00	COMPLETAMENTO INTERVENTO
	TOTALE	€ 770.890.807,57		€ 432.959.988,83	€ 338.830.818,74	€ 332.000.000,00	€ 1.100.000,00	€ 1.350.000,00		€ 12.350.000,00	€ 48.650.000,00	
				€ 770.890.807,57			€ 2.450.000,00			€ 61.000.000,00		

Figura 1 - CAP: 2.5 Patto per lo Sviluppo della Città di Palermo – Allegato A

Per la tipologia, la localizzazione e per lo scenario fisico di interesse dell'infrastruttura, il relativo quadro di riferimento è sinteticamente rappresentato dalle seguenti fasi/azioni/processi che, comunque, non sono descritti sulla base delle successioni spazio temporali, in quanto l'attuale livello di redazione dello studio e delle alternative deve consentire al decisore politico di valutare e scegliere le modalità di attuazione dell'investimento, che naturalmente presuppone anche diverse modalità di redazione dei livelli progettuali e di realizzazione dell'infrastruttura:

a) Attività di dibattito pubblico (Art. 22 del nuovo Codice dei contratti Pubblici - D.Lgs n.50 del 18.04.2016).

- Pubblicazione del progetto nel sito del Comune di Palermo, all'interno dell'area tematica denominata "Trasporto Pubblico di Massa" - Ampliamento Tram, per consentire ai cittadini di visionare liberamente tutti gli allegati progettuali;
- Raccolta delle proposte pervenute all'Amministrazione (chi vorrà fornire un contributo finalizzato ad apportare miglioramenti al sistema proposto, dovrà accreditarsi, fornendo i dati necessari identificativi del soggetto proponente. Dopo la registrazione potrà inserire il proprio contributo;
- Pubblicazione di tutte le proposte, accorpate per tematismo;
- Revisione eventuale dello studio di fattibilità.

Va precisato che il presente studio rappresenta una "stesura preliminare del progetto" al fine di avviare il dibattito pubblico che potrà anche incidere nell'elaborazione della sua redazione definitiva.

b) **adempimenti tecnici, amministrativi e procedurali di riferimento generale**. La prima classe di riferimento contiene almeno le seguenti fasi/componenti principali:

- "Procedura integrata di Verifica di assoggettabilità a VAS e Verifica di incidenza ambientale";
- inserimento dello Studio di fattibilità nel Programma Triennale delle Opere Pubbliche;
- redazione del Piano delle Indagini e della Lista degli Enti e dei Soggetti di processo, funzionali sia per i pareri, i nulla osta, le autorizzazioni anche temporanee, quanto per le fasi di realizzazione;
- affidamento delle indagini geologiche, archeologiche, ecc.;
- redazione dello Studio di fattibilità tecnica ed economica (DLGS. 50/2016);
- Procedura integrata di Verifica di assoggettabilità a VIA art. 20 D.Lvo 152/06;
- Redazione della Relazione Paesaggistica;
- Redazione dello Studio geologico;
- Implementazione del processo/procedimento di VAS attraverso la redazione del Rapporto Ambientale art. 13 D.lvo 152/06 e smi e le successive fasi da art. 14 a art. 19 D.Lvo;
- Implementazione delle relazioni, dei tavoli istituzionali volte a verificare la reale consistenza di sottoservizi, manufatti, opere, strutture, in generale, di condizioni e situazioni che qualora non preventivamente verificate potrebbero definire eventualmente un complesso di criticità e minacce per la corretta progettazione/realizzazione delle opere;
- Redazione della Proposta di adozione in variante, a cura del Consiglio Comunale, dello Studio quanto del Progetto Preliminare delle tratte funzionali, degli atti e degli adempimenti consequenziali soprattutto in relazione alla scelta del contraente e/o all'eventuale preventivo assenso al ricorso di PPP per l'attuazione dell'intero ampliamento o di una sua parte, nella considerazione che il Patto recita all'<<*Articolo 3 (Risorse finanziarie)1. Le Parti si impegnano a dare attuazione ai contenuti del Patto mediante la messa a sistema delle risorse disponibili ordinarie ed aggiuntive, nazionali ed europee, nonché ricorrendo ad altri strumenti finanziari quali fondi rotativi, project financing, ecc.*>>;
- progressione dei livelli di progettazione dal livello di progetto definitivo a quello esecutivo;
- procedura di affidamento;
- stipula contratto.

  Le superiori fasi, come le articolazioni, potranno subire delle modifiche, anche di tipo sostanziale, essendo orientate dalle modalità prescelte per l'attuazione dell'infrastruttura.

c **elementi e fattori della coerenza esterna ed interna.** Lo Studio di fattibilità tecnica ed economica (DLGS. 50/2016), come il successivo livello di sviluppo progettuale, dovranno tenere conto di un sistema sovraordinato e preordinato di norme che definisce anche il quadro di riferimento di quei pareri, nulla osta e delle concessioni e autorizzazioni di competenza delle Autorità ambientali e di processo sia esterne che interne, che in questa prima sede di analisi coincidono con:

- **coerenza interna**: Piano Regolatore Generale e sistema vincolistico urbanistico (Zonizzazione con relative Norme tecniche di attuazione e regolamentazione); proposta di piano di zonizzazione acustica; regolamento del verde e strumenti attuativi di settore eventualmente esistenti, PGTU, regolamenti del settore del patrimonio comunale, ecc. Vanno ovviamente inclusi, per quanto

comunque discendenti da norme e strumenti sovraordinati e preordinati tutti i vincoli e le tutele attive del PRG vigente – vincoli ambientali e paesaggistici, che rappresentano, insieme con gli elementi e i fattori della coerenza interna il primo quadro di riferimento degli atti e dei procedimenti volti all'adozione e all'approvazione dell'infrastruttura e che sono stati già accennati nel contesto del punto precedente. Infatti anche il solo inserimento del presente Studio di fattibilità nella programmazione degli interventi pubblici implica l'inserimento di tutti i suoi contenuti nello strumento urbanistico in corso di redazione, configurando di fatto una variante generale del settore mobilità urbana per effetto delle variazioni/modifiche indotte su parte del territorio comunale. La normativa di settore che dispone e definisce la redazione di pianificazione del settore della mobilità è orientata dalle Direttive emesse dal Ministero del Lavoro Pubblici [12] in data 12/4/1995, al capitolo 1: "*il Piano urbano del traffico (PUT) è costituito da un insieme coordinato di interventi per il miglioramento delle condizioni della circolazione stradale nell'area urbana, dei pedoni, dei mezzi pubblici e dei veicoli privati, realizzabili nel breve periodo - arco temporale biennale - e nell'ipotesi di dotazioni di infrastrutture e mezzi di trasporto sostanzialmente invariate*. Si tratta quindi di uno strumento che non prevede nuovi interventi infrastrutturali e pertanto non richiede ingenti risorse economiche e può essere attuato in un arco temporale breve (2/3 anni). Il Piano Urbano del Traffico, per sua definizione, non si prefigge lo scopo di dare la soluzione ottimale in assoluto ai problemi di mobilità di un centro abitato, ma limita il proprio campo d'azione alle soluzioni possibili con le infrastrutture viarie e di mezzi di trasporto esistenti. Il Piano Urbano della Mobilità (PUM) è stato previsto dal Piano Generale dei Trasporti e della Logistica italiano – 2001 e introdotto nella normativa dall'art. 22 della legge 340/2000. Il PUM costituisce un "progetto del sistema" della mobilità ossia uno strumento programmatico finalizzato all'integrazione trasporti-territorio, nel quale il trasporto viene considerato nella sua globalità di servizi collettivi e modalità individuali, infrastrutture, gestione e regolamenti. Riguarda quindi l'insieme organico degli interventi sulle infrastrutture di trasporto pubblico e stradali, sui parcheggi di interscambio, sulle tecnologie, sul parco veicoli, sul governo della domanda di trasporto attraverso la struttura dei mobility manager, i sistemi di controllo e regolazione del traffico, l'informazione all'utenza, la logistica e le tecnologie destinate alla riorganizzazione della distribuzione delle merci. A differenza del Piano Urbano del Traffico, il PUM è volontariamente sviluppato da comuni e loro aree di riferimento con oltre 100.000 abitanti e pertanto, secondo la normativa vigente, non è uno strumento obbligatorio di pianificazione e programmazione del sistema della mobilità urbana. Le superiori considerazioni suggeriscono l'opportunità/necessità di operare in futuro, per effetto della nuova infrastruttura e della sua necessaria integrazione con le altre infrastrutture di mobilità sostenibile attive e programmate, il primo aggiornamento del Piano Urbano del Traffico.

[12] "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico" emanate in ossequio a quanto disposto dall'art. 36 comma 6 del decreto legislativo 30-4-1992, n. 285 (Nuovo Codice della Strada).

Inoltre è bene rilevare che l'infrastruttura implica interventi di rigenerazione urbana volti anche all'integrazione di un importante sistema della sosta già programmato nel vigente PRG e nella pianificazione di settore attiva, che fa emergere il carattere della reciprocità tra la variante della pianificazione settoriale indotta dall'infrastruttura e il redigendo Nuovo PRG nel senso che la soluzione prospettata dal presente Studio, così come adottata dal Consiglio Comunale, dovrà essere recepita nel progetto finale di PRG anche come una grande area o zona di progettazione e di riqualificazione urbanistica.

- **Coerenza esterna**. Gli elementi e i fattori della coerenza esterna (dettagliatamente indagati nel contesto del Rapporto preliminare VAS-VINCA e che individuano tutte le principali autorità ambientali competenti per la verifica della complessiva strategia ambientale) sono determinati dalle relazioni e dalle interazioni opera/ambiente (dove per ambiente, come vedremo nel quadro di riferimento ambientale dell'infrastuttura) e rappresentati dal complesso delle norme e dei vincoli/tutele discendenti dai seguenti strumenti attivi e programmati:
  - Piani di gestione dei Siti della rete natura 2000
  - Proposta di Piano paesaggistico d'ambito Ambito 4
  - Piani di utilizzazione delle Zone B delle riserve comunali
  - Piano per l'Assetto Idrogeologico regionale (PAI)
  - Piano di Tutela delle Acque della Sicilia (P.T.A.)
  - Piano Regolatore Generale degli Acquedotti
  - Piano di gestione del distretto idrografico della Sicilia;
  - Piano di Bonifica regionale;
  - Piano Territoriale Provinciale (PTP)
  - Piano Cave 2010 e proposta Piano cave 2012
  - Piano per la qualità dell'aria ambiente
  - Piano regionale di Protezione civile
  - Piano Energetico Regionale
  - Piano regionale di Gestione dei Rifiuti Solidi Urbani
  - Piano Regionale dei Trasporti e della Mobilità (Piano Direttore)
  - Piano Strategico di Sviluppo Turistico
  - L'Ambiente Urbano nello Sviluppo regionale. POFESR 2014-2020
  - Piano di Utilizzazione del Demanio Marittimo
  - Piano Regolatore Portuale

3. LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI, TECNICHE, GESTIONALI, ECONOMICO-FINANZIARIE DEI LAVORI DA REALIZZARE

3.1 LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI

La scelta di avvalersi del tram quale soluzione efficace per un aumento dell'offerta quantitativa e qualitativa del trasporto pubblico urbano si fonda su un'ampia gamma di ragioni, così sintetizzabili:

- un'infrastruttura tranviaria, ben inserita nell'ambito delle sede stradale, contribuisce alla riorganizzazione e riordino nella circolazione;
- i veicoli tranviari, peraltro già in servizio nell'attuale rete tranviaria cittadina, hanno una capienza più che doppia rispetto a quella di un autobus (tram => 250 passeggeri, bus 12 metri => 100 passeggeri, bus 18 metri => 150 passeggeri) e pertanto forniscono la soluzione ideale per flussi di passeggeri elevati (in relazione alle esigenze di una città come Palermo);
- in virtù della maggiore capacità offerta per singolo convoglio tranviario, consegue una notevole riduzione del costo del personale in rapporto ai passeggeri trasportati;
- l'eco-sostenibilità del tram in relazione alla trazione elettrica che non determina inquinamento dell'atmosfera cittadina (non c'è emissione di CO_2 diretta e vengono ridotte quasi a zero le polveri sottili) e in relazione alla riduzione dell'inquinamento acustico che i nuovi modelli di tram assicurano anche rispetto agli autobus in circolazione;
- l'ottimale accessibilità delle moderne vetture tranviarie in virtù del pavimento ribassato a livello dei marciapiedi di fermata;
- i lavori per una nuova linea tranviaria possono costituiscono un'opportunità per la riqualificazione degli spazi urbani interessati.

Le tratte tranviarie previste da questo Studio di Fattibilità si inquadrano sinergicamente e in maniera coerente e integrata nella costruzione di un articolato scenario di offerta di trasporto pubblico in ambito urbano, ove le linee di forza - ossia quelle ove occorre assicurare più elevati livelli di capacità di trasporto - sono affidate a sistemi di trasporto a guida vincolata (ossia su rotaia) nella considerazione che questa scelta è in grado di fornire un contributo apprezzabile per combattere l'inquinamento urbano.

In altri termini, in accordo con la strumentazione urbanistica vigente e con i principi indicati dalla Commissione Europea al riguardo dei trasporti, la scelta di estendere la rete tranviaria si fonda su una nuova idea di mobilità in grado di tutelare la salute dei cittadini, garantire il diritto a trasporti pubblici efficienti e concorrere agli obiettivi internazionali di abbattimento delle emissioni di CO2, nonché fornire alternative modali alle esigenze di spostamento che, laddove si voglia procedere a misure di orientamento della domanda necessarie per far diminuire gli insostenibili livelli di congestione veicolare che affliggono la città di Palermo, possa essere fornita un'efficiente alternativa modale per gli spostamenti cittadini atta a non comprimere il diritto alla mobilità [13].

[13] La libertà di circolazione è sancita in Italia dalla Costituzione italiana (art. 16) e in Europa nella Carta dei diritti dell'Unione europea (Art. II-105). Il diritto alla mobilità è tuttavia un diritto limitato, in quanto, come richiamato nello stesso art. 16, deve misurarsi con le esigenze di "sanità e sicurezza", nonché con altri diritti costituzionalmente garantiti, quali ad esempio la tutela dell'ambiente e il diritto alla salute.

Il potenziamento infrastrutturale del trasporto pubblico a guida vincolata si configura quindi quale misura di "Mobilità sostenibile", ossia di un sistema di mobilità che, pur consentendo l'esercizio del diritto alla libera circolazione, sia tale da non gravare in modo eccessivo dal punto di vista degli impatti ambientali e sanitari e delle loro conseguenze economiche.

Le tratte tranviarie oggetto della presente relazione rappresentano quindi la naturale estensione della rete esistente, tramite:

- l'istituzione di nuove tratte, ossia:
  - la tratta "A" (Stazione Centrale/viale Croce Rossa) e la tratta "E" (continuazione della tratta "A" dal viale Croce Rossa a Mondello), nonché la tratta "G" (continuazione delle tratte "A" ed "E" dalla piazza S. Bolivar a Sferracavallo);
  - la tratta "F" (Stazione Centrale/via Duca della Verdura) e la tratta "B" (continuazione della tratta "F" dalla via Duca della Verdura alla Stazione Notarbartolo, terminale delle attuali linee tranviarie "2", "3" e "4");
- il completamento dell'attuale linea tranviaria "4" (Stazione Notarbartolo/Calatafimi) per mezzo della tratta "C" (Calatafimi/Orleans) e della tratta "D" (continuazione della tratta "C" da Orleans a Bonagia).

Le scelte effettuate assicurano anche il definitivo collegamento funzionale tra i due depositi del tram esistenti, nonché tra questi e il nuovo deposito previsto da questo Studio di Fattibilità.

Si ottiene così una rete tranviaria dotata di un'estesa copertura territoriale, che accresce il numero delle aree periferiche servite dal tram e che innovativamente assicura il servizio anche nelle aree centrali e semicentrali della città.

Va inoltre evidenziato lo sforzo compiuto nelle scelte effettuate di integrazione modale del servizio di trasporto tranviario con le linee della metropolitana ferroviaria urbana (passante ferroviario) e con l'anello ferroviario. Infatti, dalla consultazione della documentazione planimetrica emerge la presenza di una successione di luoghi d'interscambio modale tra la rete tranviaria così potenziata e il servizio ferroviario urbano, in aggiunta alle Stazioni "Centrale" e "Notarbartolo"; di seguito si elencano detti luoghi d'interscambio [14] modale tram/treno: fermata FS Sferracavallo, fermata "Tommaso Natale", fermata "San Lorenzo", fermata FS "Francia", fermata "Belgio", fermata "Libertà", fermata "Politeama", fermata "Porto", fermata "Orleans".

L'obiettivo d'interscambio modale è peraltro soddisfatto anche dalla vicinanza di importanti parcheggi di scambio ("Francia", "Belgio", "Galatea", "Basile") ubicati in prossimità delle tratte tranviarie in progetto.

[14] L'elenco comprende per il passante ferroviario e per l'anello ferroviario sia le fermate esistenti, sia le fermate in costruzione, tutte ubicate nelle immediate vicinanze (entro i 300 metri) dalle linee tranviarie.

Le scelte attuate hanno riservato particolare attenzione anche per quanto riguarda la localizzazione delle fermate delle nuove tratte tranviarie, con espresso riferimento all'utenza potenziale e alle polarità attrattive da servire. È quindi scaturita la previsione di **76 fermate**, riportate nelle tabelle che seguono:

Tratta A	N. Progressivo	Ubicazione
	Partenza	Terminal di Via Balsamo
	1	Via Roma nel tratto fra le vie Milano e Gorizia
	2	Via Roma nel tratto fra piazzetta della Messinese e via Cagliari
	3	Via Roma nel tratto fra le vie Zara e Malta
	4	Via Roma altezza Piazza delle Palme
	5	Via Roma nel tratto fra le vie Cavour e Guardione
	6	Via Roma nel tratto fra le vie P.pe di Belmonte e Ammiraglio Gravina
	7	Piazze Ruggero Settimo/Castelnuovo
	8	Viale della Libertà nel tratto fra le vie Trapani e Siracusa
	9	Viale della Libertà altezza ex Conservatorio delle Croci
	10	Viale della Libertà altezza Piazza Alberico Gentili
	11	Viale della Libertà altezza di via F. Pipitone (Villa Paino)
	12	Viale della Libertà nel tratto fra le vie Ugdulena e Cordova
	13	Viale della Libertà altezza Don Bosco Ranchibile
	14	Via Croce Rossa nel tratto fra P.zza Vittorio Veneto e via L. Ragusa
	15	Via Croce Rossa fra le vie Val di Mazara e Valdemone
		Terminal Croce Rossa/P.ZZa Giovanni Paolo II

Tratta B	N. Progressivo	Ubicazione
	Partenza	Terminal Notarbartolo (Via Boiardo)
	1	Via Notarbartolo nel tratto fra le vie Lo Jacono e Leopardi

Tratta C	N. Progressivo	Ubicazione
	Partenza	Prolungamento linea da via Pollaci e ritorno con innesto su Viale Regione Siciliana
	1	Viale Reg. Siciliana altezza V.le Maria S.S. Mediatrice (entrambi i lati)
	2	Viale Reg. Siciliana altezza Via Palmerino (entrambi i lati)
	3	Viale Reg. Siciliana altezza Via Altofonte (entrambi i lati)
	4	Viale Reg. Siciliana altezza Casa Circondariale
	5	Via Cau Lussorio a metà circa (solo per il binario di andata)
	6	Via Basile altezza Via Donato (da qui si ritorna ai binari accoppiati)
	7	Via Basile altezza parcheggio omonimo
	8	Via Basile tra le vie Solarino e Citarrella (altezza entrata città universitaria)
	9	Via Basile altezza fra le vie Gen. Ameglio e Gen. Cascino (altezza entrata città universitaria)
	10	Via Basile altezza inizio via Brasa
	11	Terminale via Lodato altezza cortile Fiore

Tratta D	N. Progressivo	Ubicazione
	Partenza	Terminal via Lodato
	1	Via Lazzaro altezza capolinea autobus piazzale antistante l'Ospedale Civico
	2	Via Tricomi altezza ingresso pronto soccorso Ospedale Civico
	3	Via di futura realizzazione fra le vie Parlavecchio e Li Bassi
	4	Via San Filippo altezza piazza della Costellazione
	5	Via Albiri nel tratto fre le vie San Filippo e dell'Orsa Minore
	6	Via del Levriere altezza via del Bassotto
	7	Viale Giovanni XXIII altezza via A. Costa
	8	Via dell'Ermellino
	9	Terminal in Via dell'Antilope davanti l'area di proprietà comunale

Tratta E	N. Progressivo	Ubicazione
	Partenza	Terminal di Viale De Gasperi
	1	Viale De Gasperi angolo Via Ausonia
	2	Viale Strasburgo nei pressi di Via Danimarca
	3	Viale Strasburgo a seguire la Via Aldisio
	3A	All'interno del parcheggio Francia
	4	Viale Strasburgo nel tratto compreso fra le vie Spagna e Svezia
	5	Viale Strasburgo altezza Via Maltese
	6	Villa Adriana
	7	Via L. di Scalea nei pressi di P.zza Camelie
	8	Via L. di Scalea altezza Velodromo
	9	Via L. di Scalea nei pressi della rotatoria con Via Besta
	10	Via L. di Scalea nei pressi dell'innesto di Via Faraone
	11	Via L. di Scalea nei pressi di Via Savarese
	12	Via dell'Olimpo altezza Via Pasini/Scordia
	13	Via dell'Olimpo nei pressi di Via Chirone
	14	Via dell'Olimpo nei pressi di Via Aspasia
	15	Via dell'Olimpo altezza campo sportivo "Diamante" di baseball
	16	Via dell'Olimpo altezza Piazza Castelforte
	17	Via Mattei altezza Via Castelforte
	18	Via Mattei altezza Via delle Viole
	19	Via Mattei nei pressi di via Saline
	20	Via Mattei pressi incrocio con Via Galatea
	21	Parcheggio "Galatea"
	22	Viale Regina Elena altezza Kursaal

Tratta F	N. Progressivo	Ubicazione
	Partenza	Terminal di Via Balsamo
	1	Via Lincoln nei pressi di Via Rao
	2	Via Lincoln nei pressi della Villa Giulia
	3	Foro Umberto I° altezza Porta dei Greci
	4	Via Cala altezza chiesa della Catena
	5	Via Cala nei pressi di Via S. Sebastiano
	6	Via Crispi altezza Piazza XIII Vittime
	7	Via Crispi nei pressi del varco portuale "Amari"
	8	Via Crispi nei pressi di P.zza della Pace
	9	Piazza Giachery nei pressi di via C. Colombo
	10	Via Duca della Verdura altezza Ist. Tecnico Industriale
	11	Via Duca della Verdura altezza P.zza Alberico Gentili

Tratta G	N. Progressivo	Ubicazione
	1 - Partenza	Terminal all'interno del parcheggio di futura realizzazione in Via Palazzotto
	2	Via Nicoletti nei pressi di Via Sferracavallo
	3	Via Nicoletti nei pressi di Via B. Masbel
	4	Via Nicoletti nei pressi di Via Partanna Mondello
	5	Piazza S. Bolivar

Quanto sopra espresso evidenzia la complessa articolazione del sistema della mobilità urbana di Palermo, nel quale l'estensione della rete tranviaria oggetto della presente relazione rappresenta un elemento funzionale di fondamentale importanza per la proposizione di un'offerta di trasporto di trasporto pubblico qualificata, efficiente, che, facendo anche leva sulla rete di adduzione capillare degli autobus, prefiguri un sistema gradito dall'utenza che possa anche consentire, come previsto dal vigente strumento urbanistico, di *perseguire, per le aree centrali […] e per la rete dei centri delle Municipalità, decise politiche di alleggerimento del traffico automobilistico e di trasferimento di quote significative di domanda urbana e metropolitana al sistema dei trasporti pubblici.*

3.2 LE CARATTERISTICHE TECNICHE

3.2.1 ASPETTI TRANVIARI E IMPIANTISTICI

3.2.1.1 Aspetti tranviari

Le tratte tranviarie oggetto del presente studio di fattibilità, come già evidenziato, rappresentano l'estensione della rete tranviaria esistente.

Ciò ha comportato una "naturale" prosecuzione delle scelte progettuali adottate nella realizzazione delle attuali tratte realizzando delle corsie protette o tramite la realizzazione di ringhiere di separazione o alzando la sede dell'asse tranviario rispetto alla carreggiata.

La disposizione lungo le varie tratte è meglio evidenziata dalle sezioni tipo riportate negli allegati grafici.

Le caratteristiche fondamentali dei moderni sistema tranviari fondano sullo stretto rapporto con il tessuto urbano e sull'elevato grado di accessibilità, elementi questi presi a riferimento per la progettualità del presente SdF (Studio di fattibilità).

In tale senso l'altezza massima sul piano del ferro del pavimento nelle zone accessibili ai passeggeri è fissata in 350 mm. Si è dunque considerata una configurazione di rotabile a pavimento integralmente basso, in modo da non presentare ostacoli (gradini di raccordo tra zone a diversa altezza del pavimento) e agevolare gli spostamenti interni dei passeggeri anche a mobilità ridotta (anziani, disabili, ecc.) e pertanto la soglia delle porte deve essere a un'altezza sul piano del ferro tale da creare un dislivello massimo con la banchina pari a 50 mm, in accordo la Norma 11174:2005 ("Materiale rotabile per tranvie e tranvie veloci - Caratteristiche generali e prestazioni": documento di matrice di conformità). L'eventuale dislivello fra la soglia delle porte e le altre zone del pavimento deve essere superato tramite rampe di debole pendenza, preferibilmente localizzate al di fuori delle zone di incarrozzamento.

In relazione alle caratteristiche del servizio di trasporto e del regime di circolazione che il sistema di trasporto a guida vincolata in progetto dovrà assicurare, la soluzione individuata per le tratte tranviarie periferiche di progetto è la metrotranvia o tranvia veloce, mentre per le tratte interne alla "città densa" la tipologia scelta è la tranvia, in accordo con le definizioni e le caratteristiche tecniche dettate dalla Norma UNI 8379. Resta inteso che in alcuni tratti di metrotranvia potranno esistere sistemi misti tranvia/tranvia veloce, in accordo alla Norma UNI 8379, la quale prevede che *le tratte di linea afferenti alle diverse tipologie di sistema mantengono le caratteristiche rispettivamente previste e di conseguenza il sistema di trasporto sarà costituito in parte da tranvia ed in parte da tranvia veloce*.

Come definito al cap. 2.1 della Norma UNI 8379, si definisce tranvia veloce (metrotranvia) il sistema di trasporto che mantiene le caratteristiche della tranvia […], con possibili realizzazioni anche in tratte suburbane, ma che consente velocità commerciali e portate superiori grazie ad adeguati provvedimenti (per esempio delimitazioni laterali della sede, riduzione del numero di attraversamenti, semaforizzazione degli attraversamenti con priorità per il sistema, ecc.), atti a ridurre le interferenze del sistema con il restante traffico veicolare e pedonale. Essendo questo sistema la soluzione tecnologicamente evoluta della tranvia, possono esistere sistemi misti (tranvia-tranvia veloce) composti da tratte di linea funzionalmente concepite con riferimento ai due sistemi. Le tratte di linea afferenti le diverse tipologie di sistema mantengono le caratteristiche rispettivamente previste e di conseguenza il sistema di trasporto sarà costituito in parte da tranvia ed in parte da tranvia veloce.

Alla predetta Norma UNI 8379 si fa integrale riferimento a proposito delle definizioni e dei contenuti della stessa riguardanti la tranvia veloce e inerenti:

– alle caratteristiche della sede e degli armamenti (vds. Appendice A alla Norma UNI 8379), secondo la tabella seguente:

Sede (A.1)						Attraversamento (A.2)							
Promiscua (A.1.1)			Propria (A.1.2)			Libero (A.2.1)	Segnalato (A.2.2)			Protetto (A.2.3)			
Libera (A.1.1.1)	Riservata (A.1.1.2)	Protetta (A.1.1.3)	Riservata (A.1.2.1)	Protetta (A.1.2.2)	Isolata (A.1.2.3)	a	a	b	c	a	b	c	d
NO	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI

A.1 **sede**: Piattaforma destinata alla circolazione dei veicoli afferenti il sistema di trasporto a guida vincolata; la sagoma di pertinenza è legata alle dimensioni dei veicoli ed a quelle degli impianti ossi connessi.
A.1.1 **sede promiscua**: Sede realizzata su strada ordinaria mediante una piattaforma carrabile che permette il transito anche dei veicoli stradali e dei pedoni.
A.1.1.1 **sede promiscua libera**: Sede concepita per il transito dei veicoli a guida vincolata che può essere percorsa e attraversata da altri veicoli e/o dai pedoni.
A1.1.2 **sede promiscua riservata**: Sede concepita per il transito dei veicoli a guida vincolata che può essere utilizzata anche da veicoli a guida libera espressamente autorizzati.
Esempi di tipologia di delimitazione laterale:
a) delimitazione laterale a vernice o altro elemento cromatico;
b) delimitazione laterale di tipo discontinuo (per esempio calotte metalliche);
c) delimitazione laterale di tipo continuo (per esempio cordoli o gradini).
A.1.1.3 **sede promiscua protetta**: Sede concepita per il transito esclusivo dei veicoli a guida vincolata che eccezionalmente può essere utilizzata anche da veicoli a guida libera espressamente autorizzati.
Per quanto attiene le delimitazioni laterali della sede e la segnaletica da predisporre in corrispondenza degli attraversamenti si fa riferimento al punto A.1 .2.2 (sede propria protetta).
A.1.2 **sede propria**: Sede concepita per il transito esclusivo dei veicoli a guida vincolata.
A.1.2.1 **sede propria riservata**: Sede concepita per il transito esclusivo dei veicoli a guida vincolata. La piattaforma non è, in genere, delimitata lateralmente poiché si sviluppa in condizioni difficilmente raggiungibili per altri veicoli o pedoni (per esempio fuori dai centri abitati, in rilevato o in trincea difficilmente accessibile, ecc.).
Qualora i rischi di interferenza con altri veicoli o pedoni possano essere sensibili si devono disporre delimitazioni laterali atte a minimizzare i medesimi rischi (per esempio gradini, cordoli, ecc.).
In corrispondenza degli attraversamenti, gli accessi longitudinali alla sede devono essere protetti da adeguata segnaletica monitoria.
A.1.2.2 **sede propria protetta**: Sede concepita per il transito esclusivo dei veicoli a guida vincolata. La piattaforma è inoltre delimitata lateralmente da elementi di separazione osica atti a ridurre i rischi di invasione della sede da parte di altri veicoli e di accesso indebito dei pedoni.
Tali limiti devono risultare ragionevolmente invalicabili per gli altri veicoli e difficilmente valicabili per i pedoni.
In corrispondenza degli attraversamenti, gli accessi longitudinali alla sede devono essere protetti da adeguata segnaletica monitoria.
Esempi di tipologia di delimitazione laterale:
a) barriere tipo transennature, recinzioni, siepi, ecc.;
b) barriere tipo guard-rail;
c) barriere tipo New Jersey.
A.1.2.3 **sede propria isolata**: Sede concepita per il transito esclusivo dei veicoli a guida vincolata. La piattaforma, qualora non sia strutturalmente inaccessibile ad altri veicoli e pedoni (per esempio in galleria, su viadotto isolato, ecc.), deve essere delimitata lateralmente da elementi di pesante separazione fisica atti a minimizzare i rischi di invasione della sede da parte di altri veicoli e di accesso illecito dei pedoni.
Tali limiti devono risultare ragionevolmente invalicabili per gli altri veicoli ed i pedoni; non esistono attraversamenti (la sede è segnalata come inaccessibile alle sue estremità).
Esempi di tipologia della sede:
a) a livello del suolo delimitata da barriere adeguatamente robuste per neutralizzare l'urto di altri veicoli e di altezza tale da costituire serio ostacolo per i pedoni trasgressori;
b) in trincea coperta;
c) in rilevato non accessibile;
d) in viadotto isolato;
e) in galleria.
A.2 **attraversamento**: Intersezione a livello della sede con le vie di flusso di altri veicoli e dei pedoni.
A.2.1 **attraversamento libero**: Attraversamento possibile in ogni punto della sede.
Esempio di tipologia:
a) piattaforma carrabile compatibile con il passaggio di altri veicoli e dei pedoni.
A.2.2 **attraversamento segnalato**: Attraversamento della sede del sistema a guida vincolata attrezzato con segnaletica stradale orizzontale e verticale, in conformità al Codice della Strada.
Esempi di tipologia:
a) segnaletica orizzontale e verticale;
b) segnaletica orizzontale e verticale, con presenza di percorsi obbligati (labirinti) per l'attraversamento pedonale della sede del sistema a guida vincolata;
c) segnaletica orizzontale e verticale con presenza di semaforo esclusivamente con funzione di avviso (giallo lampeggiante).
A.2.3 **attraversamento protetto**: Attraversamento della sede del sistema a guida vincolata attrezzato con segnaletica orizzontale e verticale, conforme al Codice della Strada, provvisto di semaforo o di barriere mobili.

Esempi di tipologia: a) segnaletica orizzontale e verticale con semaforo stradale a due aspetti via libera e via impedita; b) segnaletica orizzontale e verticale con semaforo stradale a due aspetti, via libera e via impedita, eventualmente comandabile dal convoglio in avvicinamento, in maniera che risulti prioritaria la circolazione dei veicoli a guida vincolata rispetto ai flussi di altri veicoli e dei pedoni; c) segnaletica orizzontale e verticale con segnalatore acustico e luminoso suscettibile dell'aspetto di via impedita, per i flussi di veicoli e pedoni attraversanti la sede, comandato dal convoglio in avvicinamento (S.O.A); d) segnaletica orizzontale e verticale relativa a presenza di passaggio a livello protetto con barriere (PL).

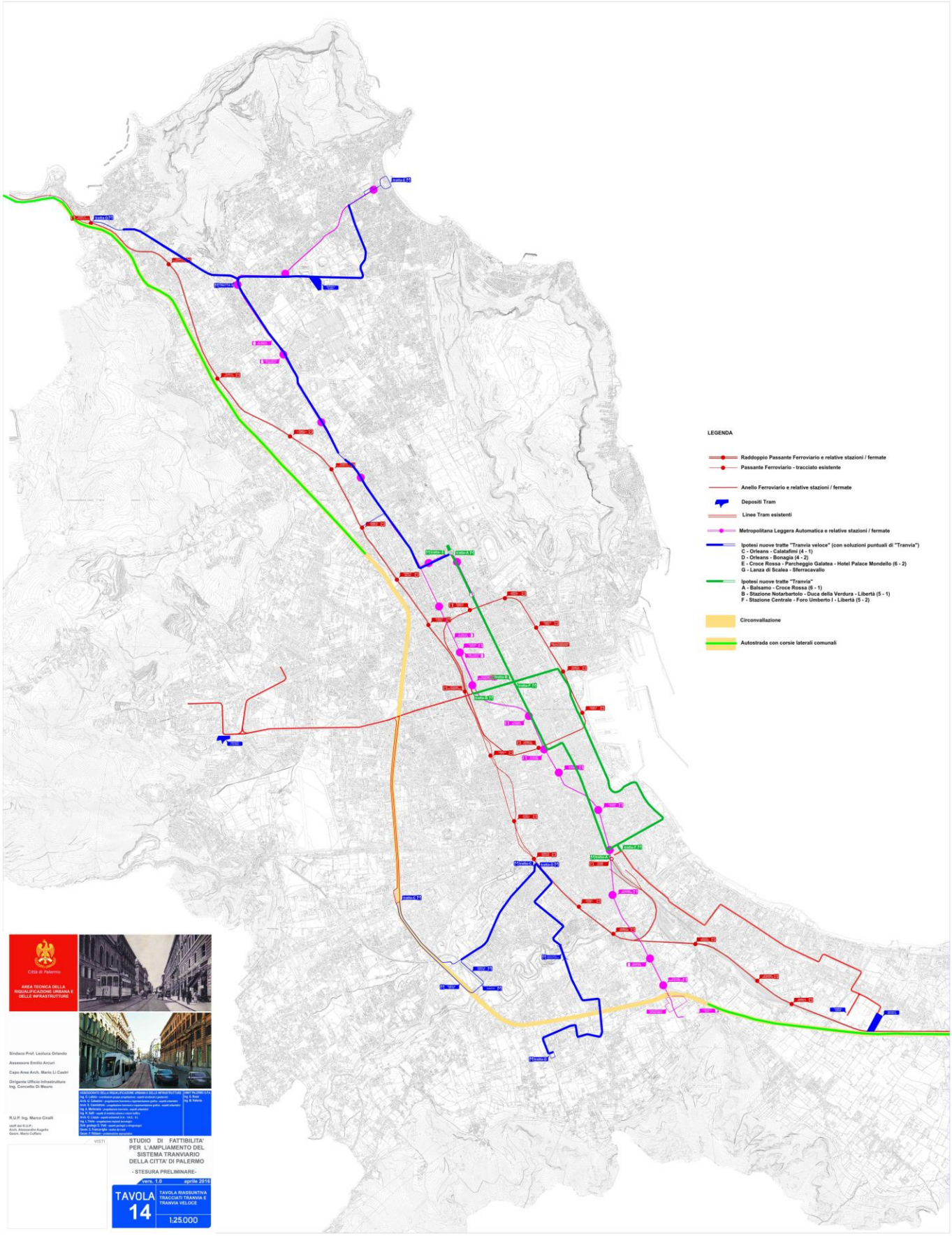
- alle caratteristiche della circolazione: sicurezza, regolarità, operatività e supervisione della circolazione. Queste costituiscono l'insieme delle tecnologie operative, delle funzioni logiche e delle filosofie di impiego, che consentono la marcia dei veicoli a guida vincolata in condizioni di sicurezza e regolarità nonché la diffusione tempestiva di informazioni per l'utenza. Si riporta la tabella seguente (vds. Appendice A alla Norma UNI 8379):

Sicurezza, regolarità (A.3.1)			Operatività (A.3.2)			Supervisione (A.3.3)			
A.3.1.1	A.3.1.2	A.3.1.3	A.3.2.1	A.3.2.2	A.3.2.3	A.3.3.1	A.3.3.2	A.3.3.3	A.3.3.4
SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI
A.3 **sicurezza, regolarità, operatività e supervisione della circolazione**: Insieme delle tecnologie operative, delle funzioni logiche e delle filosofie di impiego, che consentono la marcia dei veicoli a guida vincolata in condizioni di sicurezza e regolarità nonchè la diffusione tempestiva di informazioni per l'utenza. A.3.1 **Sicurezza e regolarità della circolazione** A.3.1.1 Segnaletica del Codice della Strada (comprende anche semaforo). A.3.1.2 Segnalamento al conducente, ad aspetti variabili (per esempio segnalamento ferroviario di linea, di stazione, blocco manuale/semiautomatico/automatico, ripetizione a bordo dei segnali, ecc.). A.3.1.3 Segnalamento al conducente, come A.3.1 .2, e con intervento automatico delle protezioni sul convoglio (per esempio sistema ATP, ecc.). A.3.2 **Operatività della marcia** A.3.2.1 Marcia attuata da! conducente a vista. A.3.2.2 Marcia attuata dal conducente ed assistita dal sistema di segnalamento di terra e/o di bordo. A.3.2.3 Marcia automatica con o senza conducente a bordo (per esempio sistema ATO). A.3.3 **Supervisione della circolazione** A.3.3.1 Assenza di supervisione centralizzata. A.3.3.2 Supervisione centralizzata con indicazione della posizione dei convogli in circolazione. A.3.3.3 Come A.3.3.2 e con comunicazioni bidirezionali fra posto di controllo centralizzato e conducente. A.3.3.4 Come A.3.3.3 e con comunicazioni dal posto di controllo centralizzato (o conducente) agli utenti.									

- agli ulteriori parametri caratteristici per la tranvia veloce (vds. Appendice B alla Norma UNI 8379), di cui alla successiva tabella:

Portata potenziale minima per senso di marcia(1) (posti/h)	Distanziamento(1) (min)	Capacità convoglio(2) (passeggeri)	Distanza media fra le stazioni (m)	Incarrozzamento a livello	Velocità commerciale(1) (km/h)	Lunghezza max. convoglio (3)
2700	4	180	350 - 500	Eventuale	15	60
(1) Prestazioni potenziali minime in condizioni di massima domanda di trasporto (ora di punta) (2) Posti in piedi calcolati sulla base di 6 passeggeri/m2 (3) Tale parametro influenza le dimensioni delle infrastrutture di fermata o di stazione						

SCHEMA TRACCIATI TRANVIA E TRANVIA VELOCE



3.2.1.2 Aspetti Impiantistici

3.2.1.2.1 Alimentazione Elettrica

La soluzione che si prevede di adottare per l'alimentazione delle tratte oggetto di questo studio di fattibilità è quella che prevede l'assenza di catenaria.

Rispetto alla presenza di catenaria, il nuovo sistema comporta vantaggi sia in termini geometrici sia, ancor più, in termini estetici, riducendo l'impatto sulla normale circolazione dei veicoli e dei pedoni e limitando l'impatto visivo dovuto alla presenza di nuovi elementi verticali (pali e linee aeree).

Ad oggi le soluzioni che possono essere adottare si possono sintetizzare sostanzialmente nell'utilizzo della cosiddetta terza rotaia e nell'utilizzo di sistemi con accumulo di carica (supercapacitori e batterie sui veicoli).

L'obiettivo principale è quello di realizzare un sistema che sia affidabile, supportato da esperienze pluriennali su altri siti e con dati oggettivi.

In entrambe le soluzioni i tram devono comunque essere dotati di pantografo per consentire il collegamento con la catenaria nei tratti esistenti e per le movimentazioni all'interno dei depositi/officine.

<u>La prima soluzione</u> consiste nel realizzare una linea di contatto centrale a filo terra tra le due rotaie del tram, costituita da elementi conduttori separati tra di loro che normalmente non sono in tensione, ma che lo diventano al passaggio del tram. In particolare il tram sarà dotato di elementi di captazione dell'energia elettrica che prelevano energia dagli elementi della linea di alimentazione con cui vengono temporaneamente in contatto. Gli elementi della linea di contatto sono messi in tensione tramite un sistema elettronico di attivazione o elettromagnetico. In entrambi i casi la condizione necessaria per la messa in tensione dell'elemento è che vi sia fisicamente il contatto con i captatori del tram, mentre tutti gli altri elementi della linea di contatto saranno disalimentati, garantendo in tal modo la sicurezza dal punto di vista elettrico di persone, animali e veicoli.

Il sistema è in uso e positivamente sperimentato nelle città di Dubai, Zhunhai (Cina), Bordeaux, Orleans, Rio de Janeiro; in quest'ultima città, in particolare, è in uso anche il sistema di supercapacitori, descritto nel seguito.

<u>La seconda soluzione</u> prevede di dotare il tram di un sistema di supercapacitori e batterie che consente al tram di viaggiare in autonomia senza il contatto continuo con un sistema di alimentazione. La ricarica del sistema avverrebbe in corrispondenza delle fermate, durante la sosta per sbarco/incarrozzamento passeggeri, ed è realizzata o mediante terza rotaia a terra o mediante catenaria rigida posta in corrispondenza della pensilina di fermata. Considerato che l'autonomia in condizioni standard si potrebbe aggirare tra i 1000 e i 1400 metri e che le interdistanze tra le varie fermate si aggirano intorno ai 400 metri, per ottenere un margine di sicurezza in termini di autonomia e per salvaguardare le batterie nel loro ciclo di ricarica/scarica, la ricarica dovrebbe avvenire in ogni fermata, con tempi che si aggirano intorno ai 15-20 secondi. Inoltre per un minore impatto visivo, dovrebbe essere preferita la ricarica dal basso.

Il sistema è in uso e positivamente sperimentato nelle città di Saragozza e Siviglia.

Per entrambe le soluzioni comunque si dovrà prevedere l'adeguamento dei tram esistenti al fine di una migliore gestione dell'intera linea del tram.

La scelta dell'una o dell'altra soluzione nell'ambito delle successive fasi di progettazione dovrà tenere principalmente conto dell'affidabilità dell'intero sistema tramviario, ma anche degli aspetti economici legati alla realizzazione, manutenzione e conduzione.

Infine particolare importanza riveste il sistema di controllo e gestione dell'intera linea, che dovrà essere inevitabilmente compatibile con quello utilizzato per le linee esistenti.

3.2.1.2.1 Sottostazioni elettriche di alimentazione

Qualunque sarà la soluzione adottata l'alimentazione elettrica delle linee di contatto a pavimento e del sistema di ricarica dei supercapacitori e batterie avverrà a partire dalle sottostazioni elettriche di alimentazione (SSE) dislocate lungo il percorso delle varie tratte e meglio individuate nelle foto aeree allegate di seguito; la tensione di alimentazione dovrà essere di 750 Vcc +20/-33%.

Come meglio riportato in altri paragrafi, tranne in casi particolari per esigenze derivanti dalla geometria delle strada interessate dalle tratte tranviarie, la sezione tipo è quello con due linee di tram affiancate; in tal caso si avranno linee di contatto/alimentazione che saranno parallele, ma elettricamente separate ed alimentate da SSE di competenza ed opportunamente dimensionate. Dovranno comunque essere previste delle interconnessioni di bypass tramite sezionatori sottocarico motorizzati, comandati e controllati dal sistema di supervisione e controllo, in grado di alimentare entrambe le due linee in caso di avaria di una delle due SSE.

Da ogni SSE, dagli interruttori extrarapidi di alimentazione delle linee, si dipartiranno le linee di alimentazione costituite da cavi opportunamente dimensionati. Tali cavi si dispiegheranno lungo le tratte tranviarie all'interno di tubazioni opportunamente dimensionate e interrate e/o annegate nel cassonetto della sede tranviaria. Questi alimenteranno, a intervalli regolari, la linea di contatto a filo terra tramite i vari sistemi di controllo e gestione o i quadri di ricarica posti in corrispondenza delle fermate.

Di seguito si riportano i possibili posizionamenti delle SSE; queste ultime potranno essere realizzate soprasuolo e ove possibile interrate, tenendo conto di eventuali interferenze sia sottosuolo sia soprasuolo. I posizionamenti hanno tenuto conto e dovranno tenere conto delle prescrizioni del DPCM 8/7/2003 per la protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete ed in particolare per le strutture scolastiche e quelle per cui si ha una permanenza superiore alle 4 ore giornaliere (luoghi tutelati). Una fascia di rispetto di 15 metri intorno alle SSE si ritiene sufficiente a soddisfare i requisiti imposti dal succitato DPCM.

Inoltre si è evitato e si dovrà evitare la loro installazione nelle aree del centro storico e in quelle demaniali. La loro ubicazione dovrà essere quanto più possibile prossima alle linee elettriche di trasmissione dell'Ente Gestore dell'Energia Elettrica per ridurre i costi di allaccio.

Al fine di garantire la continuità di servizio è opportuno prevedere un anello in MT che alimenti a monte le singole SSE, unificandolo a quello attualmente esistente.

È necessario, altresì, prevedere ripetitori radio con standard di comunicazione Tetra; in particolare per le tratte A e B è possibile l'installazione sulle torri faro della pubblica illuminazione in piazza A. De Gasperi e in prossimità della stazione Notarbartolo. Analogo posizionamento si dovrà prevedere per le altre tratte utilizzando i pali/torri faro della pubblica illuminazione, ipotizzando anche un sistema di rimando del segnale per le zone non totalmente coperte dallo stesso.

Nelle successive fasi progettuali si potrà considerare la possibilità di utilizzare frequenze libere del

sistema TETRA già in uso presso il Comando di Polizia Municipale.

Nel seguito si riportano, per le tratte tranviarie interessate, i siti ove è prevista l'ubicazione delle sottostazioni elettriche di alimentazione.

Segue quindi la rappresentazione mediante immagine satellitare.

SOTTOSTAZIONI

TRATTA	SOTTOSTAZIONE
A-B	VIA LIBERTA' – PIAZZA V. VENETO PIAZZA STURZO VIA GEN DI MARIA
C-D	VIA BASILE – VIALE REG SIC VIA BASILE – CORSO TUKORY VIA PARLAVECCHIO VIA PERRIER VIA DELL'ANTILOPE – VIA DELLA GIRAFFA
E	PARCHEGGIO VIA BELGIO VIALE STRASBURGO - S. LORENZO VIA SCALEA – VIA BESTA VIALE DELL'OLIMPO VIALE DELL'OLIMPO – VIA CASTELFORTE VIALE GALATEA
F	VIA CRISPI VIA CRISPI – VIA FRATELLI CIANCIOLO VIA LINCOLN
G	VIA NICOLETTI VIA PALAZZOTTO

TRATTA A – B (Partendo da piazza Balsamo – Stazione centrale)

1) Piazza Sturzo. A circa 150 metri dall'incrocio via E. Amari – Via Roma sede di transito del Tram e a circa 2200 dalla stazione di partenza piazza Balsamo

2) Parcheggio in via Generale di Maria in prossimità di piazza Boiardo per avere una alimentazione più baricentrica anche rispetto alla esistente linea Tram a circa 2200 metri dalla SSE 1.

3) Slargo zona statua della Libertà- Piazza Vittorio Veneto a circa 2300 metri dalla stazione SSE 2. Ultimo tratto fino a piazza A. De Gasperi circa 700 metri

TRATTA C – D (Via Regione Siciliana Direzione Via Basile)

1) Partendo dalla SSE Vignicello della rete esistente in direzione via Basile all'interno dello svincolo Via Basile-Via Regione Siciliana, a circa 1700 metri

2) Via Basile a circa 1900 metri dalla SSE 1

3) Via Parlavecchio, prima dell'attraversamento sul fiume Oreto circa 1500 metri dalla SSE 2

4) Via Perrier area a verde sulla sinistra a circa 1700 metri dalla SSE 3

5) Via dell'Antilope angolo via della giraffa Stazione a circa 1500 metri dalla SSE 4

TRATTA E (Da piazza A. De Gasperi verso Mondello)

1) Parcheggio Via Belgio, a circa 1500 metri dalla SSE 4 della tratta A inizio via Croce Rossa

2) Viale Strasburgo slargo prima del commissariato di San Lorenzo a circa 2000 metri dalla SSE 1

3) Viale Lanza di Scalea altezza di via F. Besta a circa 1700 metri dalla SSE 2

4) Viale dell'Olimpo / Piazza Bolivar a circa 1500 metri dalla SSE 3

5) Viale dell'Olimpo rotonda piazza Castelforte area sulla sinistra a circa 1900 metri dalla SSE 4

6) Viale Galatea deposito a circa 1600 metri dalla SSE 5. Quindi ultimo tratto di circa 600 metri.

TRATTA F (Da piazza A. Gentili verso stazione centrale)

1) Via F. Crispi accanto al distributore di benzina di fronte piazzetta della Pace a circa 1900 metri dalla SSE 5 tratta B in via Generale di Maria (oppure Piazza della Pace cantiere Tecnis)

2) Via F. Crispi all'altezza di Via Fratelli Cianciolo a circa 1400 metri dalla SSE 1 .

3) Interrato in corrispondenza del parcheggio esistente su Foro Umberto I

Quest'ultima si trova a circa 900 dalla stazione in via Balsamo e a circa 2700 dalla SSE 1 in piazza Sturzo della Tratta A-B.

TRATTA G (Partendo da rotonda in viale dell'Olimpo)

1) Via Nicoletti, poco dopo lo svincolo sulla sinistra, a circa 1400 dalla SSE 4 della tratta E posta in viale dell'Olimpo/Via Lanza di Scalea

2) Via Palazzotto, subito dopo via Codignola slargo a sinistra a circa 1000 dalla SSE precedente.

3.2.2 MATERIALI ROTABILI – NUOVO DEPOSITO TRAM

Le caratteristiche peculiari del nuovo sistema di trasporto tranviario, in continuità con la maggior parte delle scelte già effettuate nella realizzazione dell'esistente rete tranviaria, sono:

- l'utilizzo di veicoli di concezione innovativa, a pavimento basso[15], per facilitare l'incarrozzamento anche di persone a limitata mobilità;
- la sede tranviaria propria protetta[16] lungo le tratte periferiche, in modo da limitare le interferenze del traffico privato sull'esercizio ai soli attraversamenti trasversali (peraltro di tipo protetto) e garantire un'elevata velocità commerciale, secondo le caratteristiche proprie di tranvia veloce definite dalla Norma UNI 8379;
- la sede tranviaria promiscua riservata nei tratti di tranvia ricadenti all'interno della "città densa";
- l'asservimento semaforico agli incroci, per avere la via libera per il tram;
- la centralizzazione in un'unica postazione del sistema di controllo e supervisione dell'esercizio di tutte le linee;
- adozione di armamenti di linea che realizzino l'ottimizzazione tra costi e benefici ottenuti in termini di rumore e vibrazioni trasmesse;
- realizzazione di un deposito, in aggiunta a quelli esistenti.

Il materiale rotabile per il servizio passeggeri deve essere del tipo bidirezionale, in conformità alla positiva esperienza registrata con le vetture in dotazione alle linee tranviarie esistenti, confermando le valutazioni favorevoli in termini di vantaggio del bidirezionale rispetto al monodirezionale:

- la possibilità di inversione della marcia dei veicoli ai capolinea e presso i depositi evitando il ricorso ad anelli;
- diminuzione della superficie necessaria per la movimentazione dei veicoli presso i capolinea ed i depositi;
- minori oneri legati agli espropri e al sacrificio di aree urbane;
- maggiore flessibilità di esercizio;
- realizzabilità delle banchine di fermata sempre sullo stesso lato rispetto al senso di marcia, data la presenza delle porte unicamente su un lato del veicolo;
- effettuabilità di movimenti "in retromarcia".

Riguardo alla necessità di limitare l'ingombro trasversale della sede tranviaria, la larghezza delle casse dei rotabili è stabilita in 2,30 m.

L'interasse normale tra i binari in rettilineo è pari a 2,9 m, garantendo così un franco tra i veicoli ampiamente maggiore del minimo di 400 mm richiesto dalla normativa; ciò consente di evitare l'allargamento dell'interasse in curva per raggi di curvatura maggiori di 80 m: in questi casi, infatti, l'avvicinamento tra i due veicoli che si incrociano si mantiene entro il limite di norma.

[15] Vds specifiche già riportate al cap. 3.2.1.

[16] Soluzione questa (metrotranvia o tranvia veloce) individuata per le tratte tranviarie periferiche di progetto, mentre per le tratte interne alla "città densa" la tipologia scelta è la tranvia, avente le caratteristiche tecniche esplicitate dalla Norma UNI 8379.

Il dimensionamento del parco rotabile e il calcolo dei cadenzamenti dei veicoli in linea è stato effettuato dal presente studio considerando una capacità di trasporto ridotta, valutata sulla base di un coefficiente di riempimento del veicolo pari a 0,8, considerando che la capacità di trasporto dei veicoli tranviari già in esercizio è di 250 persone.

In questo modo è stata considerata un'offerta di posti inferiore a quella effettivamente disponibile (mantenendo un margine di capacità atto a soddisfare futuri aumenti della domanda di trasporto) e sono state lasciate varie possibilità sulla tipologia del materiale rotabile adottabile, la cui capacità di trasporto corrisponde quindi a **veicoli della lunghezza di 31/34 m**.

La lunghezza del veicolo diventa quindi riferimento per il dimensionamento e la progettazione delle banchine di fermata e dei depositi dei veicoli.

Linea Stz. Centrale/Croce Rossa **tranvia**

TRAM di PA - Tratta A	*Input dati*	Linea 6/1
Lunghezza mt. (1 binario doppio)	*5750*	
Velocità commerciale	*15*	
Tempo percorr. (min.)		**23,00**
Frequenza tram (min.)	*6*	
N° Vetture A.		**4**
Sosta min. (totale)	*6,00*	
Tempo totale (percorr.+ sosta)		**52,00**
N° Vetture A.R + sosta		**9**
Disponibilità: (in %)	*95*	
Tot. Vetture in servizio		**10**
Vetture di scorta	*1*	
Totale Parco		**11**

Min.	*Sec.*
23	***0***

Min.	*Sec.*	
6	***0***	
52	***0***	**T. di giro**

Linea Stz. Notarbartolo/v. Notarbartolo (fino a v. Duca della Verdura **tranvia**

TRAM di PA - Tratta B	*Input dati*	Linea 5/1
Lunghezza mt. (1 binario doppio)	*665*	
Velocita commerciale	*15*	
Tempo percorr. (min.)		**2,66**
Frequenza tram (min.)	*6*	
N° Vetture A.		**1**
Sosta min. (totale)	*6,00*	
Tempo totale (percorr.+ sosta)		**11,32**
N° Vetture A.R + sosta		**3**
Disponibilità: (in %)	*95*	
Tot. Vetture in servizio		**4**
Vetture di scorta	*1*	
Totale Parco		**4**

Min.	*Sec.*
2	***40***

Min.	*Sec.*	
6	***0***	
11	***19***	**T. di giro**

tranvia veloce

Linea Calatafimi/Orleans

TRAM di PA - Tratta C	Input dati	Linea 4/1
Lunghezza mt. (1 binario doppio)	4090	
Velocità commerciale	20	
Tempo percorr. (min.)		12,27
Frequenza tram (min.)	6	
N° Vetture A.		3
Sosta min. (totale)	6,00	
Tempo totale (percorr.+ sosta)		30,54
N° Vetture A.R + sosta		6
Disponibilità: (in %)	95	
Tot. Vetture in servizio		7
Vetture di scorta	1	
Totale Parco		**8**

Min.	Sec.
12	16

Min.	Sec.
6	0
30	32

T. di giro

tranvia veloce

Linea Orleans/Bonagia

TRAM di PA - Tratta D	Input dati	Linea 4/2
Lunghezza mt. (1 binario doppio)	4687,5	
Velocità commerciale	20	
Tempo percorr. (min.)		14,06
Frequenza tram (min.)	6	
N° Vetture A.		3
Sosta min. (totale)	6,00	
Tempo totale (percorr.+ sosta)		34,13
N° Vetture A.R + sosta		6
Disponibilità: (in %)	95	
Tot. Vetture in servizio		7
Vetture di scorta	1	
Totale Parco		**8**

Min.	Sec.
14	4

Min.	Sec.
6	0
34	8

T. di giro

Linea Croce Rossa/Mondello

tranvia veloce

tranvia

TRAM di PA - Tratta E	Input dati	Linea 6/2
Lunghezza mt. (1 binario doppio)	10417,5	
Velocità commerciale	19	
Tempo percorr. (min.)		32,90
Frequenza tram (min.)	6	
N° Vetture A.		6
Sosta min. (totale)	6,00	
Tempo totale (percorr.+ sosta)		70,16
N° Vetture A.R + sosta		12
Disponibilità: (in %)	95	
Tot.Vetture in servizio		13
Vetture di scorta	1	
Totale Parco		**14**

Min.	Sec.
32	54

Min.	Sec.
6	0
70	10

T. di giro

Linea Stz. Centrale/via Duca della Verdura

tranvia

TRAM di PA - Tratta G	*Input dati*	Linea 5/2
Lunghezza mt. (1 binario doppio)	*2760*	
Velocità commerciale	*15*	
Tempo percorr. (min.)		**11,04**
Frequenza tram (min.)	*6*	
N° Vetture A.		**2**
Sosta min. (totale)	*6,00*	
Tempo totale (percorr.+ sosta)		**28,08**
N° Vetture A.R + sosta		**5**
Disponibilità: (in %)	*95*	
Tot. Vetture in servizio		**6**
Vetture di scorta	*1*	
Totale Parco		**7**

Min.	*Sec.*
11	***2***

Min.	*Sec.*	
6	***0***	
28	***5***	**T. di giro**

totale complessivo parco vetture aggiuntivo	**48**

Dal calcolo di massima sopra riportato, emerge una consistenza di un **parco aggiuntivo di circa 50 vetture**, stimato in relazione a specifici valori di velocità commerciale (15 km/h per la tranvia - 20 km/h per la tranvia veloce – 19 Km/h nel tratto misto), di frequenza (6'), di vetture di scorta (una).

A tal riguardo, occorre richiamare la capienza massima (40 vetture) - in termini di convogli ricoverabili - dei due depositi esistenti:

Deposito	Capienza al coperto	Capienza non al coperto	Capienza totale del deposito
Roccella	18	6	24
Leonardo da Vinci	12	4	16
		Capienza complessiva vetture	40

Considerato che l'attuale parco rotabile si compone di 17 convogli e che si prevede l'acquisto di almeno altre 11 vetture, ne deriva un parco rotabile complessivo di circa 28 vetture, il cui accoglimento negli attuali depositi ridurrebbe la disponibilità residua di spazi a 12 vetture (40 – 28 = 12 vetture), dotazione questa insufficiente per accogliere il parco vetture aggiuntive (circa 50 vetture) stimato per l'ampliamento del sistema tranviario oggetto del presente SdF.

Da quanto fin qui espresso, deriva la necessità di prevedere la realizzazione di un nuovo deposito, da localizzare in adiacenza al viale Olimpo e al viale Sandro Pertini, come rappresentato negli elaborati grafici.

In conformità alle caratteristiche dei tram in attività a Palermo, si conferma pregiudiziale la scelta di veicolo a concezione modulare, con grado di espandibilità legato all'aggiunta di moduli e non all'accoppiamento di un altro veicolo, con positive ricadute quali:

- la semplificazione dell'esercizio, in quanto nell'arco dell'intero esercizio giornaliero cambia solamente la frequenza dei passaggi (maggiore nelle ore di punta), senza la necessità di intervenire sulla composizione dei veicoli, eliminando così le operazioni di accoppiamento/disaccoppiamento in deposito;
- il veicolo si sviluppa per tutta la fiancata laterale senza soluzione di continuità, annullando i rischi di caduta di persone tra i due veicoli accoppiati, senza necessità di speciali protezioni;

- la continuità interna del veicolo (e il pianale completamente basso) assicura una mobilità interna totale per i passeggeri e consente al manovratore una visione completa dall'interno.

L'ottimale accessibilità e tempi di incarrozzamento ridotti sono assicurati dal numero e dalla disposizione delle porte per i passeggeri. In osservanza ai requisiti richiesti dalla Norma 11174:2005, in tutte le condizioni di funzionamento normale:

- la distanza tra la soglia delle porte e l'orlo della banchina, a porta aperta, con la cassa del veicolo centrata rispetto alla mezzeria del binario, deve essere non maggiore di 70 mm;
- il dislivello tra la soglia delle porte e la banchina deve essere compreso tra +50 mm e -20 mm.

L'elevato grado di accessibilità va assicurato anche all'interno delle vetture, in modo da assicurare la massima mobilità dei passeggeri, anche per quelli dotati di carrozzella, offrendo altresì ogni soluzione utile a garantire il confort per l'utenza, quali:

- la presenza di cartelli informativi e monitori e di sistemi informativi di bordo;
- adeguato gradiente di accelerazione longitudinale;
- adeguati livelli di rumore all'interno del veicolo, secondo le condizioni definite dalla norma ISO 3381;
- idonei livelli di luminosità naturale e d'illuminazione artificiale conformi alla norma UNI 7605;
- adeguati standard di climatizzazione, sia per le cabine di guida sia per il comparto passeggeri.

I veicoli devono avere un ottimale impatto sull'ambiente con bassi livelli di rumorosità esterna e minimizzazione della trasmissione delle vibrazioni al terreno e agli edifici circostanti.

Per quanto riguarda l'interfaccia ruota-rotaia:

- lo scartamento del binario è di 1435 mm, misurato secondo quanto prescritto dall'Unità tecnica delle Ferrovie (Decreto Interministeriale 24/8/1939) e dalla UNI 3648, rispettivamente per binario con rotaie Vignole e per binario con rotaie a gola;
- il cerchione delle ruote è largo 110 mm e presenta un profilo con bordino atto alla circolazione sulle rotaie a gola.

La fascia di ingombro dei veicoli non potrà eccedere quella determinata dalle seguenti dimensioni:

- interperno massimo 7,5 m; passo dei carrelli 1,5 m
- sbalzo anteriore/posteriore 2,25 m larghezza 2,3 m

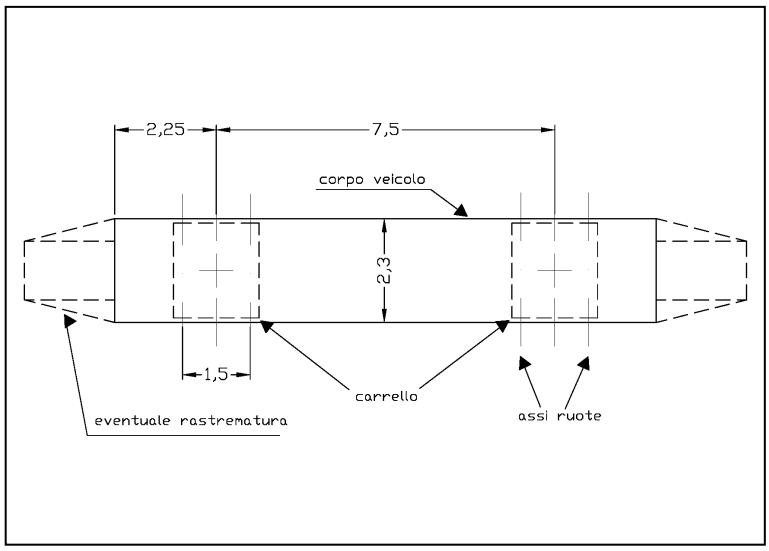
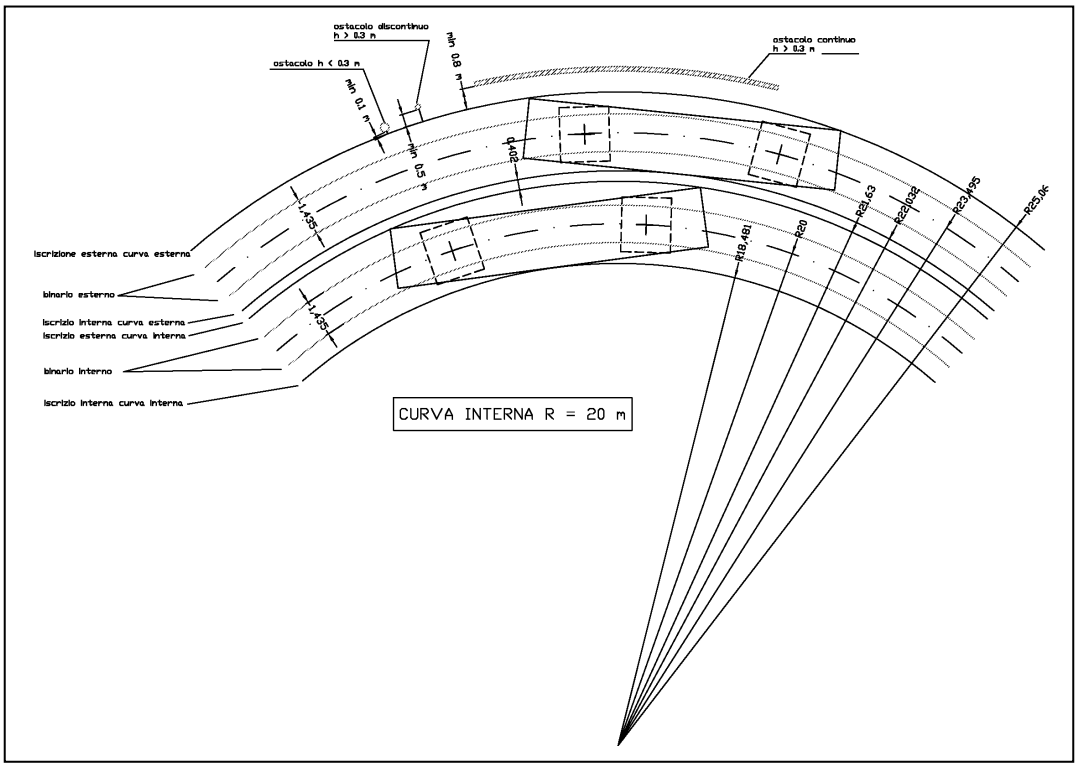


Figura 1 (Cap. 3.2.2): Dimensioni veicolo



<u>Figura 2 (Cap. 3.2.2)</u>: Ingombri del veicolo in curva di raggio R=20 m

Le dimensioni e caratteristiche principali del veicolo sono le seguenti:

Configurazione del veicolo	**Motrice tranviaria bidirezionale a pavimento basso**
Lunghezza	31-34 m
Larghezza	2,3 m
Altezza sul piano del ferro del pavimento nel comparto passeggeri	≤ 350 mm
Numero delle porte per accesso/discesa passeggeri	≥ 4 per fiancata
Larghezza del vano utile	≥ 1,2 m
Capacità di passeggeri: posti a sedere	≥ 55
Capacità di passeggeri: capacità totale a carico massimo (6 pass. in piedi per m²)	≥ 250
Massa per asse a carico massimo	≤ 9 t
Percentuale di massa aderente (in tutte le condizioni di carico)	≥ 0,67

raggio della curva	inscrizione interno curva	ostacoli h <= 300 mm	ostacoli continui	ostacoli discontinui	ostacoli h>2700mm
R [m]	**lic** [mm]	**lic+100** [mm]	**lic+800** [mm]	**lic+500** [mm]	**lic+250** [mm]
15	1645	1745	2445	2145	1895
18	1561	1661	2361	2061	1811
20	1519	1619	2319	2019	1769
22	1485	1585	2285	1985	1735
24	1456	1556	2256	1956	1706
26	1433	1533	2233	1933	1683
28	1412	1512	2212	1912	1662
30	1395	1495	2195	1895	1645
32	1379	1479	2179	1879	1629
34	1366	1466	2166	1866	1616
36	1354	1454	2154	1854	1604
38	1343	1443	2143	1843	1593
40	1333	1433	2133	1833	1583
42	1324	1424	2124	1824	1574
44	1316	1416	2116	1816	1566
46	1309	1409	2109	1809	1559
48	1303	1403	2103	1803	1553
50	1296	1396	2096	1796	1546
60	1272	1372	2072	1772	1522
70	1255	1355	2055	1755	1505
80	1241	1341	2041	1741	1491
90	1231	1331	2031	1731	1481
100	1223	1323	2023	1723	1473
120	1211	1311	2011	1711	1461
140	1202	1302	2002	1702	1452
160	1196	1296	1996	1696	1446
180	1191	1291	1991	1691	1441
200	1187	1287	1987	1687	1437
220	1183	1283	1983	1683	1433
240	1180	1280	1980	1680	1430
260	1178	1278	1978	1678	1428
280	1176	1276	1976	1676	1426
300	1174	1274	1974	1674	1424
350	1171	1271	1971	1671	1421
400	1168	1268	1968	1668	1418
450	1166	1266	1966	1666	1416
500	1165	1265	1965	1665	1415
600	1162	1262	1962	1662	1412
700	1160	1260	1960	1660	1410
800	1159	1259	1959	1659	1409
900	1158	1258	1958	1658	1408
1000	1157	1257	1957	1657	1407

Tabella 1 (Cap. 3.2.2)

Distanze minime dalla mezzeria del binario degli ostacoli fissi posti all'interno della curva

raggio della curva	iscrizione esterno curva	ostacoli h <= 300 mm	ostacoli continui	ostacoli discontinui	ostacoli h>2700mm
R [m]	**Iec** [mm]	**Iec+100** [mm]	**Iec+800** [mm]	**Iec+500** [mm]	**Iec+250** [mm]
15	1764	1864	2564	2264	2014
18	1676	1776	2476	2176	1926
20	1630	1730	2430	2130	1880
22	1591	1691	2391	2091	1841
24	1557	1657	2357	2057	1807
26	1529	1629	2329	2029	1779
28	1504	1604	2304	2004	1754
30	1482	1582	2282	1982	1732
32	1463	1563	2263	1963	1713
34	1446	1546	2246	1946	1696
36	1430	1530	2230	1930	1680
38	1416	1516	2216	1916	1666
40	1404	1504	2204	1904	1654
42	1392	1492	2192	1892	1642
44	1382	1482	2182	1882	1632
46	1372	1472	2172	1872	1622
48	1363	1463	2163	1863	1613
50	1355	1455	2155	1855	1605
60	1322	1422	2122	1822	1572
70	1298	1398	2098	1798	1548
80	1280	1380	2080	1780	1530
90	1266	1366	2066	1766	1516
100	1255	1355	2055	1755	1505
120	1238	1338	2038	1738	1488
140	1225	1325	2025	1725	1475
160	1216	1316	2016	1716	1466
180	1209	1309	2009	1709	1459
200	1203	1303	2003	1703	1453
220	1198	1298	1998	1698	1448
240	1194	1294	1994	1694	1444
260	1191	1291	1991	1691	1441
280	1188	1288	1988	1688	1438
300	1185	1285	1985	1685	1435
350	1180	1280	1980	1680	1430
400	1177	1277	1977	1677	1427
450	1174	1274	1974	1674	1424
500	1171	1271	1971	1671	1421
600	1168	1268	1968	1668	1418
700	1165	1265	1965	1665	1415
800	1163	1263	1963	1663	1413
900	1162	1262	1962	1662	1412
1000	1161	1261	1961	1661	1411

Tabella 2 (Cap. 3.2.2)

Distanze minime dalla mezzeria del binario degli ostacoli fissi posti all'esterno della curva

raggio della curva interna	inscrizione interno curva	iscrizione esterno curva	raggio dell'ingombro esterno della curva interna	raggio dell'ingombro interno della curva esterna	raggio curva esterna	interasse calcolato	interasse di progetto	franco tra le vetture	note
[m]	[mm]	[mm]	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	
15	1645	1764	16,764	1545	18,712	3712	3712	404	
18	1561	1676	19,676	1492	21,570	3570	3570	403	
20	1519	1630	21,630	1463	23,495	3495	3495	402	
22	1485	1591	23,591	1439	25,431	3431	3431	402	
24	1456	1557	25,557	1418	27,377	3377	3377	401	
26	1433	1529	27,529	1400	29,330	3330	3330	401	
28	1412	1504	29,504	1385	31,290	3290	3290	401	
30	1395	1482	31,482	1371	33,254	3254	3254	401	
32	1379	1463	33,463	1358	35,222	3222	3222	401	
34	1366	1446	35,446	1347	37,193	3193	3193	401	
36	1354	1430	37,430	1337	39,168	3168	3168	401	
38	1343	1416	39,416	1328	41,145	3145	3145	401	
40	1333	1404	41,404	1320	43,124	3124	3124	401	
42	1324	1392	43,392	1312	45,105	3105	3105	400	
44	1316	1382	45,382	1306	47,088	3088	3088	400	
46	1309	1372	47,372	1299	49,072	3072	3072	400	
48	1303	1363	49,363	1293	51,057	3057	3057	400	
50	1296	1355	51,355	1288	53,044	3044	3044	400	
55	1283	1337	56,337	1276	58,014	3014	3014	400	
60	1272	1322	61,322	1266	62,989	2989	2989	400	
70	1255	1298	71,298	1250	72,949	2949	2949	400	
80	1241	1280	81,280	1238	82,919	2919	2919	400	([17])
90	1231	1266	91,266	1229	92,895	2895	2900	405	
100	1223	1255	101,255	1221	102,876	2876	2900	424	
120	1211	1238	121,238	1210	122,847	2847	2900	453	
140	1202	1225	141,225	1201	142,827	2827	2900	474	
160	1196	1216	161,216	1195	162,811	2811	2900	489	
180	1191	1209	181,209	1190	182,799	2799	2900	501	
200	1187	1203	201,203	1186	202,789	2789	2900	511	
220	1183	1198	221,198	1183	222,781	2781	2900	519	
240	1180	1194	241,194	1180	242,774	2774	2900	526	
260	1178	1191	261,191	1178	262,769	2769	2900	531	
280	1176	1188	281,188	1176	282,764	2764	2900	536	
300	1174	1185	301,185	1174	302,760	2760	2900	540	
350	1171	1180	351,180	1171	352,751	2751	2900	549	
400	1168	1177	401,177	1168	402,745	2745	2900	555	
450	1166	1174	451,174	1166	452,740	2740	2900	560	
500	1165	1171	501,171	1165	502,736	2736	2900	564	
600	1162	1168	601,168	1162	602,730	2730	2900	570	
700	1160	1165	701,165	1160	702,726	2726	2900	574	
800	1159	1163	801,163	1159	802,722	2722	2900	578	
900	1158	1162	901,162	1158	902,720	2720	2900	580	
1000	1157	1161	1001,161	1157	1002,718	2718	2900	582	

Tabella 3 (Cap. 3.2.2)

Interasse minimo tra i binari in curva

[17] Inizio dell'allargamento dell'interbinario.

Le caratteristiche della linea sono riassumibili in:

- Raggio minimo di curva (misurato sull'asse del binario) 18 m [18]
- Fasce di ingombro in curva Tabella 1 e Tabella 2
- Interbinario minimo [19] Tabella 3
- Pendenza massima < 5,5%
- Raggio minimo di curva verticale 500 m

Di seguito sono altresì riportate le scelte sull'alimentazione e sulla linea aerea di contatto:

- Tensione di linea 750 Vcc +20/-33%
- Altezza sul piano del ferro del ferro di contatto: min/max 4,0/6,0 m
- Poligonazione del filo di contatto 0,20 m

Le caratteristiche prestazionali dei veicoli sono:

Velocità massima	≥ 70 km/h
Accelerazione iniziale (da fermo fino ad una velocità almeno pari a 30 km/h)	≥ 1,0 m/s²
Decelerazione media in frenatura di servizio, dalla velocità massima, anche con la sola frenatura di meccanica	≥ 1,2 m/s²
Decelerazione media di emergenza, dalla velocità di 0,8 volte la velocità massima	≥ 2,4 m/s²
Accelerazione d'avviamento su pendenza del 6%	≥ 0,2 m/s²

Il veicolo deve essere dotato di barre di accoppiamento che consentano di trainare o spingere il veicolo.

Il pantografo, dotato di strisciante in carbone, deve essere collocato in corrispondenza del perno di rotazione di un carrello (o equivalente).

[18] Valore minimo previsto solamente presso i depositi, mentre in linea il valore minimo è di 20 m, adottato solamente in alcune situazioni localizzate.

[19] Così da rispettare la distanza minima di 400 mm fra rotabili che si incrociano, così come prescritto dalla norma UNI 7156.

3.2.3 ASPETTI STRUTTURALI

Di seguito verranno analizzate le opere necessarie per rendere realizzabili in sicurezza gli interventi dal punto di vista strutturale e geotecnico.

Gli interventi strutturali da realizzare sono stati individuati dal gruppo di lavoro e consistono in:

1. Sopraelevata lungo Via Gustavo Roccella a servizio della LINEA 3 a unico binario proveniente dalla corsia laterale di Viale Regione Siciliana **(TRATTA "C")**;
2. Ricostruzione dell'attraversamento del canale BOCCADIFALCO al di sotto della LINEA 3 a unico binario in Via Gustavo Roccella in sopraelevata (Luce circa 10 m; larghezza circa 20 m) **(TRATTA "C")**;
3. Manufatto tipo scatolare per il contenimento dei sottoservizi ove dovesse verificarsi una intersezione di tipo ortogonale alla collocazione dei binari del TRAM **(Per tutte le TRATTE)**;
4. Verifica dello stato di conservazione degli impalcati degli attraversamenti dei canali esistenti, per verificare l'idoneità strutturale e predisporre le eventuali opere di bonifica o di ricostruzione;
5. Verifica dell'attraversamento del canale "Ferro di cavallo" al di sotto della LINEA 6.2 a doppio binario in Viale Galatea **(TRATTA "E")**;
6. Muro di contenimento per la realizzazione del prolungamento della LINEA 4.1 a singolo binario lungo lo svincolo di Via Ernesto Basile per accedere in Viale della Reg. Siciliana da est a nord **(TRATTA "C")**;
7. Deposito per vetture tranviarie da realizzare nell'area di pertinenza della tratta denominata "E", ubicata in Viale dell'Olimpo, angolo Viale Sandro Pertini; la previsione di capienza di circa 40 vetture discerne dal fatto che i due depositi cittadini esistenti non sono in grado di contenere il parco attuale, le nuove vetture da acquistare per le attuali tratte, le future vetture per le tratte in ampliamento (vedi paragrafo 3.2.2)
8. Sovrapassi pedonali nei tratti a rischio di attraversamento, quali ad esempio tra Corso Calatafimi e lo svincolo di Via Ernesto Basile **(TRATTA "C")**, zona del Velodromo, ecc…

****

Per le opere strutturali, nel dettaglio, sono state individuate le seguenti possibili soluzioni.

Intervento strutturale tipo 1)

In sede di previsione progettuale, in corrispondenza di Via Gustavo Roccella **(TRATTA "C")** è previsto che la linea 3 a unico binario proveniente dalla corsia laterale di Viale Regione Siciliana in direzione Nord verso SUD (oggi completa fino a Corso Calatafimi) compia una sorta di inversione ad U per prendere la direzione opposta da SUD verso NORD lungo la Via Lussorio Cau, prosecuzione di Via San Raffaele Arcangelo. Occorre pertanto attraversare le due carreggiate di Viale Regione Siciliana e le due corsie laterali che occupano uno spazio superiore a 50 m e, a tale scopo è indispensabile prevedere un cavalcavia e, conseguentemente due rampe, una in salita nella corsia laterale OVEST e una in discesa lungo la Via Lussorio Cau.

IMMAGINE SATELLITARE della zona sede dell'intervento TIPO 1

Il viadotto che attraverserà Viale Regione Siciliana dovrà rispettare, oltre ai requisiti normativi in tema strutturale, tutte le norme che regolano il codice della strada. Particolare attenzione è dedicata anche alle pendenze delle rampe e ai raggi di curvatura.

Riguardo alla rampa lato OVEST in direzione CT, si prevede di realizzarla, come per la tratta a raso, nella parte sinistra della corsia laterale; rispettando le minime pendenze (5%) è possibile che essa abbia inizio oltre il cancello di pertinenza della casa circondariale Pagliarelli. La struttura potrà essere realizzata per un breve tratto con 2 muri paralleli con estradosso che segue l'inclinazione dettata dalla pendenza scelta, posti a distanza tale da potere realizzare la singola rotaia (max 5,00 m). Giunti a 3,00 m circa di altezza sarà preferibile prevedere una struttura con impalcati in c.a.p. o in acciaio su piloni o setti in c.a. con luci di 15/20 m. Giunti alla quota prescelta, rispettando un raggio di curvatura di almeno 18 m (preferibile 20 m), si realizzerà la struttura di attraversamento delle due carreggiate di Viale Regione Siciliana con due impalcati di luce pari a circa 15 m e pilone di sostegno in corrispondenza dell'aiuola spartitraffico di larghezza pari a circa 3,50 m.

Strutturalmente sembra opportuno realizzare in questo tratto di circa 30 m un'opera in acciaio ad arco portante, simile a quella degli attraversamenti pedonali per dare uniformità di carattere al sistema.

La prosecuzione in sopraelevata lungo Via Gustavo Roccella si rende necessaria non essendo il tratto fino a Via Lussorio Cau di lunghezza tale da consentire la realizzazione della rampa di discesa con congrua pendenza.

Per tale tratto di viadotto si ritiene preferibile adottare la tipologia prescelta per la 2^ parte della rampa in salita prima descritta lungo la corsia laterale della circonvallazione.

All'incrocio con le vie Lussorio Cau e San Raffaele Arcangelo, rispettando sempre un raggio di curvatura di almeno 18 m, si realizzerà la struttura di attraversamento dell'incrocio viario per il quale, come si descriverà nel seguito parlando dell'intervento tipo 2, sarà utilizzata l'aiuola della prevista sottostante rotatoria per costruire l'elemento di sostegno dei due impalcati in curva. Realizzata la suddetta curva, immesso il viadotto in Via Via Lussorio Cau per la direzione di marcia verso NORD, potrà iniziarsi la realizzazione della rampa di discesa ricorrendo alle stesse tecniche costruttive scelte per la rampa di salita.

IPOTESI ALTERNATIVA

Un'ipotesi alternativa consiste nel realizzare la rampa di discesa del cavalcavia sul Viale della Regione Siciliana in Via Gustavo Roccella lato sud. Si è constatato infatti che, non volendo superare la pendenza minima del 5%, occorre prevedere una rampa di lunghezza pari ad almeno 150 m. In tal modo il tram riguadagnerebbe la quota a raso circa 20 m prima del ponticello sul canale Boccadifalco. Occorrerà pertanto operare, in ogni modo, il previsto allargamento della Via Roccella negli ultimi 50 m e ricostruire l'attraversamento del canale BOCCADIFALCO come si illustrerà nel seguito.

Per la rampa è ipotizzabile la stessa tipologia costruttiva descritta per quella di salita.

Tale soluzione alternativa lascia invariata la previsione dello svincolo a raso con rotatoria; la differenza consiste nel fatto che in questa seconda ipotesi il tram viaggerebbe alla stessa quota delle autovetture già da tale punto, il che implica un'ulteriore interferenza da risolvere con l'attraversamento dei binari in curva all'interno della rotatoria e un sistema semaforico più complesso.

Nella fase di progettazione preliminare si eseguiranno gli approfondimenti necessari per giungere alla scelta ottimale.

IMMAGINI DI VIADOTTI IN ACCIAIO TIPOLOGICAMENTE ADATTABILI A QUELLO PREVISTO PER L'ATTRAVERSAMENTO DI VIALE REG. SICILIANA IN CORRISPONDENZA DI VIA GUSTAVO ROCCELLA OVE IL VIADOTTO PROSEGUE FINO ALL'INTERSEZIONE CON VIA LUSSORIO CAU E VIA SAN RAFFAELE ARCANGELO

IMMAGINE DI UN VIADOTTO TRADIZIONALE IN C.A.P. TIPOLOGICAMENTE ADATTABILE A QUELLO PREVISTO NELLA ZONA DI VIA GUSTAVO ROCCELLA

Intervento strutturale tipo 2)

Si è ipotizzata la ricostruzione dell'attraversamento del canale BOCCADIFALCO **(TRATTA "C")** al di sotto della linea tranviaria a unico binario in Via Gustavo Roccella in sopraelevata, al fine di allargare l'ultimo tratto di Via Roccella che circa 33 m prima dell'incrocio con Via Raffaele Arcangelo ha attualmente una larghezza variabile da circa 6 m a 9 m, a fronte dei ricorrenti 18 m.

L'allargamento consentirà la realizzazione delle strutture portanti del viadotto tranviario in un punto, peraltro, ove è prevista la curva per l'immissione in Via Lussorio Cau.

A raso, per regolarizzare il traffico automobilistico nel punto di confluenza delle 4 strade, è ipotizzata la realizzazione di una rotatoria al di sopra della quale il viadotto tranviario è in curva. All'interno dell'area interna alla suddetta rotatoria potrà essere collocato uno dei piloni della tratta in sopraelevata.

IMMAGINE SATELLITARE della zona sede dell'intervento TIPO 2

Tornando al ponticello in oggetto, in relazione alla luce massima dell'impalcato di circa 10 m, la struttura potrà essere realizzata in c.a. del tipo scatolare con fondo e pareti gettate in opera e soletta carrabile con travetti prefabbricati accostati in c.a.p. tipo 13/14 cm e getto di completamento in c.a..

Lo sviluppo potrà contenersi nell'ordine dei 22-24 m.

Riguardo ai materiali, in particolare per il calcestruzzo, la classe di resistenza non dovrebbe essere assunta inferiore a Rck 28/35 N/mm^2 (tab. 4.1.1 - cap. 4.1 delle NTC).

La classe di esposizione andrà commisurata alle condizioni ambientali per garantire durabilità all'opera, con particolare riferimento alla presenza di acqua e alle condizioni bagnato/asciutto.

La classe di consistenza andrà relazionata anche al necessario grado di lavorazione richiesto.

Il copriferro (Cap. C.4.1.6.1.3 - TAB. C 4.1.IV) va commisurato alla vita nominale dell'opera (Tabella 2.4.I delle NTC) e all'ambiente di riferimento.

Riguardo alla stabilità delle fondazioni, prescindendo dalla necessità di una puntuale conoscenza delle caratteristiche geologiche dei terreni di sedime, la soluzione scatolare, che prevede una platea di base che collega le due spalle del ponticello, garantisce solidità al sistema e basse sollecitazioni unitarie trasmesse al terreno.

Inoltre, interessando il ponticello l'attraversamento di un corso d'acqua, il progetto dovrà comprendere uno studio di ***Compatibilità idraulica*** corredato da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento della relazione e delle indagini vanno commisurati all'importanza del problema.

Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Per la realizzazione delle spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni dell'alveo e alla protezione delle fondazioni.

La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni.

Il franco di sottotrave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sottotrave dovranno essere assunte tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena.

Intervento strutturale tipo 3)

Si tratta del manufatto tipo per il contenimento dei sottoservizi ove dovesse verificarsi una intersezione di tipo ortogonale alla direzione dei binari del TRAM.

In questo caso e per tutte le tratte, la soluzione da adottare è molto simile a quella sopra esposta per l'attraversamento del canale, con la differenza di una luce di impalcato di gran lunga minore in relazione al numero di sottoservizi da contenere.

La larghezza andrà commisurata alla tipologia della tratta tranviaria nel punto di intersezione: nel caso di tratta a singolo binario potrà essere sufficiente uno scatolare di sviluppo pari a 5-6 m; nel caso di tratta a doppio binario dovrà realizzarsi uno scatolare di sviluppo pari a circa 10 m.

Intervento strutturale tipo 4)

Una serie di ispezioni eseguite anche dall'Ufficio comunale di protezione civile sulle strutture degli impalcati di attraversamento dei canali tombati della città, mostrano allarmanti situazioni di degrado delle parti in c.a. determinate dall'elevato grado di ossidazione delle armature metalliche con conseguenti gravi espulsioni del cls di ricoprimento e perdita potenziale della capacità portante delle strutture.

Si ritiene indispensabile nelle tratte interessate da tali attraversamenti prevedere indagini ancora più precise e, se dovessero riscontrarsi fenomeni di ammaloramento come quelli già visti, fare ricorso a seri provvedimenti di consolidamento o, per situazione estreme prevedere la ricostruzione degli impalcati facendo ricorso alle nuove tecnologie costruttive idonee per gli ambienti spesso notevolmente aggressivi di tali corsi d'acqua sotterranei.

Particolare attenzione dovrà essere posta in tutte le zone di intersezione delle nuove tratte con i canali della parte storica della Città (es.: Kemonia e Papireto) i quali presentano, spesso, le solette/volte di copertura subito al di sotto della pavimentazione stradale e che, pertanto, potrebbero comportare la ricostituzione della struttura orizzontale e delle spalle di appoggio, nonchè l'ispezione delle fasce limitrofe.

Intervento strutturale tipo 5)

Verifica dell'attraversamento del canale "Ferro di cavallo" al di sotto della linea tranviaria a singolo binario in Viale Galatea **(TRATTA "E")** circa all'incrocio con Via MISENO.

Si ritiene indispensabile, sebbene l'opera esista e da parecchi anni assolva alla sua funzione, di verificare la documentazione tecnica e lo stato di conservazione per eventualmente includerla tra le tipologia di intervento tipo 4.

IMMAGINE SATELLITARE della zona sede dell'intervento TIPO 5

Intervento strutturale tipo 6)

Muro di contenimento per la realizzazione del prolungamento dell'attuale linea tranviaria a singolo binario lungo lo svincolo di Via Ernesto Basile per accedere in Viale della Regione Siciliana da est a nord **(TRATTA "C")**.

Il gruppo di lavoro ha ritenuto, non volendo restringere la rampa in curva dello svincolo di cui sopra, di sfruttare lo spazio esistente tra il marciapiede che costeggia lo svincolo e l'area di competenza del limitrofa attività commerciale.

Il muro da costruire dovrebbe avere un'altezza variabile da 5,00 m a 2,00 m ed uno sviluppo di circa 80 m.

Strutturalmente è realizzabile in c.a. in opera con sagoma ad L per essere realizzato interamente al di fuori di aree suscettibili di espropriazione.

IPOTESI ALTERNATIVA

Un'ipotesi alternativa consiste nel mantenimento di una parte di rilevato esaltandone le caratteristiche portanti, realizzando quindi un muro di sottoscarpa di minore altezza, ma di analoghe caratteristiche strutturali rispetto a quello sopra citato.

Nella fase di progettazione preliminare si eseguiranno gli approfondimenti necessari per giungere alla scelta ottimale.

IMMAGINE SATELLITARE della zona sede dell'intervento TIPO 6

Intervento strutturale tipo 7)

Deposito per vetture tranviarie da realizzare nell'area di pertinenza della **TRATTA "E"**, ubicata in Viale dell'Olimpo, angolo Viale Sandro Pertini. Il deposito da costruire dovrebbe avere un'altezza utile di circa 10 m e dimensioni in pianta compatibili con la tipologia di vetture da ricoverare e contenere gli spazi accessori per il personale addetto ai lavori, l'officina e quanto altro necessario al buon funzionamento dell'impianto.

La struttura in elevazione si presta a svariate soluzioni: c.a. in opera, prefabbricata in c.a.p., in acciaio, mista c.a. e acciaio, mista c.a. e legno lamellare.

È sicuramente più importante che il progetto architettonico abbia una sua valenza in termini di esteticità, senza che ne venga inficiata la funzionalità; la tipologia strutturale dovrà costituire pertanto un valore aggiunto all'idea progettuale di base per ottenere un manufatto che contribuisca a valorizzare l'identità dei mezzi tecnologici che ospita affinchè, anche il contesto urbano, possa trarre beneficio dall'architettura (industriale in questo caso) e non solamente degenerazione estetica.

Tornando al mero problema strutturale, a prescindere dalla tipologia del manufatto che determinerà, in relazione alle luci più o meno ardite, le concentrazioni di carico in fondazione, queste, in relazione anche alle condizioni geologiche del piano di sedime, potranno essere realizzate, preferibilmente in c.a. gettate in opera, o a travi rovesce o a plinti collegati da travi pastoia.

Nell'area dovranno trovare ubicazione anche gli spazi da adibire a parcheggio per il personale.

IMMAGINE SATELLITARE della zona sede dell'intervento TIPO 7

Intervento strutturale tipo 8)

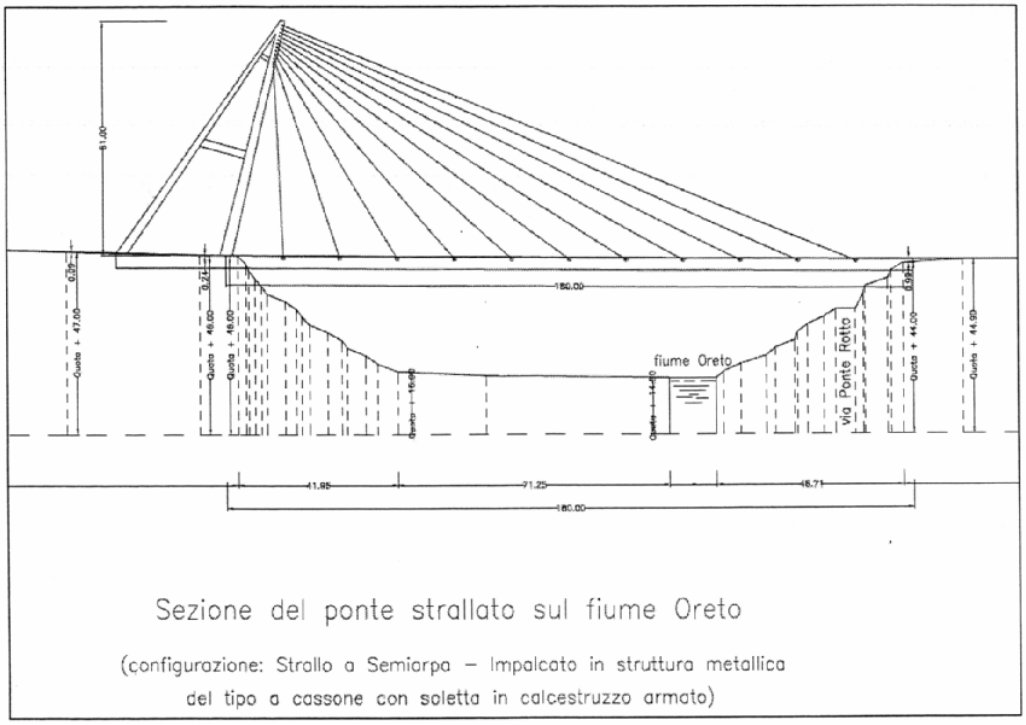
Si tratta dei **sovrapassi pedonali da prevedere nei tratti di maggiore criticità come certamente è il tratto compreso tra Corso Calatafimi e lo svincolo di Via Ernesto** Basile della **TRATTA "C"**, necessario per gli stessi motivi che hanno comportato la realizzazione delle precedenti analoghe strutture in altri tratti della circonvallazione. Si ritiene che tale sovrapasso debba essere realizzato identico a quelli già realizzati dal punto di vista sia architettonico, che strutturale.

I necessari sovrapassi lungo altre tratte critiche, come ad esempio nella zona del Velodromo, potranno avere caratteri estetici diversi, mai perdendo di vista il rispetto per l'ambiente e l'ottica dell'Architettura come cardine per la riqualificazione urbana.

PASSERELLA PEDONALE REALIZZATA LUNGO LA CIRCONVALLAZIONE DI PALERMO

Intervento relativo all'attraversamento del fiume Oreto

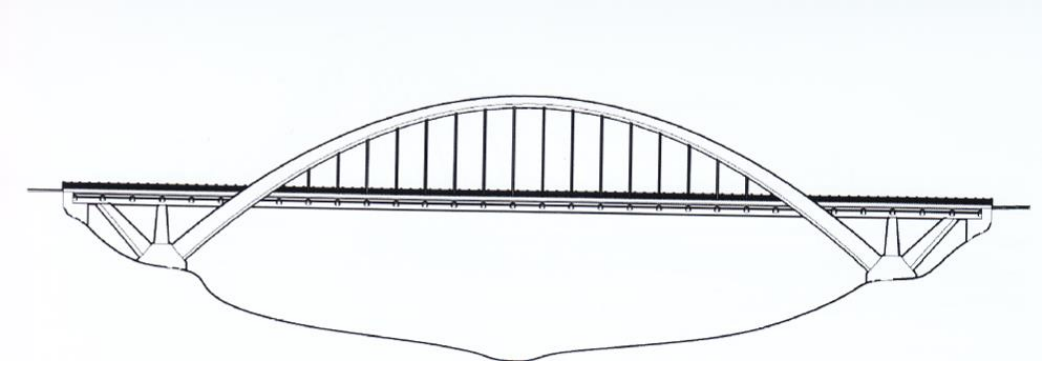
Come detto, è previsto lungo la **TRATTA "D"** nel prolungamento della linea 3, al termine della Via Parlavecchio, l'**attraversamento del fiume Oreto** per realizzare il collegamento viario e tranviario con Via Villagrazia, la cui previsione risulta già inserita nel programma triennale delle OO.PP. dell'anno 2015/2017 (Delibera di C.C. n. 440 del 17.11.2015) con riferimento allo studio di fattibilità redatto dall'Ufficio Infrastrutture. Per i dettagli si rinvia pertanto a tale Studio ove è previsto lo schema strutturale sotto rappresentato.



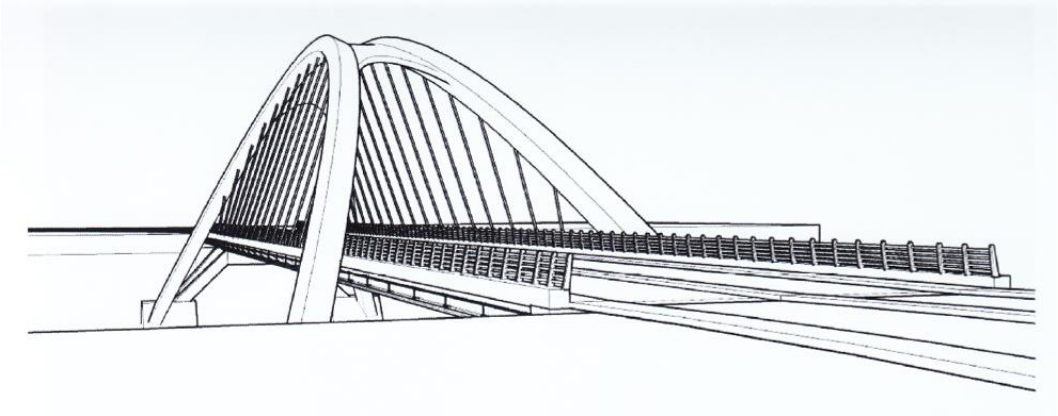
SEZIONE RELATIVA AL PONTE SUL FIUME ORETO LUNGO LA TRATTA "D"
NEL PROLUNGAMENTO DELLA LINEA 3, AL TERMINE DELLA VIA PARLAVECCHIO
COME IPOTIZZATO NELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ REDATTO DALL'UFFICIO INFRASTRUTTURE

In merito, il RUP, sentito il gruppo di lavoro del presente studio di fattibilità per l'ampliamento tranviario, con nota via email del 09.03.2016 ha posto al suddetto Ufficio Infrastrutture un quesito riguardo alla possibilità di prevedere nello Studio di Fattibilità la prescrizione dell'allargamento della sezione per ottenere 2 carreggiate a 2 corsie per autoveicoli, oltre allo spazio centrale per il TRAM, e garantire che il ponte possa costituire anche via di esodo in caso di calamità naturali. L'Ufficio Infrastrutture ha risposto con email del 13.05.2016, esprimendosi favorevolmente riguardo alla fattibilità dell'allargamento richiesto, dichiarando che la criticità per questo tipo di ponti (strallato) risiede nella relativamente modesta rigidezza torsionale dell'impalcato e che pertanto l'aumento della sezione stradale potrebbe contribuire positivamente. Ritiene quindi l'Uff. Infrastrutture *che ove possibile si possa prevedere un allargamento limitato utilizzando per l'eventuale corsia suppletiva, che da quanto è dato sapere sarebbe utilizzata solo in occasioni di eventi di protezione civile, anche la zona destinata a pista ciclabile al fine di contenere il più possibile la dimensione trasversale dell'impalcato. Ove non fosse possibile si procederà ad aumentare lo spessore dell'impalcato.*

Si ritiene comunque utile rappresentare un'**ipotesi alternativa** alla tipologia di ponte sopra proposta che consiste in una **struttura ad arco**, come quella riportata nelle immagini sottostanti desunte dalla Tesi di Laurea di Giuseppe Albanese e Maria Crimaudo "*Un ponte sul fiume Oreto a Palermo come elemento di una nuova via di fuga nell'ambito di protezione civile*" svolta nel 2013 presso l'Università degli Studi di Palermo (DICAM) con Relatore il Prof. Ing. Marcello Arici.



VISTA LONGITUDINALE DEL PONTE SUL FIUME ORETO LUNGO LA TRATTA "D" NEL PROLUNGAMENTO DELLA LINEA 3, AL TERMINE DELLA VIA PARLAVECCHIO (IPOTESI ALTERNATIVA)



VISTA PROSPETTICA DEL PONTE SUL FIUME ORETO LUNGO LA TRATTA "D" NEL PROLUNGAMENTO DELLA LINEA 3, AL TERMINE DELLA VIA PARLAVECCHIO (IPOTESI ALTERNATIVA)

Nella fase di progettazione preliminare si eseguiranno gli approfondimenti necessari per giungere alla scelta ottimale, valutando opportunamente anche le indicazioni che potranno in merito provenire dal *dibattito pubblico* che si intende avviare sull'opera, come descritto nel paragrafo 2.4.

Le strutture portanti delle opere trattate in questo paragrafo dovranno rispondere ai requisiti di cui alle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" (DECRETO DEL MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 14 GENNAIO 2008". (Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n. 29, Supplemento ordinario n. 30) e alla Circolare N°617/C.S.LL.PP del 02 FEBBRAIO 2009) con particolare riguardo a quanto specificato al punto 5. "PONTI", argomento peculiare, al punto 6. "Progettazione geotecnica" per la previsione di adeguate fondazioni e per la salvaguardia delle opere attigue alle strutture esistenti, e al punto 11. "Materiali e prodotti per uso strutturale" al fine di garantire la necessaria sicurezza e durabilità dell'opera.

Particolare attenzione andrà posta riguardo alle prescrizioni relative alle azioni del vento (5.1.3.7) e sismiche (5.1.3.3).

CENNI GEOTECNICI per le scelte fondali

Da quanto emerge dalle annotazioni geologiche di cui al capitolo dedicato, non dovrebbero sorgere problematiche importanti per alcuna opera strutturale sopra descritta.

Infatti i terreni appaiono tutti idonei per la previsione di opere fondali del tipo diretto: platee e grossi plinti, senza che occorra ricorrere a fondazioni indirette di tipo a pali.

Ove strati di terreno di buona portanza (tipo calcareniti) dovessero risultare meno superficiali a causa della presenza di strati di riporto o altro, potrà farsi ricorso a sottofondazioni di tipo ciclopico.

Riguardo alle **azioni sismiche** da porre a base dei calcoli strutturali, si rende necessario, ai sensi delle nuove normative, valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

Come si rileva nel capitolo che tratta gli aspetti geologici, sussiste la possibilità di riscontrare terreni classificabili, ai sensi del punto 3.2.2 del D.M 14/01/2008 - Tab. 3.2.II, di tipo **B**, ai quali corrispondono valori **dell'amplificazione stratigrafica S_S e conseguentemente dell'accelerazione spettrale S**, più contenuti rispetto quelli relativi ad altre categorie di sottosuolo (C, D, E).

USO DI TECNOLOGIE SPECIFICHE APPLICATE AI CALCESTRUZZI e ALLE CARPENTERIE METALLICHE

In lavori similari a quelli in argomento, è emersa, in fase di realizzazione la necessità di accelerare la posa in opera delle massicciate tranviarie in quanto risultava oneroso in termini di tempo montare le armature metalliche su tratte di una certa lunghezza.

Le armature metalliche, inoltre, costituivano interferenza nelle zone degli scambi e similari.

L'inconveniente può essere risolto utilizzando appositi additivi costituiti da fibre di particolare natura e consistenza, esistenti in commercio, che conferiscono al calcestruzzo elasticità e proprietà meccaniche importanti.

Attenzione particolare va posta nella ricerca delle più avanzate tecniche per il montaggio dei binari. Interessante ci sembra il sistema di binario isolato su appoggio continuo con elasticità omogenea senza

fissaggio meccanico. Il rivestimento elastico delle rotaie consiste in profili realizzati in un elastomero granulare sinterizzato ad alta densità, incastrato nella piastra di calcestruzzo superiore del binario, fino uno spessore libero di 100 mm sotto il Piano del Ferro per la posa del rivestimento. Tale sistema garantisce la tenuta geometrica e meccanica della via (posizione e scartamento) senza sistemi di fissagio. Con il sistema a "rotaie rivestite", si provvede, mediante portalini metallici, al fissaggio ed alla calibrazione dei binari. L'allineamento del binario in orizzontale e verticale lungo gli assi X,Y,Z, viene realizzato prima di effettuare il getto di calcestruzzo nei vari strati. Lo strato finale di rivestimento può essere scelto in funzione delle esigenze architettoniche del contesto.

CONTENIMENTO DELLE VIBRAZIONI E DELLE CORRENTI VAGANTI

Nei tratti con ristretta sezione stradale e conseguente vicinanza degli edifici al tracciato si rende necessaria una particolare sensibilità nell'approccio progettuale.

Pertanto, come avviene ormai in tutte le realizzazioni di trasporto pubblico di massa su rotaia, le vibrazioni propagate attraverso l'aria, il suolo e le strutture devono essere mitigate per ridurre il disturbo che si arreca sugli edifici limitrofi.

Vibrazioni

La principale componente delle vibrazioni si trasmette attraverso il suolo mentre i rumori aerei che si propagano attraverso l'aria dipendono dal materiale rotabile e dalla finitura della superficie della sede.

La fonte delle vibrazioni è il risultato dell'interazione delle ruote con la rotaia e la loro trasmissione dipende da molti fattori quali, ad esempio:

- il tipo di fissaggio della rotaia alla sua sede;
- la piastra di appoggio della rotaia;
- i materassini antivibranti sotto il getto di calcestruzzo;
- eventuali cavità o i differenti gradi di compattazione del terreno di sedime;
- eventuali accorgimenti per lo smorzamento delle vibrazioni nelle opere civili;
- edifici con disposizioni antivibranti.

Le vibrazioni provenienti dal suolo, alla base di edifici sensibili, non dovrebbero superare i limiti fissati che vengono spesso normati mediante zonizzazioni specifiche. Tali valori dipenderanno dalla funzione dell'edificio e dalla sua distanza rispetto al binario.

Nei casi in cui tali valori dovessero superare i succitati limiti, a causa della sollecitazione creata dalla circolazione dei veicoli della linea tranviaria, si potrà installare un materassino di smorzamento, ove necessario, per ridurre fino a livelli accettabili le vibrazioni trasmesse dalle vetture.

Correnti vaganti

Oltre all'attenuazione delle vibrazioni ad un moderno sistema di armamento oggi è anche richiesta la protezione dalle correnti vaganti.

Relativamente all'isolamento elettrico delle rotaie utilizzate sia come mezzo di trasmissione dei segnali che di alimentazione di potenza risulta determinante evitare qualsiasi contatto con elementi di elevata conducibilità elettrica quali essenzialmente i metalli.

Come noto infatti nei sistemi ferrotranviari in cui le rotaie di corsa assolvano anche la funzione di conduttore di ritorno, le correnti disperse rappresentano un problema difficilmente eliminabile con potenziale corrosione degli impianti stessi nonchè delle strutture metalliche presenti in modo diffuso nel sottosuolo delle aree urbane.

3.2.4 VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLE AREE DA ESPROPRIARE E RELATIVI ONERI

Sulla base delle indicazioni contenute negli elaborati grafici facenti parte dello studio di fattibilità sono stati identificati i percorsi relativi alle varie tratte. Sono stati quindi presi in considerazione i percorsi che interesseranno aree di proprietà privata che, pertanto, saranno oggetto di procedimento espropriativo. Sono stati quindi sommariamente identificate le superfici interessate dalla realizzazione dell'opera pubblica sia tenuto conto delle sezioni tipo ipotizzate che delle previsioni di P.R.G. che delle varie scelte progettuali assunte a base dello studio di fattibilità.

La normativa attualmente vigente in materia di espropriazione per pubblica utilità, il D.P.R. n°327/01, prevede che l'indennità di espropriazione venga rapportata al valore di mercato del bene da espropriare, sia esso area edificabile (articolo 37 così come modificato dalla sentenza della Corte Costituzionale n°348/2007), area non edificabile (articolo 40 così come modificato dalla sentenza della Corte Costituzionale n°181/2011) o manufatto (articolo 38).

Per la quantificazione sommaria delle somme complessivamente necessarie per procedere all'esproprio dei beni interessati si è reso necessario procedere alla identificazione del più probabile valore di mercato attribuibile agli stessi. Trattandosi, come è intuitivo, di aree ubicate in zone diverse della città, dotate di caratteristiche intrinseche ed estrinseche profondamente diverse, si è reso necessario raccogliere ed elaborare elementi e/o dati economici relativi a beni similari a quelli che saranno verosimilmente oggetto di espropriazione.

E' intuitivo che il giudizio di stima può essere espresso con riferimento all'attualità non potendosi ipotizzare con sufficiente attendibilità quale possa essere il futuro andamento del mercato. Tuttavia, considerata l'attuale crisi e staticità del mercato, è verosimile ipotizzare per i prossimi anni una lenta ripresa del mercato con un, anche se modesto, incremento degli attuali valori di mercato.

Nel computo delle aree interessate sono state considerate, oltre a quelle direttamente interessate dalla realizzazione della sede tranviaria, anche quelle che saranno interessate dalla realizzazione delle sottostazioni elettriche. Così come emerso nel corso delle riunioni propedeutiche alla redazione dello studio di fattibilità si è ritenuto necessario considerare anche la realizzazione di un terzo deposito tranviario. I due depositi attualmente realizzati Roccella e Leonardo da Vinci, hanno dimensioni pari, rispettivamente, a circa m^2 30.000 e m^2 13.000. Per quanto riguarda l'ubicazione si è ritenuto opportuno prevedere tale nuova struttura nella zona nord della città, in prossimità della viale dell'Olimpo. La superficie ivi disponibile è pari a circa m^2 19.000, ritenuta idonea allo scopo.

Gli elementi raccolti hanno condotto ad identificare per la zona nord valori compresi tra un minimo di € 60,00/ m^2 ed un massimo di circa € 200,00/ m^2, variabile in relazione alla natura delle aree (edificabile o non edificabile). Per la zona sud-ovest della città i valori di mercato sono stati assunti, all'interno delle predette categorie, compresi tra circa € 50,00/ m^2 ed € 100,00/ m^2.

Tenuto conto di tutte le somme necessarie per l'espropriazione dei beni interessati (indennità di espropriazione, indennità di occupazione preordinata all'espropriazione e/o ai fini di cantiere, maggiorazioni di legge ove applicabili, somme eventualmente dovute per maggiori oneri connessi ad incrementi delle indennità a seguito di stime giudiziali (opposizione alla stima innanzi la Corte di Appello) e non (ricorso alla Commissione Provinciale Espropriazioni o al sub procedimento di qui all'articolo n°21 del D.P.R. 327/01), spese connesse all'espletamento del procedimento espropriativo (notifica, registrazione, trascrizione atti, ecc) si perviene alla quantificazione di una somma complessiva pari a circa € 8.000.000,00.

3.3 LE CARATTERISTICHE GESTIONALI - IPOTESI DI PROGRAMMA DI ESERCIZIO

3.3.1 CONFIGURAZIONE ATTUALE DEL SISTEMA TRAM DELLA CITTÀ DI PALERMO - PROGRAMMA DI ESERCIZIO

Il programma di esercizio delle linee tranviarie è stato inserito nel regolamento d'esercizio del sistema tranviario ai sensi dell'art. 102 del DPR 753/80 e conseguentemente approvato in seno alla Commissione di Agibilità per l'attivazione del sistema di trasporto giusto decreto del Ministero dei Trasporti n. 361/2015.

L'attuale sistema tranviario della Città di Palermo è in funzione con 17 treni distribuiti sulle linee 1, 2, 3 e 4 con modalità vincolate alla frequenza ed ai limiti dell'infrastruttura. Con riguardo a quest'ultimo aspetto, è noto che i tracciati ferroviari che fanno capo rispettivamente alle Officine di Roccella e Leonardo da Vinci, in uno con i suddetti depositi, non sono comunicanti.

Pertanto il vantaggio gestionale più immediato sarebbe costituito dal collegamento tra i due depositi che consente di abbattere il costo del trasporto su gomma dei tram tra le due Officine.

Vale la considerazione che le due Officine hanno utilizzi, almeno da progetto, diversi: l'officina di Roccella è destinata alle manutenzioni più rilevanti quali, ad esempio la tornitura delle ruote.

Nell'ipotesi che l'operazione debba essere fatta **0,5 volta/tram/anno** risulta che tutti i 9 tram attualmente destinati al deposito Leonardo da Vinci debbono essere trasportati a Roccella. Associato ad ogni spostamento il costo conseguenziale indica che il collegamento tra i due depositi produrrebbe un recupero di costi.

Sono inoltre da considerarsi tra i recuperi dei costi la possibilità di ricovero e manutenzione dei nuovi rotabili impegnati sulle nuove linee all'interno delle rimesse di competenze delle due Officine.

3.3.2 DATI TECNICI DI ESERCIZIO COMMERCIALE - COSTI DI ESERCIZIO

Dall'analisi del sistema tranviario nella sua complessità, tenendo conto, quindi, sia delle linee attualmente in esercizio, sia di tutte le tratte in previsione oggetto del presente studio preliminare, ta quanto segue:

a. Distanze chilometriche:

Linea 1 - Roccella - Stazione Centrale - 5,536 km (doppio binario) + 0,552 Km (singolo binario) di collegamento al Deposito Roccella;
Linea 2 - Borgo Nuovo- St. Notarbartolo - 4,942 Km (doppio binario);
Linea 3 - CEP - St. Notarbartolo
tratta A: 1,436 Km (doppio binario)
tratta B: Rotonda via Castellana - Stazione Notarbartolo: 3,8 km (doppio binario);
Linea 4 - St. Notarbartolo - Corso Calatafimi - St. Notarbartolo
tratta A: Notarbartolo Einstein 1,2 km + tratta B di 2,921 km (loop singolo binario).
Distanze di corse a vuoto: Officina Roccella – sfiocco Cap.Roccella = 552 m; Officina LdV - Capolinea L3 =1450 m; Officina LdV – Capolinea L2 =1060 m; Officina LdV – Capolinea Notarbartolo =3940 m.

1° LOTTO FUNZIONALE

TRATTA A (11.5 km A/R) collegherà la Stazione Centrale con il Capo linea De Gasperi attraverso gli assi Roma-Libertà-Croce Rossa.
TRATTA B (1.33 km A/R), prosecuzione delle Linee 2-3-4 collegherà la Stazione Notarbartolo con l'asse Libertà.
TRATTA C (8.18 km A/R), prolungamento dell'esistente linea 4 lungo viale Regione Siciliana sino Stazione Orleans

SUCCESSIVI LOTTI FUNZIONALI

TRATTA D (9.08 km A/R), prolungamento della linea 4 esistente, dalla Stazione Orleans a Bonagia
TRATTA E (20.12 km A/R) , dal capolinea De Gasperi alla località balneare di Mondello
TRATTA F (9.38 km A/R) , da via Duca della Verdura (incrocio Libertà) fino alla Stazione Centrale.
TRATTA G (5.52 km a/r) verso Sferracavallo

b. Frequenze, velocità commerciale e tempo di giro

La Linea 1 "Roccella" :

- n. rotabili = 8
- frequenza di passaggio = 8'
- percorrenza = 27'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 64'
- velocità commerciale = ca. 14 km/h
- n. operatori = 25

La Linea 2 "Borgonuovo-Notarbartolo":

- n. rotabili = 3
- frequenza delle partenze da capolinea = 20'
- frequenza di passaggio tratto promiscuo = 10',
- percorrenza = 25'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 60'
- velocità commerciale = ca. 12 km/h
- n. operatori = 10

La Linea 3 "CEP-Notarbartolo":

- n. rotabili = 3,
- frequenza delle partenze da capolinea = 20'
- frequenza di passaggio = 10 minuti,
- percorrenza = 25'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 60'
- velocità commerciale = ca. 12 km/h
- n. operatori = 10

La Linea 4 "Notarbartolo-Calatafimi-Notarbartolo":

- n. rotabili = 3,
- frequenza di passaggio = 10 minuti,
- percorrenza = 25'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 60'
- velocità commerciale = ca. 12 km/h
- n. operatori = 9

<u>1° LOTTO FUNZIONALE</u>

TRATTA "A" – 11,5 Km "St. Centrale-De Gasperi":

- n. rotabili = 8
- frequenza di passaggio = 8'
- percorrenza = 47'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 57'
- velocità commerciale = ca. 14 km/h

TRATTA "B" 1.33 km "Notarbartolo-Libertà" (tratta connessa con Linee 2-3-4)

- n. rotabili = 3 (1 rotabili in più per ogni linea) ,
- frequenza delle partenze da capolinea = 20' (partenze da BN-CEP-circolare)
- frequenza di passaggio = 6 minuti,
- percorrenza = 6'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 11'
- velocità commerciale = ca. 12 km/h

TRATTA "C" (8.18 km A/R), prolungamento dell'esistente linea 4 lungo viale della Regione Siciliana sino alla Stazione Orleans

- n. rotabili = 6
- frequenza di passaggio = 8'
- percorrenza = 35'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 45'
- velocità commerciale = ca. 14 km/h

SUCCESSIVI LOTTI FUNZIONALI

TRATTA D (9.08 km A/R), prolungamento della linea 4 esistente, dalla Stazione Orleans a Bonagia

- n. rotabili = 7
- frequenza di passaggio = 8'
- percorrenza = 39'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 49'
- velocità commerciale = ca. 14 km/h .

TRATTA E (20.12 km A/R) , dal capolinea De Gasperi alla località balneare di Mondello

- n. rotabili = 10
- frequenza di passaggio = 8'
- percorrenza = 86'
- tempo di sosta per semicorsa = 8'
- tempo di giro = 76'
- velocità commerciale = ca. 20 km/h .

TRATTA F (9.38 km A/R) , da via Duca della Verdura (incrocio Libertà) fino alla Stazione Centrale

- n. rotabili = 6
- frequenza di passaggio = 8'
- percorrenza = 40'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 50'
- velocità commerciale = ca. 14 km/h .

TRATTA G (5.52 km a/r) verso Sferracavallo

- n. rotabili = 4
- frequenza di passaggio = 8'
- percorrenza = 23'
- tempo di sosta per semicorsa = 5'
- tempo di giro = 33'
- velocità commerciale = ca. 14 km/h

Le linee condividono parti del tracciato tranviario.

Le Linea 2 e 3 condividono le tratte comprese tra la rotonda Castellana e l'intersezione con l'asse Libertà, percorso dalla Linea 5 attraverso la Stazione FS Notarbartolo, mentre la linea 4 condivide il tracciato compreso tra Piazza Einstein e l'intersezione con l'asse Libertà, percorso dalla Linea 5 attraverso la Stazione FS Notarbartolo.

Risulta quindi che la tratta compresa tra piazzale Einstein e l'intersezione con l'asse Libertà, percorso dalla Linea 5 attraverso la Stazione FS Notarbartolo risultano avere una frequenza pari a 6,5 min.

Nei costi di gestione dovranno essere considerati gli eventuali aumenti del personale, l'incremento dei costi dell'energia elettrica di trazione, per le scorte, i ricambi, la manutenzione.

Analogamente, dovranno essere previsti gli incrementi dei ricavi, non solo economici, ma anche quelli derivanti dai benefici indiretti quali sono i benefici sociali e ambientali.

3.3.3 ORARIO DI SERVIZIO

Il sistema tram di Palermo realizzerebbe il servizio commerciale senza soluzione di continuità con pieno carico di treni in 240 giorni e realizzerebbe circa 1.5 milioni di chilometri.

Il periodo destinato alle ferie del personale sarebbe distribuito nei mesi di luglio ed agosto in modo da garantire sempre due terzi del carico invernale; il servizio festivo è pari al servizio dei mesi di luglio ed agosto.

L'orario di servizio sarebbe pari a 15 ore (ore 6-21 fasce garantite).

3.4 LE CARATTERISTICHE ECONOMICO-FINANZIARIE

Nel presente ***Studio di Fattibilità*** la stima del costo di realizzazione è stata desunta per similitudine con i costi medi individuati per interventi similari sul territorio nazionale, tra i quali quelli sostenuti nel recente appalto per la realizzazione delle nuove linee tranviarie nella città di Palermo.

I costi applicati nell'attuale studio sono stati aggiornati all'attualità mediante gli indici ISTAT e si è pertanto determinato, a conclusione di tutte le valutazioni, un costo parametrico dei lavori pari a ***€ 7.500.000,00/km*** che tiene conto, oltre che del costo di costruzione, anche della spesa media per lo spostamento dei sottoservizi, per la realizzazione delle nuove sottostazioni elettriche e per la quota parte inerente l'acquisto di nuove vetture TRAM a sistema misto (induzione/catenaria).

Nel Quadro Tecnico Economico, redatto ai sensi dell'art. 16, DPR n° 207 del 2010, sono stati differenziati i relativi costi dei lavori di ogni singola tratta al fine di potere individuare, per linearità, il costo di eventuali lotti singolarmente funzionali.

A tal proposito, si sottolinea la priorità espressa dall'Amministrazione Comunale riguardo alla programmazione di uno stralcio funzionale per realizzare, nell'immediato, le prime tre tratte denominate "A", "B" e "C" utilizzando somme pubbliche in attuazione degli interventi prioritari e strategici per il territorio palermitano come previsto con la stipula del PATTO PER LO SVILUPPO DELLA CITTÀ DI PALERMO tra la Presidenza del Consiglio dei Ministri ed il Sindaco di Palermo.

Per quanto sopra, è stato predisposto anche un QTE relativo alla programmazione del suddetto stralcio funzionale, di importo complessivo pari a circa € 198.872.027,00, che si allega insieme al QTE relativo all'intero intervento.

Nel dettaglio sono stati determinati i seguenti costi.

Il costo complessivo di realizzazione dell'intera opera ammonta ad **€ 657.188.243,00** di cui € 525.186.200,00 per importo totale in appalto (inclusi il costo degli interventi di mitigazione o compensazione per assoggettabilità a VIA e VINCA e gli oneri della sicurezza non soggetti a ribasso), ed € 130.002.043,00 per somme a disposizione dell'Amministrazione.

Il costo complessivo previsto per lo stralcio funzionale relativo alle prime tre tratte (A+B+C) ammonta a **€ 198.872.027,00** di cui € 160.411.350,00 per importo totale in appalto, (inclusi il costo degli interventi di mitigazione o compensazione per assoggettabilità a VIA e VINCA e gli oneri della sicurezza non soggetti a ribasso), ed € 38.460.677,00 per somme a disposizione dell'Amministrazione.

In ambedue i casi, la percentuale per imprevisti ai sensi dell'art. 42 del DPR 207/2010 comma 3/b, tenuto conto della complessità dell'opera è stata calcolata al 5% dell'importo totale in appalto.

Per le spese tecniche relative alla progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento, Direzione dei lavori, contabilità, collaudi, la percentuale è stata determinata con riferimento alle tariffe vigenti per le prestazioni professionali degli ingegneri e degli architetti in relazione all'importo totale in appalto.

Per le spese tecniche per gestione della sicurezza del cantiere la percentuale applicata è dello 0,8% dell'importo totale in appalto.

Per le spese di istruttoria VAS, VIA, VINCA ai sensi e per effetto dell'art. 92 della L.R. 19/2015 è stata prevista la cifra di € 200.000,00 per l'intero intervento.

Per le spese inerenti le espropriazioni ci si è riferiti alle valutazioni contenute nello specifico paragrafo 3.2.5.

Per le spese inerenti indagini geognostiche, di laboratorio geotecnico e sismiche, per l'elaborazione del Progetto preliminare, ci si è riferiti alle valutazioni contenute nello specifico paragrafo 2.3.

L'I.V.A. è stata computata pari al 10% dell'importo totale in appalto e per gli imprevisti, in quanto l'intervento del presente SdF rientra a pieno titolo tra quelli di cui all'art. 31, comma 1, della Legge n. 457/78 (trattandosi di ristrutturazione urbanistica che modificano il tessuto urbano con la costruzione di nuovi elementi), pari al 22% per le spese tecniche, oneri accesso discarica e spese per pubblicità.

Si riportano nel seguito, come detto, il Quadro Tecnico Economico riguardante l'intero intervento di ampliamento delle linee tranviarie e il QTE relativo al possibile stralcio funzionale relativo alle tratte denominate "A", "B" e "C".

AMPLIAMENTO DEL SISTEMA TRANVIARIO
DELLA CITTA' DI PALERMO
Studio di fattibilità
QUADRO ECONOMICO INTERO INTERVENTO

A	***Importo totale appalto***						**€ 525.186.200,00**
A1	LAVORI A MISURA, A CORPO, IN ECONOMIA					€ 515.900.000,00	
	Stima costo chilometrico, comprensivo di:						
	opere d'arte, spostamento sottoservizi, nuove vetture				***€ 7.500.000,00***		
				Costo parziale tratta	Costo progressivo		
	TRATTA "A"	Km A/R circa	11,500	€ 86.250.000,000	€ 86.250.000,000		
	TRATTA "B"	Km A/R circa	1,330	€ 9.975.000,000	€ 96.225.000,000		
	TRATTA "C"	Km A/R circa	8,180	€ 61.350.000,000	€ 157.575.000,000		
	TRATTA "D"	Km A/R circa	9,375	€ 70.312.500,000	€ 227.887.500,000		
	TRATTA "E"	Km A/R circa	20,835	€ 156.262.500,000	€ 384.150.000,000		
	Nuovo deposito in area tratta "E"			€ 20.000.000,000	€ 404.150.000,000		
	TRATTA "F"	Km A/R circa	9,380	€ 70.350.000,000	€ 474.500.000,000		
	TRATTA "G"	Km A/R circa	5,520	€ 41.400.000,000	€ 515.900.000,000		
	Importo complessivo opere				**€ 515.900.000,000**	**€ 515.900.000,00**	
A2	Costo degli interventi di mitigazione o compensazione						
	per assoggettabilità a VIA e VINCA (Interventi di riqualificazione urbana)					**€ 4.127.200,00**	
			PARZIALE OPERE A1+A2			**€ 520.027.200,00**	
A3	Costi della sicurezza a sommare (non soggetti a ribasso) (Specifico 1%)					**€ 5.159.000,00**	
A4	Oneri della sicurezza (4%)			**€ 20.636.000,00**			
			Importo in appalto (A1+A2+A3)			**€ 525.186.200,00**	
B	***Somme a disposizione dell'Amministrazione***						**€ 132.002.043,00**
B1	Imprevisti 5% di A					€ 26.259.310,00	
B2	Acquisizione aree e immobili					€ 8.000.000,00	
B3	Accantonamento art. 133 del Codice (0,10% di A)					€ 525.186,00	
B4	Spese tecniche per la progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento, D.L., contabilità					€ 22.950.636,00	
B5	Incremento del 5% delle spese tecniche di cui al precedente punto B4, per l'apporto progettuale esterno nella fase di progettazione preliminare da parte degli Uffici comunali, attinente alle competenze specialistiche.					€ 1.147.531,00	
B6	Spese tecniche per collaudi in corso d'opera (Strutturale e Tecnico-Amministrativo) e varie di laboratorio					€ 1.575.558,00	
B7	Spese tecniche per gestione della sicurezza del cantiere					€ 4.201.489,00	
B8	Spese tecniche Ufficio Tecnico comunale, suddivise in:						
	B8.1	*Fondo art. 93 comma 7-ter della D.Lgs 163/2006 (RUP+Prog. Preliminare: 30% dell'80% del 2% di A)*			€ 2.520.893,76		
	B8.2	*Beni, strumentazioni e tecnologie art. 93 comma 7-quater della D.Lgs 163/2006 (30% del 20% dell'2% di A)*			€ 630.223,44		
	B8.3	*Assicurazione dipendenti*			€ 150.000,00		
					€ 3.301.117,20	€ 3.301.117,00	
B9	Spese per istruttoria VAS, VIA, VINCA					€ 200.000,00	
B10	Contributo autorità di vigilanza e spese pareri					€ 52.518,00	
B11	Oneri di accesso a discarica					€ 1.500.000,00	
B12	Spese per pubblicità					€ 30.000,00	
B13	Spese per commissioni di gara					€ 100.000,00	
B14	Spese per indagini geognostiche, di laboratorio geotecnico e sismiche, per l'elaborazione del Progetto preliminare					€ 50.000,00	
B15	IVA: 10% su lavori e imprevisti (A + B1)					€ 55.144.551,00	
B16	IVA 22% su: B4 + B5 + B6 + B7 + B9 + B11 + B12 + B14					€ 6.964.147,00	
			Totale somme a disposizione			**€ 132.002.043,00**	
			Totale complessivo				**€ 657.188.243,00**

AMPLIAMENTO DEL SISTEMA TRANVIARIO
DELLA CITTA' DI PALERMO
Studio di fattibilità
QUADRO ECONOMICO - 1° STRALCIO FUNZIONALE (Tratte: "A" + "B" + "C")

A	***Importo totale appalto***						**€ 160.411.350,00**
A1	LAVORI A MISURA, A CORPO, IN ECONOMIA					€ 157.575.000,00	
	Stima costo chilometrico, comprensivo di:						
	opere d'arte, spostamento sottoservizi, nuove vetture				***€ 7.500.000,00***		
				Costo parziale tratta	Costo progressivo		
	TRATTA "A"	Km A/R circa	11,500	€ 86.250.000,000	€ 86.250.000,000		
	TRATTA "B"	Km A/R circa	1,330	€ 9.975.000,000	€ 96.225.000,000		
	TRATTA "C"	Km A/R circa	8,180	€ 61.350.000,000	€ 157.575.000,000		
	TRATTA "D"	Km A/R circa	9,375		€ 157.575.000,000		
	TRATTA "E"	Km A/R circa	20,835		€ 157.575.000,000		
	Nuovo deposito in area tratta "E"						
	TRATTA "F"	Km A/R circa	9,380		€ 157.575.000,000		
	TRATTA "G"	Km A/R circa	5,520		€ 157.575.000,000		
	Importo complessivo opere				**€ 157.575.000,000**	**€ 157.575.000,00**	
A2	Costo degli interventi di mitigazione o compensazione						
	per assoggettabilità a VIA e VINCA (Interventi di riqualificazione urbana)					**€ 1.260.600,00**	
			PARZIALE OPERE A1+A2			**€ 158.835.600,00**	
A3	Costi della sicurezza a sommare (non soggetti a ribasso) (Specifico 1%)					**€ 1.575.750,00**	
A4	Oneri della sicurezza (4%)			**€ 6.303.000,00**			
			Importo in appalto (A1+A2+A3)			**€ 160.411.350,00**	
B	***Somme a disposizione dell'Amministrazione***						**€ 38.460.677,00**
B1	Imprevisti 5% di A					€ 8.020.567,00	
B2	Acquisizione aree e immobili					€ 0,00	
B3	Accantonamento art. 133 del Codice (0,10% di A)					€ 160.411,00	
B4	Spese tecniche per la progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento, D.L., contabilità					€ 7.090.181,00	
B5	Incremento del 5% delle spese tecniche di cui al precedente punto B4, per l'apporto progettuale esterno nella fase di progettazione preliminare da parte degli Uffici comunali, attinente alle competenze specialistiche.					€ 354.509,00	
B6	Spese tecniche per collaudi in corso d'opera (Strutturale e Tecnico-Amministrativo) e varie di laboratorio					€ 529.357,00	
B7	Spese tecniche per gestione della sicurezza del cantiere					€ 1.283.290,00	
B8	Spese tecniche Ufficio Tecnico comunale, suddivise in:						
	B8.1	*Fondo art. 93 comma 7-ter della D.Lgs 163/2006 (RUP+Prog. Preliminare: 30% dell'80% del 2% di A)*			€ 769.974,48		
	B8.2	*Beni, strumentazioni e tecnologie art. 93 comma 7-quater della D.Lgs 163/2006 (30% del 20% dell'2% di A)*			€ 192.493,62		
	B8.3	*Assicurazione dipendenti*			€ 50.000,00		
					€ 1.012.468,10	€ 1.012.468,00	
B9	Spese per istruttoria VAS, VIA, VINCA					€ 100.000,00	
B10	Contributo autorità di vigilanza e spese pareri					€ 16.041,00	
B11	Oneri di accesso a discarica					€ 681.187,00	
B12	Spese per pubblicità					€ 20.000,00	
B13	Spese per commissioni di gara					€ 100.000,00	
B14	Spese per indagini geognostiche, di laboratorio geotecnico e sismiche, per l'elaborazione del Progetto preliminare					€ 30.000,00	
B15	IVA: 10% su lavori e imprevisti (A + B1)					€ 16.843.191,00	
B16	IVA 22% su: B4 + B5 + B6 + B7 + B9 + B11 + B12 + B14					€ 2.219.475,00	
			Totale somme a disposizione			**€ 38.460.677,00**	
			Totale complessivo				**€ 198.872.027,00**

4. ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE RISPETTO ALLA SOLUZIONE REALIZZATIVA INDIVIDUATA

4.1 PREMESSA

Si ritiene utile, prima di descrivere le possibili alternative ai percorsi già individuati, riepilogare, per ogni tratta, le strade interessate dall'ampliamento previsto nel presente studio di fattibilità, riportando la effettiva lunghezza delle tratte.

TRATTA "A": Linea 6 /1- prolungamento della linea 1 esistente per **Km 11,50 (A/R)**, dalla Via Balsamo alla Viale Croce Rossa: *Corso dei Mille (da angolo Via Paolo Balsamo), Via Lincoln, Via Roma, Via Emerico Amari, Piazza Ruggero Settimo, Via Libertà, Piazza Vittorio Veneto, Viale della Croce Rossa, Piazza Giovanni Paolo II.*

TRATTA "B": Linea 5/1 - prolungamento della linea 1 esistente per **Km 1,330 (A/R)**, dalla Stazione FF.SS. Notarbatolo alla Via Duca della Verdura:

Via Notarbartolo (da Piazza Boiardo a Via Libertà).

TRATTA "C": Linea 4/1 – prolungamento della linea 3 esistente per **km 8,180 (A/R)**, secondo l'attuale schema (singolo binario per ogni carreggiata), lungo Viale della Regione Siciliana sino alla Stazione FF.SS. Orleans. Tratta Linea Svincolo Calatafimi, Viale della Regione Siciliana, Via Ernesto Basile, Stazione FF.SS. Orleans:

- *Percorso Andata: - Via Giuseppe Pollaci (tratto finale), Corso Calatafimi, Viale Regione Siciliana Sud-Est (corsia laterale lato monte), Viadotto tranviario da realizzare per attraversare Viale Regione Siciliana e che continua sopra Via Gustavo Roccella, Via Lussorio Cau, Via Ernesto Basile, Via Gaetano Lodato;*
- *Percorso Ritorno: – Via Gaetano Lodato, Via Ernesto Basile, svincolo Basile dopo Centro Commerciale "RICAS", Viale Regione Siciliana Sud-Est (corsia laterale lato valle), Corso Calatafimi (innesto alla Linea 4 del TRAM in esercizio).*

TRATTA "D": Linea 4/2 – prolungamento della linea 3 esistente per **km 9,375 (A/R**), dalla Stazione FF.SS. Orleans a Bonagia. Tratta Linea Stazione FF.SS. Orleans, Via Gaetano Lodato, attraversamento fiume Oreto, Via Villagrazia; Via San Filippo sino a Via del Levriere:

Via Gaetano Lodato, Via Carmelo Lazzaro, Via Ernesto Tricomi, Via Vincenzo Madonia, (strada di collegamento con viadotto sul fiume Oreto sino a via Villagrazia, già inserita nel programma triennale delle OO.PP. dell'anno 2015/2017 - Delibera di C.C. n. 440 del 17.11.2015), Via Villagrazia, Via Sanfilippo, Viale Regione Siciliana (Via Albiri), Viadotto Carlo Perrier, Via del Levriere, Via del Bassotto, Via Papa Giovanni XXIII, Via dell'Ermellino, Via dell'Antilope sino allo slargo tra Via Guido Rossa e Via della Giraffa.

TRATTA "E": Linea 6/2 - prolungamento della linea 1 esistente per **Km 20,835 (A/R)**, dalla Viale Croce Rossa alla località Balneare di Mondello. Tratta Linea Croce Rossa, Viale Strasburgo, Via Lanza di Scalea, Viale dell'Olimpo, Via Mattei sino al parcheggio Galatea:

Piazza Giovanni Paolo II, Via Alcide De Gasperi, Viale Strasburgo, Viale Francia, Viale Strasburgo, Via S. Lorenzo, Via Giuseppe Lanza di Scalea, Piazza Bolivar, Viale dell'Olimpo, Piazza Castelforte, Via Castelforte, Via Enrico Mattei, (prolungamento stradale di Via Enrico Mattei previsto nel PRG per consentire di raggiungere via Galatea), Via Galatea, Via Principe di Scalea, Via Glauco, Viale Regina Elena, Via Anadiomene, Via Principe di Scalea, Via Galatea.

TRATTA "F": Linea 5/2 - prolungamento della linea 1 esistente per **Km 9,380 (A/R)**, dalla Via Duca della Verdura alla Stazione FF.SS. Centrale. Tratta Linea Via Duca della verdura (angolo Via della Libertà), Via F.sco Crispi, Foro Umberto I, Via Lincoln, Via Balsamo:

Via Lincoln angolo Corso dei Mille, Foro Umberto I, Via Cala, Via Francesco Crispi, Via Piano dell'Ucciardone, Piazza Carlo Giachery, Via Duca della Verdura sino alla Via Libertà.

TRATTA "G": BOLIVAR – SFERRACAVALLO (**Km 5,520 (A/R)**:

Piazza Bolivar, Via Rosario Nicoletti, Via E. Palazzotto, Viale Leone.

4.2 ANALISI DELLE SCELTE PROGETTUALI A MODIFICA DELLE PREVISIONI ORIGINARIE

Preliminarmente occorre evidenziare che il presente Studio, riguardo alla localizzazione delle linee, ha operato scelte discendenti dalle tavole P2.1, P2.2 e P2.3 dello Schema di Massima del PRG 2.0 "Palermo 2025", adottato dalla Giunta Comunale con deliberazione n. 163 del 01/10/2015, condividendo gli obiettivi, i contenuti e le azioni dello Schema di Massima del nuovo strumento urbanistico.

Pur tuttavia, in considerazione di oggettivi elementi di criticità riscontrati nel corso dei sopralluoghi effettuati dai tecnici del gruppo di lavoro, sono state apportate una serie di modifiche ai percorsi delle linee tranviarie oggetto dello SdF.

Pertanto si rimanda al confronto tra le scelte operate dallo Schema di Massima e dai nuovi tracciati dello SdF, precisando che si confermano le scelte operate da quest'ultimo, mentre le giaciture indicate dallo schema di massima sono da considerarsi sempre quali alternative alla soluzione realizzativa individuata.

In particolare:

- nella tavola 4 dello SdF, la tratta A anziché proseguire la via Balsamo verso piazza Giulio Cesare, prevede il passaggio da Corso del Mille e via Lincoln, per immettersi in via Roma e mantenere le funzioni di testata dell'esistente terminal tram di via V. Paolo Balsamo, che verrebbe esteso a tutta la carreggiata della stessa via;
- per quanto riguarda la tratta B, si rimanda alla tavola 12, ove sono riportati due schemi alternativi di posizionamento della linea sulla carreggiata, con lo studio delle sezioni in scala 1:200. Attenzione è stata prestata alle soluzioni da adottare per il collegamento della nuova tratta all'esistente terminal tranviario "Notarbartolo" in p. M.M. Boiardo e al collegamento con le tratte "A" ed "F" all'incrocio tra le vie Notarbartolo, Libertà e Duca della Verdura;
- nella tavola 7 dello SdF, la tratta D, anziché percorrere l'intera via Lodato e via Parlavecchio, transita lungo le vie Lazzaro e Tricomi. La soluzione prescelta risolve criticità che emergerebbero dal transito sulla via Lodato per via dell'esigua sezione stradale e della difficoltà di svolta sulla via Parlavecchio e consente una migliore fruizione della zona ospedaliera in relazione ai suoi accessi e del contesto edilizio prospiciente il contesto ospedaliero (Policivico) lungo le vie Lazzaro/Tricomi. Inoltre nel quartiere di Bonagia si è ritenuto di passare all'interno dell'abitato (lungo l'itinerario via del Bassotto, via Papa Giovanni XXIII, via dell'Ermellino, via dell'Antilope), piuttosto che sulla viabilità perimetrale (via del Levriere e via dell'Antilope), al fine di meglio servire l'utenza.

Conseguenza dell'approvazione del presente studio di fattibilità sarà la proposta emendativa della Delibera di approvazione dello schema di massima della variante generale di PRG oggi in istruttoria presso il Consiglio Comunale.

4.3 ANALISI DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE RISPETTO ALLA SOLUZIONE REALIZZATIVA INDIVIDUATA

Le attività di analisi e di progetto curate dal gruppo di lavoro sono state orientate in maniera mirata e puntuale all'individuazione di scelte progettuali - correlate con le caratteristiche tecnologiche delle tratte tranviarie e con la localizzazione delle stesse nel tessuto urbano - atte a offrire le migliori soluzioni possibili per l'infrastruttura tranviaria oggetto dello SdF.

Durante la fase di redazione del presente studio di fattibilità sono pervenute puntuali osservazioni e suggerimenti da parte di Uffici dell'Amministrazione, del Capo Area Tecnica, del RUP, di Organi Istituzionali (6^ Commissione Consiliare Urbanistica e Lavori Pubblici), oltre che da cittadini singoli o riuniti in associazioni. Tra questi hanno assunto, per la particolare rilevanza e per l'analisi puntuale, le indicazioni del gruppo "MOBILITA PALERMO".

I contributi pervenuti sono stati valutati e, ove ritenuti compatibili, sono stati acquisiti e fatti propri nello studio.

5. VERIFICA DELLA POSSIBILITÀ DI REALIZZAZIONE MEDIANTE I CONTRATTI DI PARTENARIATO PUBBLICO PRIVATO DI CUI ALL'ART.3, COMMA 15-TER, DEL CODICE

Riguardo alla linea di indirizzo dell'Amministrazione Comunale rispetto alla possibilità di realizzazione mediante i contratti di partenariato pubblico-privato di cui all'articolo 3, comma 15-ter del codice, è stato ribadito, nel corso delle riunioni del gruppo di lavoro, che l'A.C. intende avvalersi prioritariamente di capitale pubblico, in forza del previsto e mirato finanziamento di circa € 200.000.000,00 di cui si è accennato in premessa a proposito del "PATTO PER LA CITTÀ DI PALERMO" stipulato pubblicamente in data 30 aprile 2016 tra il Presidente del Consiglio dei Ministri e il Sindaco Leoluca Orlando.

I contenuti del presente paragrafo, che possono essere significativamente influenzati dalle osservazioni e proposte del *dibattito pubblico* che si intende avviare sull'opera, come descritto nel paragrafo 2.4, saranno oggetto di redazione in sede di stesura definitiva.

6. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE E DELLA COMPATIBILITÀ PAESAGGISTICA DELL'INTERVENTO

6.1 REQUISITI DELL'OPERA DA PROGETTARE

Dal punto di vista dell'analisi di fattibilità volta a verificare le condizioni di sostenibilità ambientale e di compatibilità paesaggistica dell'infrastruttura tranviaria in argomento, è coerente e opportuno riferirsi, per quanto attiene ai requisiti, non solo alle già descritte caratteristiche tipologiche, strutturali e funzionali ma anche e soprattutto alle azioni prodotte dall'infrastruttura capaci di generare impatti e che attengono alla sua presunta vita utile, dal cantiere (e dalle eventuali azioni da porre in essere anche in una fase immediatamente ex ante al cantiere) fino alla sua eventuale dismissione.

L'infrastruttura, che è stata descritta e analizzata nei precedenti capitoli relativi al quadro di riferimento tecnico-funzionale, contempla la realizzazione delle seguenti nuove tratte:

- TRATTA "A": Linea 6 /1- prolungamento della linea 1 esistente per Km 11,500 (A/R), dalla Via Balsamo alla Viale Croce Rossa. Tratta Linea Balsamo (Stazione Centrale), Via Roma, Via E. Amari, Via Libertà, Viale Croce Rossa - (PRIORITÀ 1);
- TRATTA "B": Linea 5/1 - prolungamento della linea 1 esistente per Km 1,330 (A/R), dalla Stazione FF.SS. Notarbartolo alla Via Duca della Verdura. Tratta Linea Stazione FF.SS. Notarbartolo, Via Notarbatolo sino a Via Duca della Verdura (angolo Via della Libertà) - (PRIORITÀ 2);
- TRATTA "C": Linea 4/1 – prolungamento della linea 3 esistente per km 8,180 (A/R), secondo l'attuale schema (singolo binario per ogni carreggiata), lungo Viale della Regione Siciliana sino alla Stazione FF.SS. Orleans. Tratta Linea Svincolo Calatafimi, Viale della Regione Siciliana, Via Ernesto Basile, Stazione FF.SS. Orleans - (PRIORITÀ 3);
- TRATTA "D": Linea 4/2 – prolungamento della linea 3 esistente per km 9,375 (A/R), secondo l'attuale schema (singolo binario per ogni carreggiata), dalla Stazione FF.SS. Orleans a Bonagia. Tratta Linea Stazione FF.SS. Orleans, Via Gaetano Lodato, attraversamento fiume Oreto, Via Villagrazia; Via San Filippo sino a Via del Levriere - (PRIORITÀ 4);
- TRATTA "E": Linea 6/2 - prolungamento della linea 1 esistente per Km 20,835 (A/R), dalla Via Croce Rossa alla località Balneare di Mondello. Tratta Linea Croce Rossa, Viale Strasburgo, Via Lanza di Scalea, Viale dell'Olimpo, Via Mattei sino al parcheggio Galatea - (PRIORITÀ 5);
- TRATTA "F": Linea 5/2 - prolungamento della linea 1 esistente per Km 9,380 (A/R), dalla Via Duca della Verdura alla Stazione FF.SS. Centrale. Tratta Linea Via Duca della verdura (angolo Via della Libertà), Via F.sco Crispi, Foro Umberto I, Via Lincoln, Via Balsamo - (PRIORITÀ 6).

Si evidenzia ancora una volta che durante lo svolgimento dello studio si è ritenuto di individuare un'ulteriore tratta – la "G" all'inizio non programmata e a servizio della borgata di Sferracavallo, di sviluppo pari a circa 5,52 Km, e che si è anche ritenuto di innestare alla tratta "E" (Linea 6.2 Croce Rossa – Galatea) il collegamento, andata e ritorno, con il parcheggio "FRANCIA".

Tra i **requisiti** più significativi, che possono generare impatti diretti per il contesto in esame ed eventualmente anche indiretti per un più vasto territorio, da analizzare e valutare preventivamente, con lo scopo di orientare i superiori livelli di progettazione in direzione di azioni e comportamenti che non pregiudichino gli equilibri dell'ambiente e del paesaggio interferiti dall'infrastruttura, rientrano sicuramente:

a) la caratteristica degli interventi che ottiene un'infrastruttura di tipo *lineare*;
b) la presenza di un cospicuo numero di *nodi* progettuali e *spaziali* che impongono un'accurata analisi di tipo *puntuale*;
c) l'impegno di tipo *spaziale* e *temporale* di assi, contesti e sistemi urbani (sia a livello macro quanto a livello micro).

Per quanto non sia possibile in questa sede – dato l'attuale livello e il dettaglio della proposta degli interventi, analizzare e valutare preventivamente in maniera esaustiva queste grandi classi di requisiti/elementi di impatto segnalate, è pur vero che è possibile effettuare le analisi ambientali dell'ecosistema urbano interferito e definire gli impatti generabili dall'infrastruttura soprattutto per prefigurare, dove è possibile, le eventuali azioni di attenuazione, precauzione, mitigazione, compensazione di progettazione e/o di realizzazione che saranno verificate nei successivi livelli di progettazione e coerentemente in fase di realizzazione/esercizio.

Va anticipato che parallelamente al presente Studio di Fattibilità, come in seguito meglio argomentato, è stata avviata la "Procedura integrata di Verifica di assoggettabilità a VAS e Verifica di incidenza ambientale", attraverso l'avvio della redazione del Rapporto ambientale preliminare ex art.12 Codice dell'Ambiente (D.Lvo 152/06 e smi) per la verifica della strategia ambientale *tout-court* e che, ai sensi e per effetto della citata normativa, sarà valutata dall'Autorità Competente, Assessorato Regionale Territorio e Ambiente.

Analizziamo quindi i requisiti sopra elencati per meglio definire e comprendere le strategie/azioni volte a contrastare impatti o effetti negativi e per valorizzare/tesaurizzare anche quelli positivi che discendono dalla nuova infrastruttura:

a) **infrastruttura di tipo *lineare*.** Tale requisito è, data la tipologia degli interventi, di tipo instrinseco e permanente, anche nella considerazione che l'infrastruttura verrà attuata per lotti funzionali comportando non soltanto l'impegno spaziale e temporale delle sedi e dei contesti di immediato riferimento, ma anche un'importante "cantierizzazione" diretta e collaterale riferita sia all'infrastruttura vera e propria, sia al complesso delle dismissioni, degli spostamenti, dei ripristini, delle rilocalizzazioni (per esempio di sottoservizi, di opere d'arte stradali, di strutture o parti di strutture in esercizio, ecc.). Il requisito della linearità, inoltre, definisce delle interazioni/relazioni con le destinazioni urbanistiche, spaziali e funzionali dalle sedi interessate dall'infrastruttura, nella considerazione che, sia in fase di realizzazione quanto in fase di esercizio, i nuovi interventi definiranno la spazialità in cui non solo si espliciteranno le nuove modalità di spostamento e di mobilità di persone, ma anche le necessarie integrazioni fisiche e spaziali/funzionali tra le alternative modali di spostamento e trasporto e l'assetto dei luoghi urbani, trasformati dall'innesto dell'infrastruttura;

b) **presenza di un cospicuo numero di *nodi* progettuali e *spaziali* che impongono un'accurata analisi di tipo *puntuale***. I principali attengono alla casistica delle soluzioni progettuali riferite a nodi o parti del sistema con particolari soluzioni strutturali per talune tratte:

N°	TRATTA	Nodo progettuale	Previsione progettuale	Soluzione alternativa
1	C	**Sopraelevata** lungo Via Gustavo Roccella a servizio della LINEA 3 a unico binario proveniente dalla corsia laterale di Viale Regione Siciliana	Viadotto	Rampa in discesa dopo il cavalcavia su Viale Regione Siciliana
2	C	Ricostruzione **dell'attraversamento del canale BOCCADIFALCO** al di sotto della LINEA sopraelevata a unico binario in Via Gustavo Roccella	Struttura scatolare in alveo in c.a. di luce circa 10 m e larghezza circa 20 m per l'allargamento della sede stradale	
3	C	**Muro di contenimento** per la realizzazione del prolungamento della LINEA 4.1 a singolo binario lungo lo svincolo di Via Ernesto Basile per accedere in Viale della Regione Siciliana da est a nord	Muro in c.a. di altezza compresa tra 2,00 e 5,00 m; sviluppo circa 80,00 m	Mantenimento di una parte di rilevato esaltandone le caratteristiche portanti, realizzando un muro di sottoscarpa di minore altezza
4	C - E	**Sovrapassi pedonali** per attraversamenti arterie che presentano particolari criticità	Struttura simile a quella dei manufatti esistenti (es.: Viale Reg. Siciliana)	Struttura di nuova concezione architettonica
5	D	**Attraversamento del fiume Oreto** per realizzare il collegamento viario del quartiere Guadagna con l'area dell'ospedale Civico.	La previsione di tale viadotto risulta già inserita nel programma triennale delle OO.PP. dell'anno 2015/2017 (Delibera di C.C. n. 440 del 17.11.2015). La tipologia strutturale rappresentata è quella del tipo strallato asimmetrico ad antenna unica. Nel redigendo Studio di Fattibilità viene posta la prescrizione dell'allargamento della sezione del suddetto viadotto per ottenere 2 carreggiate a 2 corsie per autoveicoli, oltre allo spazio centrale per il TRAM, e garantire che il ponte possa costituire anche via di esodo in caso di calamità naturali.	**Struttura ad arco**, **come quella riportata nelle immagini sottostanti** desunte dalla Tesi di Laurea di Giuseppe Albanese e Maria Crimaudo "*Un ponte sul fiume Oreto a Palermo come elemento di una nuova via di fuga nell'ambito di protezione civile*" svolta nel 2013 presso l'Università degli Studi di Palermo (DICAM) con Relatore il Prof. Ing. Marcello Arici.
6	E	**Verifica strutturale dell'attraversamento del canale "Ferro di cavallo"** al di sotto della LINEA 6.2 a doppio binario in Viale Galatea		
7	E	**Deposito per vetture tranviarie** da realizzare nell'area ubicata in Viale dell'Olimpo, angolo Viale Sandro Pertini	Altezza libera di 10 m; superficie ipotizzabile dell'area da destinare a deposito è di circa 20.000 m^2	

Riguardo all'**attraversamento del fiume Oreto**, per maggiori dettagli riguardanti la soluzione alternativa proposta, si rimanda alle note conclusive del paragrafo 6.3.

Tra i nodi progettuali vanno considerati anche quelli relativi alla realizzazione e all'ubicazione delle sottostazioni, delle quali soltanto il 20% circa interrate:

SOTTOSTAZIONI

TRATTA	SOTTOSTAZIONE
A-B	VIA LIBERTA' – PIAZZA V. VENETO PIAZZA STURZO VIA GEN DI MARIA
C-D	VIA BASILE – VIALE REG SIC VIA BASILE – CORSO TUKORY VIA PARLAVECCHIO VIA PERRIER VIA DELL'ANTILOPE – VIA DELLA GIRAFFA
E	PARCHEGGIO VIA BELGIO VIALE STRASBURGO - S. LORENZO VIA SCALEA – VIA BESTA VIALE DELL'OLIMPO VIALE DELL'OLIMPO – VIA CASTELFORTE VIALE GALATEA
F	VIA CRISPI VIA CRISPI – VIA FRATELLI CIANCIOLO VIA LINCOLN
G	VIA NICOLETTI VIA PALAZZOTTO

c) **impegno di tipo spaziale e temporale di assi, contesti e sistemi urbani**.

Tale requisito attiene all'effetto della radicale trasformazione di contesti e di particolari scene urbane che, nell'immaginario collettivo, appartengono a particolari classi di valore ambientale e paesaggistico e a ben definiti codici di percezione paesaggistica (si pensi agli assi storici e monumentali di Via Roma e di Via della Libertà come al quartiere di Mondello, alla borgata omonima e alle altre borgate storiche interessate), molteplici e variegati.

In questo scenario di analisi e valutazione, l'impatto della trasformazione dovrà essere conseguentemente considerato come opportunità per l'innesto di azioni di rigenerazione e di riqualificazione urbana, che i successivi livelli di progetto dell'infrastruttura dovranno contemplare come azioni progettuali e non come "compensazioni" o "mitigazioni" che invece dovranno essere computate per i probabili "impatti" ambientali eventualmente discendenti dalla realizzazione dell'infrastruttura come anche dall'innesto stesso delle azioni di riqualificazione. Al complesso delle azioni di rigenerazione vanno associate tutte quelle azioni di "attenuazione" progettuale che dovranno fare parte anch'esse del progetto dell'infrastruttura e che saranno a loro volta valutate.

6.2 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE E DEI COLLEGAMENTI CON IL CONTESTO NEL QUALE L'INTERVENTO SI INSERISCE

L'infrastruttura si inserisce in una quota significativa del territorio urbano di Palermo e attraversa una pluralità di contesti con caratteri urbanistici, ambientali e storico-paesaggistici disomogenei e di diverso valore e qualità che l'innesto dell'infrastruttura, non solo non dovrà alterare, ma, laddove emergono elementi di degrado o perdita di valori, dovrà migliorare con riguardo alla struttura, alla morfologia e alla qualità dei luoghi e degli spazi pubblici interessati.

Dal punto di vista delle classi dei tessuti e dei paesaggi urbani - e delle relazioni tra gli stessi, il contesto di immediato riferimento (interno/diretto) è rappresentato da una significativa porzione della città dove si concentra un importantissimo patrimonio della storia e della cultura urbana (e parte del sito UNESCO), che è totalmente interessato dalla tratta A - e in parte dalla B, dalla F e dalla G, le quali attraversano/intersecano gli assi monumentali della città storica e della città ottocentesca di via Roma e di via della Libertà (dalla stazione centrale fino a Piazza Vittorio Veneto). A questo patrimonio si aggiunge quello ambientale e paesaggistico rappresentato dalle borgate storiche di Mondello e di Sferracavallo, oltre a quello storico, paesaggistico e ambientale dell'Oreto, per quanto riferito ad una porzione densamente urbanizzata e antropizzata del Sito di interesse comunitario "Valle dell'Oreto" (tratte C, D, E).

Poiché di fatto l'infrastruttura interessa gran parte dell'ambiente urbano, con tutte le stratificazioni dei tessuti, e dei valori e, come vedremo, di particolari vincoli e tutele, si può affermare che sono quasi tutte le principali espressioni dell'ambiente urbano a interagire con gli interventi e, pertanto, al di là delle modalità di attuazione e del cronoprogramma che possano essere individuati - compresa la loro gerarchizzazione (ci riferiamo all'indifferibilità dell'attuazione delle prime tre tratte), ciò che definirà l'analisi e le prime valutazioni di sostenibilità ambientale e paesaggistica sarà l'effetto "cumulo" generato direttamente dall'infrastruttura e, indirettamente, da questa e dagli interventi previsti dall'attuale quadro di riferimento della programmazione e della pianificazione attivi e in itinere sul territorio.

Proprio questo primo scenario definisce i collegamenti spaziali e funzionali del contesto di riferimento che comunque ne ha anche di esterni sia in assenza di intervento - per la condizione che Palermo è il centro di attrazione di collegamenti e di funzioni permanenti data la presenza di infrastrutture sovralocali come il porto, i poli sanitari, gli uffici di rango regionale, ecc., sia per effetto della realizzazione dell'infrastruttura, che comporterà il coinvolgimento di quel sistema di collegamento e trasportistico di rango extralocale che verrà impegnato per le azioni progettuali di rilievo, rappresentate dai conferimenti e trasporti (cave e discariche) e dagli approvvigionamenti delle materie, delle componenti impiantistiche e dei manufatti.

Per descrivere compiutamente lo scenario di riferimento è necessario riferirsi anche al **contesto non fisico** rappresentato dal complesso delle norme, degli atti, degli strumenti, dei vincoli e delle tutele attive sul bacino territoriale e locale di interesse dell'infrastruttura, riferibili a ciò che normalmente si intende il "Quadro di riferimento amministrativo e istituzionale" descritto nel superiore capitolo 2.

In questa sede è necessario individuare i principali riferimenti, le normative e le consequenziali misure che, per quanto saranno approfonditi nei superiori livelli di progettazione, sono stati già tenuti in debita considerazione per la redazione dello Studio, in quanto hanno consentito di individuare sia i punti di

forza, quanto le eventuali criticità o punti di debolezza che l'innesto dell'infrastruttura può generare sull'ambiente in senso lato:

- **Natura e Biodiversità**: DPR 8 settembre 1997 n. 357 "*Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche*" e DPR 12 marzo 2003, n. 120 "*Regolamento recante modifiche ed integrazioni al decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357, concernente attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche*"; Elenchi annuali dei siti della rete natura 2000; Codice Ambientale o D.Lvo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. "*Norme in materia ambientale*"; Piani di gestione relativi agli ambiti della rete natura 2000 proposti e approvati; POFESR 2014-2020;
- **Paesaggio**: Proposta di Piano Territoriale Paesaggistico Ambito 4 del 2008; sistema dei vincoli e delle tutele attive Codice dei Beni Culturali e Ambientali o D.Lvo 22 gennaio 2004, n. 42; Sito UNESCO Palermo Arabo Normanna e Cattedrali di Cefalù e Monreale (Piano approvato con D.G.C. n. 274 del 29.12.2015);
- **Pianificazione e Urbanistica**: Piano regionale della qualità dell'aria ambiente, PRG vigente, Piano Generale Traffico Urbano (PGTU), Piano Urbano Parcheggi, Pianificazione attuativa comunale;
- **Suolo e sottosuolo**: Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) della regione Siciliana; Relazione geologica PRG e suoi aggiornamenti; Relazioni geologiche della pianificazione particolareggiata comunale;
- **Idrologia superficiale e profonda**: Piano regionale della tutela delle Acque; Piano regionale degli Acquedotti;
- **Popolazione e sicurezza**: Pianificazione regionale Protezione Civile; Piano Regionale di Gestione del rischio Alluvioni; Pianificazione comunale di Protezione Civile;
- **Ambiente ed ecosistema urbano**: POFESR 2014-2020; PSR 2014-2020;
- **Attrezzature e servizi di interesse generale** del Comune di Palermo e di rango sovracomunale: Piano Triennale delle Opere Pubbliche; Piano Regolatore Portuale; Pianificazione e programmazione sanitaria; Pianificazione e programmazione scolastica; Piano Sviluppo Turistico regionale.

6.2.1 IL SISTEMA DEI VINCOLI ATTIVO NELLE AREE INTERESSATE DALL'INTERVENTO

Il sistema tranviario proposto, e articolato per le sette nuove tratte, interessa, come abbiamo visto, significative e cospicue aree del territorio della Città di Palermo, per quanto si sviluppi prevalentemente su sede viaria, condizione che dal punto di vista dei vincoli tipicamente urbanistici (PRG vigente), non determina significativi conflitti con le principali destinazioni previste dal vigente strumento urbanistico.

Il sistema dei vincoli interferito discende principalmente dalla normativa derivata dal principio di precauzione, di prevenzione e sostenibilità (suolo, sottosuolo, assetto idrogeologico e rete natura 2000), sia al sistema della tutela paesaggistica e ambientale (beni culturali e ambientali).

La presenza di questo particolare regime vincolistico, come anche la tipologia degli interventi previsti, hanno comportato la parallela attivazione – sin dalla fase di proposta, quindi a partire dal presente livello – degli endoprocedimenti disposti dal D.Lvo 152/06 e smi e del DPR 357/97 (come modificato dal DPR 120/2003 e come regolamentato dal Decreto Assessorato Regionale territorio e Ambiente del 30 marzo

2007), volti all'espressione dei pareri ambientali di Valutazione Ambientale Strategica, Valutazione di Impatto Ambientale e Valutazione di Incidenza Ambientale.

Infatti, a prescindere dai tracciati e dalla alternativa di sistema ritenuti fattibili, la tipologia di infrastruttura e gli interventi presunti definiscono il seguente quadro degli endoprocedimenti di natura ambientale:

a) per effetto dell'art. 6 e seguenti del D.Lvo 152/06 e smi e, segnatamente, a causa delle modifiche minori alla pianificazione (generate dalla proposta progettuale in argomento vigente che comunque determinano l'adozione/approvazione in variante dell'infrastruttura e anche, come successivamente argomentato, per l'alta probabilità di effettuare il livello di Valutazione appropriata di Incidenza Ambientale), deve essere attivato il procedimento dell'art. 6, comma 3 e segg. del D.Lvo 152/06, ossia la Verifica di assoggettabilità a VAS;
b) per effetto del comma 5 e segg. del citato art. 6 D.Lvo 152/06 e anche per la sola fattispecie individuata all'Allegato IV al D.Lvo 152/06 e smi "Progetti sottoposti alla Verifica di assoggettabilità di competenza delle regioni e delle province autonome di Trento e Bolzano", punto "7. Progetti di infrastrutture" lettera "l) sistemi di trasporto a guida vincolata (tramvie e metropolitane), funicolari o linee simili di tipo particolare, esclusivamente o principalmente adibite al trasporto di passeggeri" il complesso degli interventi, come le singole tratte, deve essere sottoposto alla Verifica di assoggettabilità a VIA ai sensi e per effetto dell'art. 20 e segg. del citato Decreto, "Verifica di assoggettabilità". L'allegato V al medesimo D.Lvo 152/06 definisce i "Criteri per la Verifica di assoggettabilità di cui all'art. 20"
c) per effetto infine della presenza della rete natura 2000 il procedimento di VINCA dovrà essere effettuato contestualmente, a partire dalla redazione del Rapporto Preliminare Ambientale, l'analisi ambientale che potrà progredire dal livello di "screening" o "assoggettabilità" a Valutazione di Incidenza fino ai superiori livelli individuati dalla normativa comunitaria e nazionale.

L'Autorità competente Ambientale (Assessorato Regionale Territorio e Ambiente) e l'Autorità procedente (Comune di Palermo) hanno stabilito un ciclo endoprocedimentale di tipo ambientale che parte dallo Studio di fattibilità e si snoda lungo l'iter che dallo Studio perviene al livello definitivo della proposta progettuale.

Per la fase attuale l'Autorità Ambientale competente ha concordato con l'Autorità procedente di attivare la "Procedura integrata di Verifica di assoggettabilità a VAS e Verifica di incidenza ambientale" e, successivamente, la "Procedura integrata di Verifica di assoggettabilità a VIA art. 20 D.Lvo 152/06".

La verifica in ordine alla strategia ambientale e all'incidenza ambientale, come abbiamo sopra chiarito, dunque sono partite contestualmente alla redazione dello Studio di fattibilità e confluiranno nella redazione del Rapporto Ambientale Preliminare VAS ex art. 12 D.Lvo 152/06 e smi.

In generale, comunque, e con riferimento al vigente PRG e al connesso regime vincolistico, per quanto in parte aggiornato dai provvedimenti nel tempo susseguitesi (ci si riferisce in particolar modo ai vincoli ambientali e paesaggistici quali la tutela della Rete Natura 2000 o gli aggiornamenti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico – P.A.I), il nuovo sistema tranviario interferisce, tratta per tratta, con il seguente regime vincolistico di tipo areale (per quanto riguarda i vincoli specifici puntuali e la specifica degli stessi vincoli di tipo areale, si rimanda ai paragrafi successivi):

- la tratta A, per quanto tutta prevista su sede stradale esistente intercetta per la maggior parte la zona A2 – "Tessuti urbani storici", e parte "aree interessate da inondazioni e alluvionamenti", aree a

vincolo idrogeologico e aree a rischio frana e a rischio idrogeologico molto elevati, secondo il P.A.I. vigente;

- la tratta B, anch'essa su sede stradale esistente, è interessata praticamente dallo stesso regime vincolistico;
- la tratta C è interessata parte dal vincolo aeroportuale, parte da "aree interessate da inondazioni e alluvionamenti";
- la tratta D, quasi per intero su sede stradale esistente, ad eccezione di tre piccole sezioni, come vedremo su V3 ("verde pubblico attrezzato"), B3 ("aree urbane … con densità > $4m^3/m^2$") e P (parcheggio) è interessata parte da vincolo paesaggistico ex art. 136 Codice dei Beni Culturali e Ambientali; parte da vincolo idrogeologico, parte da vincolo paesaggistico ex art. 134 e 136 Codice dei Beni Culturali e Ambientali; parte da V3, parte dalla SIC ITA020012 Valle del Fiume Oreto; parte in B3 e parte in P;
- la tratta E, anch'essa quasi per intero su sede stradale esistente, ad eccezione di una piccola sezione, intercetta i "tessuti urbani storici", la zona B0b – in particolare borgata storica, parte il vincolo paesaggistico ex art. 136 Codice dei Beni Culturali e Ambientali, parte area destinata all'attuazione del piano particolareggiato di Mondello, parte "aree interessate da inondazioni e alluvionamenti", parte da "siti fossiliferi";
- la tratta G, sempre su sede stradale esistente, è interessato parte da "tessuti urbani storici", parte il vincolo paesaggistico ex art. 136 Codice dei Beni Culturali e Ambientali e parte da P, parcheggio.

****

Particolare attenzione è dedicata al fattore **"archeologia"** nella considerazione che il territorio di Palermo è un palinsesto di lontanissime origini e, di conseguenza, sia gli strati profondi del suolo come quelli più superficiali possono accogliere preesistenze archeologiche più o meno estese, di carattere puntiforme come areale e con riferimento a svariate tipologie di beni (etnoantropologici, architettonici, ecc.). La diffusa e complessa stratificazione di culture e manufatti estesa praticamente a quasi tutto il territorio comunale è stata tenuta in debita considerazione all'interno del quadro tecnico ed economico della progettazione, sia per sostenere e attuare le misure idonee qualora dovesse rendersi necessario procedere con alternative di tracciato o anche solo tipologiche, sia per avvalersi di una competente e pressocché continua assistenza archeologica in cantiere per siti significativi, per particolari lavorazioni e/o per interventi strutturali.

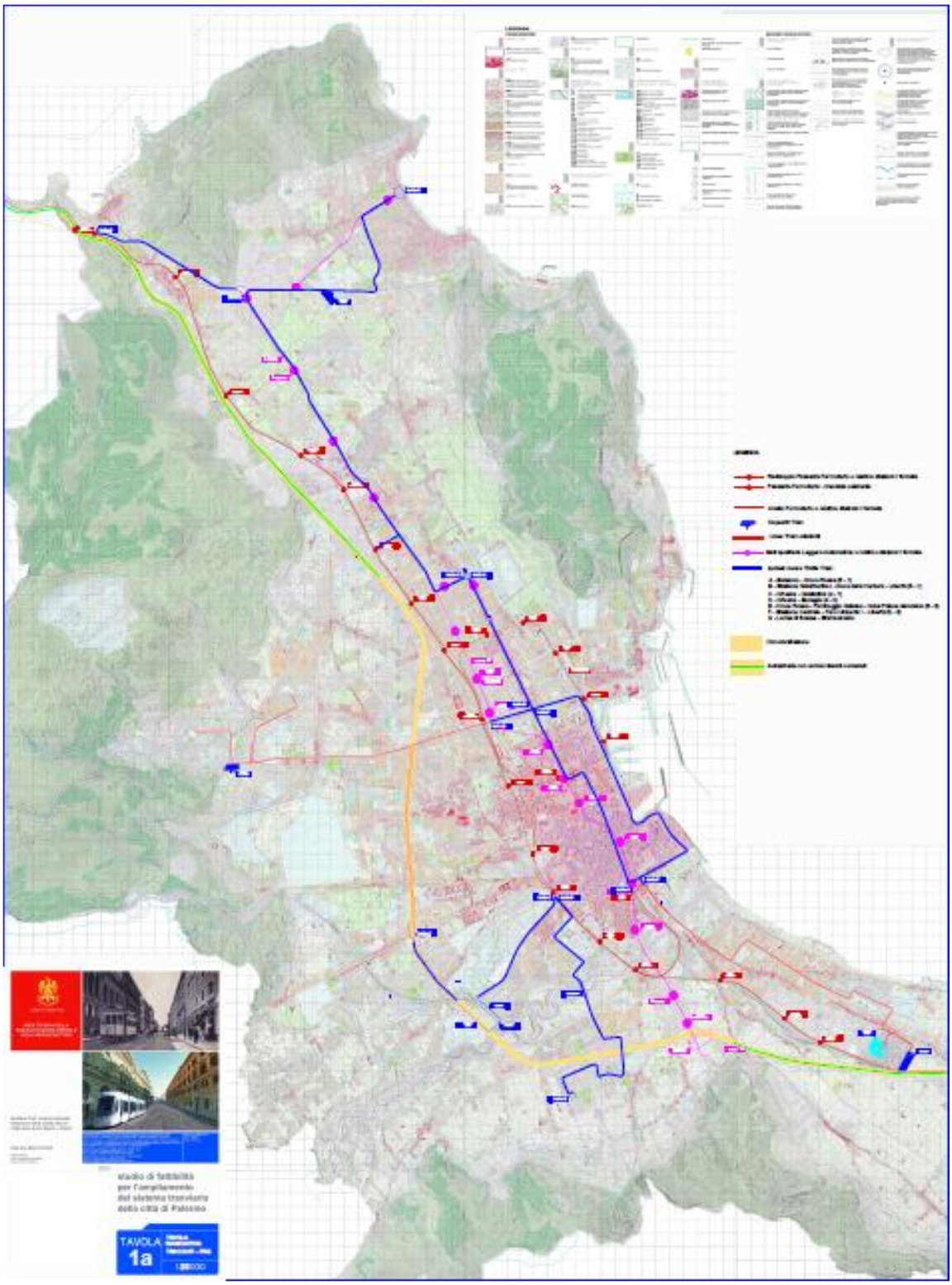


Figura 1 (CAP. 6.2) Il tracciato dell'infrastruttura e il sistema della mobilità sostenibile su PRG

6.3 INDIVIDUAZIONE DELLE MISURE IDONEE A SALVAGUARDARE LA TUTELA AMBIENTALE E I VALORI CULTURALI E PAESAGGISTICI

Con riferimento a tale scenario di complessità, intrinseche all'infrastruttura nonché al contesto dei vincoli e del territorio di riferimento (l'ecosistema urbano, che all'ambiente urbano integra l'ambiente naturale e il paesaggio), va evidenziato il sistema delle misure idonee e coerenti a salvaguardare l'ambiente e il paesaggio, individuando i principali fattori e le relative componenti che entrano in gioco nell'analisi e nelle prime valutazioni ambientali e paesaggistiche.

Le componenti e i fattori che dovranno essere indagati nella progressione dei livelli progettuali (e che comunque il contestuale Rapporto ambientale preliminare VAS-VINCA ha analizzato per la verifica della strategia ambientale e dell'incidenza ambientale) e che dovranno essere indagati nel contesto della verifica di assoggettabilità all'impatto ambientale (art. 20 D.Lvo 152/06 e smi) e dell'eventuale successivo Studio di Impatto Ambientale (art. 21 D.Lvo 152/06 e smi), qui preliminarmente indagati sono principalmente:

A) **<u>Suolo e sottosuolo</u>**. La componente superficiale e profonda del suolo è sicuramente quella che subisce le maggiori pressioni progettuali sia per effetto delle azioni che derivano dalla cantierizzazione, dagli scavi e dalla realizzazione di particolari strutture, sia, come abbiamo visto, per il sistema dei vincoli attivi scaturiti soprattutto a tutela dell'assetto attuale del suolo, del sottosuolo e del paesaggio. Gli scavi potrebbero determinare impatti la cui natura e durata sarà possibile determinare con buona approssimazione solo in sede di progettazione definitiva, ma che potenzialmente, in assenza di cautele progettuali e realizzative, potrebbero configurarsi come permanenti o negativi, in un delicato ambiente urbano e periurbano caratterizzato da talune aree a rischio idrogeologico e di potenziale rischio anche per il sistema dell'edificato. Per tale motivo la progettazione successiva dovrà, per tutte le fasi realizzative e per la vita utile dell'infrastruttura:

- contemplare le migliori tecniche realizzative volte a ridurre la profondità e le modalità di realizzazione degli scavi;
- individuare e utilizzare le attrezzature e i macchinari di cantiere e costruzione capaci di ridurre il più possibile le vibrazioni;
- individuare e utilizzare un parco macchine di esercizio a limitato/ridotto impatto acustico e a ridotta vibrazione;
- nei siti più vulnerabili e sensibili individuare le opere precauzionali atte a mantenere l'assetto idrogeologico e a non provocare alterazioni, perturbazioni, frammentazioni o perdite di habitat e caratteri sitospecifici.

B) **<u>Aria e atmosfera</u>.** Per quanto l'innesto dell'infrastruttura sia teso a ottenere il miglioramento della qualità dell'aria nel concorrere, in esercizio, all'abbattimento dei fattori climalteranti, ma soprattutto inquinanti, la fase di costruzione comporterà l'alterazione della componente aria per l'emissione delle polveri attese dalla cantierizzazione e dalle operazioni di scavo. I livelli successivi di progettazione, come la realizzazione, dovranno porre in essere tutti gli accorgimenti atti al contenimento delle polveri e alla loro dispersione in atmosfera proteggendo le aree delle operazioni con pannelli e aspergendo continuamente le superfici. Anche la classe acustica attuale delle aree di riferimento sarà sicuramente alterata. Ad evitare un significativo peggioramento delle classi acustiche attuali potranno sicuramente

concorrere l'installazione dei pannelli fonoassorbenti, congiuntamente all'utilizzo di macchine e attrezzature a bassa o limitata emissione acustica.

C) **Ambiente urbano.** L'ambiente urbano coincide con il sistema delle aree e delle funzioni ascrivibili alla forma e alle funzioni espresse dalla città, componente che dunque contiene tutti quei fattori interferiti dall'infrastruttura che possiamo elencare come segue:

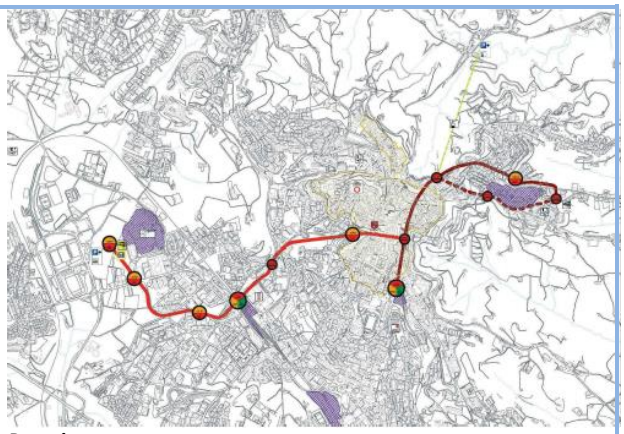
- paesaggio urbano sia con riguardo alla componente strutturale e morfologica, quanto con riferimento agli spazi e ai luoghi pubblici. **L'innesto dell'infrastruttura** crea interazioni/impatti differenziati per ciascuna delle tratte in progetto soprattutto in fase di esercizio, dove la profonda trasformazione dell'uso e della percezione degli spazi urbani, seppure con riferimento a scene e a qualità urbane, varie e diversificate, **dovrà** invece **rappresentare l'occasione per rigenerare/riqualificare/valorizzare interi contesti**, **attraverso limitate ma significative azioni da innestare nel progetto e nell'attuazione dell'infrastruttura**, **primi elementi della nuova qualità urbana (progetti di suolo, spazi pubblici, percorsi pedonali e ciclabili, innesto di particolari materiali e cromatismi, primi interventi per assicurare un'efficiente sistema della sosta…**). Il tema è affrontato in un interessante paper che affronta il tema della "Mobilita' e politiche di riqualificazione urbana sostenibile"[20] dove emerge che:
  - *La mobilità urbana rappresenta uno dei principali elementi su cui viene generalmente misurata la qualità della vita delle città.*
  - *L'importanza del ruolo dell'urbanistica è evidenziato tra l'altro nel quarto punto delle strategie individuate a Kyoto*
  - *Le politiche in questo campo riguardano la logistica come nel caso del fattore di carico dei vettori per il trasporto delle merci o il telelavoro per ridurre il pendolarismo, ma soprattutto l'urbanistica per una migliore ubicazione degli insediamenti e con l'adozione di piani urbani del traffico, di mobility manager, di trasporti pubblici e di sistemi telematici di gestione del traffico urbano.*
  - *Mettere al centro del dibattito sulle politiche territoriali fenomeni sociali connessi alla mobilità, al rapporto centro-periferie, alla dislocazione dei servizi. Questioni attuali che spostano la pianificazione verso una prospettiva di etica ambientale e danno la priorità a interventi di riqualificazione, più che di progettazione ex novo***.**

[20] A cura di Giuseppe Critelli, Concetta Fallanca, Antonio Taccone, Maria Umbro del Dipartimento Architettura e Analisi della Città Mediterranea (AACM) – Università degli Studi "Mediterranea" di Reggio Calabria. Gli autori, a valle di una interessante disamina condotta su tre casi di "buona prassi" di governo e trasformazione rigenerativa delle città a seguito dell'innesto di sistemi integrati e sostenibili di mobilità – Bogotà (TransMilenio), Karlsruhe e Perugia, rassegnano le seguenti conclusioni:
<<Ciò che emerge con forza dalla trattazione precedente e dai casi esaminati, peraltro molto conosciuti nella letteratura specifica dei trasporti, il vero successo delle politiche per una mobilità urbana sostenibile è legata alle operazioni di riqualificazione che ne hanno completato le operazioni urbane. In questi progetti il limitato impatto ambientale è riuscito a diventare lo strumento più efficace per mettere al centro delle politiche "la questione urbana" considerandola nel suo unicum e non una entità divisa in "parti". I progetti di riqualificazione urbana strettamente connessi a progetti di trasporto sostenibile hanno l'intrinseca qualità di intervenite sui vari tessuti urbani in maniera diretta, modificando il paesaggio urbano, lavorando a grande scala o a scala di dettaglio. In tutti gli interventi i programmi di riqualificazione comprendono, oltre all'ottimizzazione dei percorsi, creazione di grandi spazi pubblici al fine di ridurre drasticamente le superfici riservate alle automobili, liberandone la città dell'invasione che tanto limita la qualità della vita. Ripercorrendo le esperienze riportate è possibile riconoscere le possibili declinazioni tra progetto di infrastruttura e progetto urbano espressa in primis dalla chiarezza del segno lineare dell'infrastruttura, contrapposto alle diversità di insediamento attraversato (periferie complesse, centri storici, campagna, territorio suburbano e etc.). (…) In tutti questi nuovi progetti che hanno l'obiettivo di perseguire una mobilità sostenibile, la pianificazione urbana deve essere concepita come una disciplina in grado di farsi carico del progetto di trasformazione della città in un quadro di iniziative coordinate con la programmazione economica, sociale, culturale ecc, nel quadro di una strategia di obiettivi irrinunciabili di interesse pubblico.>>

TransMilenio

*Nell'ambito dei progetti di riqualificazione dello spazio pubblico nella capitale colombiana, direttamente collegati al progetto **TransMilenio**, volti a rilanciare l'immagine della città ed a migliorare rapidamente e profondamente la qualità della vita dei cittadini di Bogotà, un ruolo molto importante lo ha giocato il completamento della rete ciclabile, denominata Ciclo Ruta, la più grande dell'America Latina per cui è previsto un ulteriore ampliamento. Attraverso il completamento della rete di piste ciclabili gli spostamenti in bicicletta sono cresciuti in dieci anni dallo 0,5% al 4,4%. Il sistema è efficiente in quanto è stato creata un'entrata riservata ai ciclisti in una delle principali fermate di TransMilenio. (…)Il costo dei parcheggi per biciclette alle fermate del bus è coperto dal biglietto di viaggio e si pensa di stimolare l'utilizzo della bicicletta come mezzo per fare affluire più persone alle fermate di TransMilenio. Ma il fatto fondamentale, di cui poco si parla, che influenza tutta la viabilità cittadina e che dà un contributo fondamentale anche per il funzionamento del TransMilenio, è che è stato trovato il metodo di non parcheggiare sulle strade. Infatti sono stati costruiti appositi recinti/parcheggi, i Parquederos pubblicos, realizzati in quegli spazi di risulta normalmente abbandonati nella vecchia città o nei piani terra degli edifici o seminterrati nei nuovi quartieri. L'effetto principale è stato quello di liberare la parte bassa della città, ad altezza dello sguardo, in modo da poterla ammirare senza che le auto ne occludano la vista.*

Karlsruhe



Perugia

Ripercorrendo le esperienze riportate è possibile riconoscere le possibili declinazioni tra progetto di infrastruttura e progetto urbano espressa in primis dalla chiarezza del segno lineare dell'infrastruttura, contrapposto alle diversità di insediamento attraversato (periferie complesse, centri storici, campagna, territorio suburbanoe etc.). L'architettura lineare dell'infrastruttura viene, generalmente, definita attraverso l'intreccio di tre famiglie di elementi, superfici pavimentate, arredo urbano e vegetale, capaci di regalare un valore identitario comune ai sobborghi ed alle aree di pregio urbano, fino ad allora sviluppatosi senza relazioni reciproche. La particolarità lineare delle infrastrutture gioca anche il ruolo di cerniera tra parti urbane scollegate e supporto lineare cui agganciare operazioni localizzate di recupero (quartiere Monteluce a Perugia ad.es. n.d.r.) ed avere anche un ruolo diretto nel disegno della città futura fungendo da asse strutturante delle espansioni previste. Nei nuovi insediamenti, infatti, il punto di accesso alla rete diventa il perno dell'organizzazione delle principali funzioni pubbliche e private, trasformando le stazioni in centralità. Anche le architetture urbane legate alle funzioni del TP assumono un ruolo non indifferente nei processi di riqualificazione urbana. Vengono ricercate infatti forme in grado di conferire una marcata riconoscibilità ai luoghi interessati, con utilizzo generalmente di materiali leggeri ed altamente tecnologici di scarso impatto ambientale. In tutti questi nuovi progetti che hanno l'obiettivo di perseguire una mobilità sostenibile, la pianificazione urbana deve essere concepita come una disciplina in grado di farsi carico del progetto di trasformazione della città in un quadro di iniziative coordinate con la programmazione economica, sociale, culturale ecc, nel quadro di una strategia di obiettivi irrinunciabili di interesse pubblico.

Figura 1 (CAP. 6.3) TransMilenio (Bogotà), Karlsruhe e Perugia (testi e immagini di Giuseppe Critelli, Concetta Fallanca, Antonio Taccone, Maria Umbro, cit.)

Inoltre, nel caso di Palermo, innestare l'avvio delle azioni di rigenerazione nel progetto dell'infrastruttura genera impatti positivi nella considerazione che la proposta del Nuovo PRG non solo ha promosso e sostenuto l'ampliamento del sistema tranviario, ma ha individuato un complesso di aree di rigenerazione peraltro prossime all'infrastruttura.

Per ottenere la compiuta integrazione tra i benefici diretti e quelli indiretti generati dall'infrastruttura e, soprattutto per non generare conflitti con i valori e le espressioni anche paesaggistiche, si ritiene opportuno e sostenibile che in sede di progettazione definitiva le analisi e le considerazioni paesaggistiche siano condotte nel contesto di una Relazione paesaggistica approfondita, anche nella considerazione che il progetto dovrà essere adottato/approvato in variante.

Tra gli interventi che dovranno essere attentamente progettati e analizzati, soprattutto dal punto di vista dell'impatto paesaggistico rientra il nuovo deposito per n. 40 vetture da realizzare nell'area di pertinenza della tratta denominata "E", ubicata in Viale dell'Olimpo, angolo Viale Sandro Pertini, contesto di significativo interesse paesaggistico, per quanto in più parti compromesso.

- viabilità e traffico locale. Tali fattori saranno interferiti sia in fase di cantiere, sia in fase di realizzazione e l'impatto dovrà essere gestito attraverso una coerente e preventiva pianificazione del traffico. In fase di esercizio l'impatto si manifesterà, seppure in maniera via via limitata e decrescente, nelle più importanti sezioni di attraversamento.
- sistema della sosta. La trasformazione degli assi e delle sezioni stradali che deriva dalla realizzazione dell'infrastruttura, per quanto, come abbiamo visto potrà e dovrà ottenere oltre all'innesto di una alternativa modale di trasporto pubblico sostenibile, anche le prime collaterali azioni di reinterpretazione/riprogettazione/riqualificazione degli spazi pubblici, che dovranno formare parte integrante del progetto e della realizzazione dell'infrastruttura e che otterranno il beneficio di risolvere/abbattere preventivamente talune criticità o minacce che potrebbero insorgere a valle dell'intervento. Cogliere tale opportunità comporta l'attivarsi di un effetto moltiplicatore delle azioni di riqualificazione urbana sostenuto indubbiamente dai seguenti punti di forza/benefici:
  - utilizzare parte del finanziamento destinato all'infrastruttura per realizzare interventi e piccole opere pubbliche che l'Ente locale non può supportare per ridotta capacità di spesa (ripristini di pavimentazioni, sistemazione di marciapiedi, piazze, slarghi; riqualificazione di spazi di risulta – *in between spaces* ecc:);
  - riammagliare la trama urbana e definire interventi volti al ripristino della relazione tra i luoghi;
  - con particolare riferimento al **sistema della sosta**, poiché l'innesto dell'infrastruttura sortirà la delocalizzazione e rilocalizzazione di buona parte di parcheggi attualmente posizionati prevalentemente a tergo di marciapiedi, potrà (anzi dovrà) essere colta l'occasione, in prima battuta prospettata all'interno del presente Studio e schematizzata nella **TAV. 13,** di utilizzare la programmazione attiva e già validata dall'Amministrazione comunale attraverso atti e strumenti di pianificazione che attengono alla realizzazione di un sistema di parcheggi pubblici sia a raso

che a torre (utilizzando anche siti/edifici dismessi e/o sottoutilizzati o anche pericolanti)[21] in buona parte già presenti nel Piano Urbano Parcheggi, nel PPE, nel PGTU, nel Piano Triennale delle Opere Pubbliche e che peraltro sono stati riproposti nel contesto dello Schema di Massima del Nuovo Piano Regolatore Comunale. In questa sede, inoltre, sono state anche evidenziate le aree, peraltro talune prossime all'infrastruttura in argomento, dove è possibile allocare eventuali parcheggi definite come segue: "Area per servizi urbani. Coincide con la classe delle aree interstiziali o *in beetween spaces* analizzate dove il suolo non esprime completamente i caratteri della permeabilità e dove è presente verde anomalo o degrado ambientale e paesaggistico. Rappresenta un'area fondamentale per l'allocazione dei servizi diversi dai servizi verdi del nuovo Piano."

- Il sistema delle alberature. Il sistema delle alberature urbane rappresenta sicuramente un elemento di riconoscibilità del paesaggio, quindi un indicatore di valore paesaggistico dei luoghi che definiscono anche importanti prospettive e visuali, oltre a concorrere alla qualità dell'aria e del microclima urbano. Uno dei nodi critici di potenziale conflitto tra le alberature e l'infrastruttura è sicuramente presente nell'area di Bonagia (ove transiterà la TRATTA "D – ORLEANS/LEVRIERE"), particolarmente in Via del Levriere, per il quale dovranno essere indagate tutte le soluzioni possibili per definire gli interventi da effettuarsi per ripristinare i marciapiedi dove le radici degli alberi hanno creato gravi disconnessioni e per garantire il contestuale mantenimento delle alberature.

D) Il Sito di Interesse Comunitario (SIC) "Valle dell'Oreto" ITA 020012. Il progetto dell'infrastruttura interferisce il SIC per effetto dell'attraversamento del fiume Oreto ritenuto necessario per realizzare il collegamento viario e tranviario con Via Villagrazia. Per quanto la previsione di tale viadotto risulti già inserita nel programma triennale delle OO.PP. dell'anno 2015/2017 (Delibera di C.C. n. 440 del 17.11.2015), come collegamento del quartiere Guadagna con l'area dell'ospedale Civico, il presente Studio prevede l'allargamento della sezione del suddetto viadotto per ottenere 2 carreggiate a 2 corsie per autoveicoli, oltre allo spazio centrale per il TRAM, e garantire che il ponte possa costituire anche via di esodo in caso di calamità naturali.

Tale particolare interferenza tra opera e ambiente è stata analizzata nel contesto del Rapporto Preliminare Ambientale art. 12 D.Lvo 152/06 nel contesto della trattazione relativa alle "*2. Caratteristiche degli impatti delle aree che possono essere interessate, tenendo conto in particolare, dei seguenti elementi: (…) impatti su aree o paesaggi riconosciuti come protetti livello nazionale, comunitario o internazionale*."

[21] Per esempio presso i mandamenti Kalsa/Tribunali, Albergheria/Palazzo Reale e Capo/Monte di Pietà; il parcheggio di Piazza Croci a raso; l'area attualmente degradata e non utilizzata presso Arimondi-Duca della Verdura.

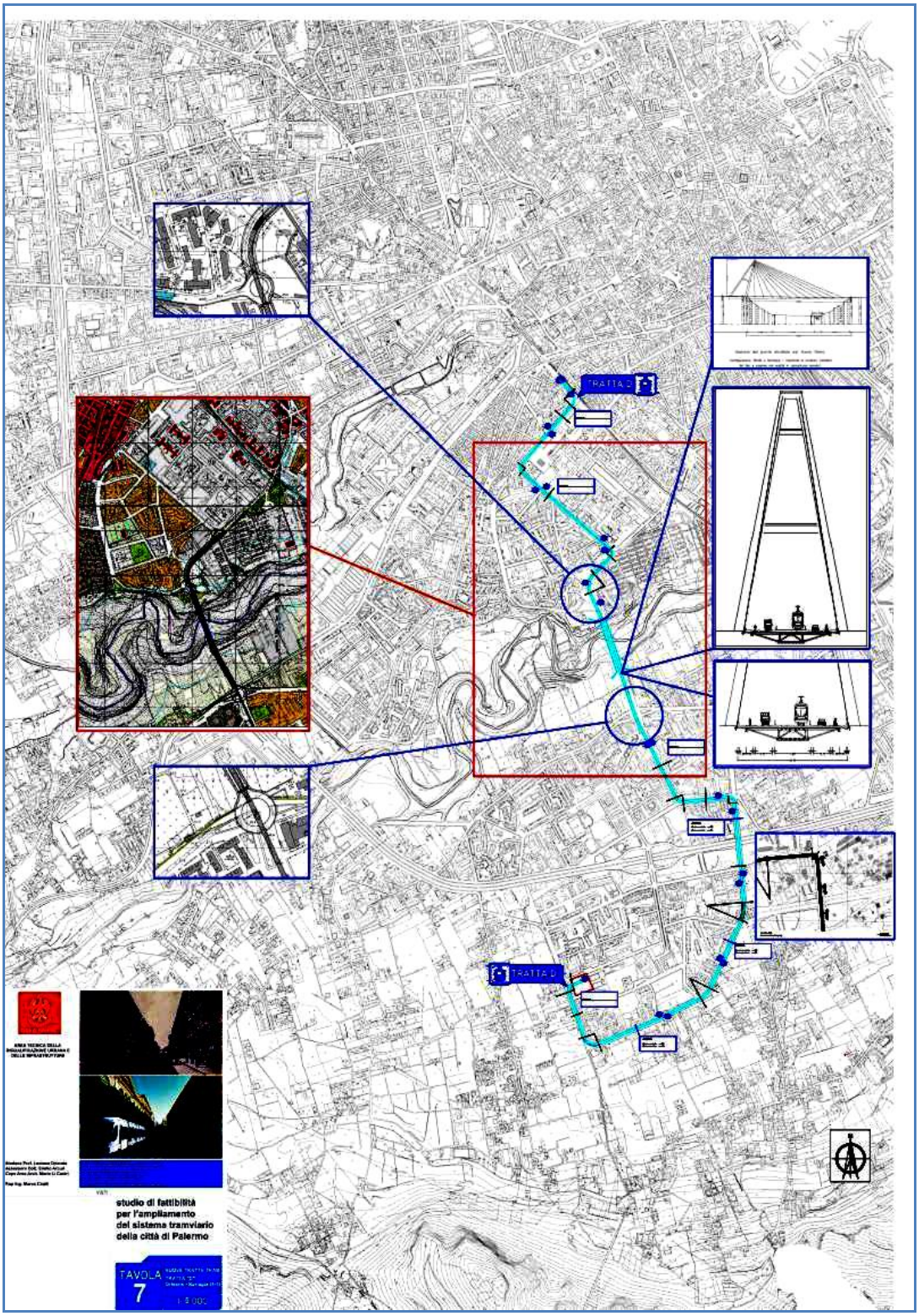
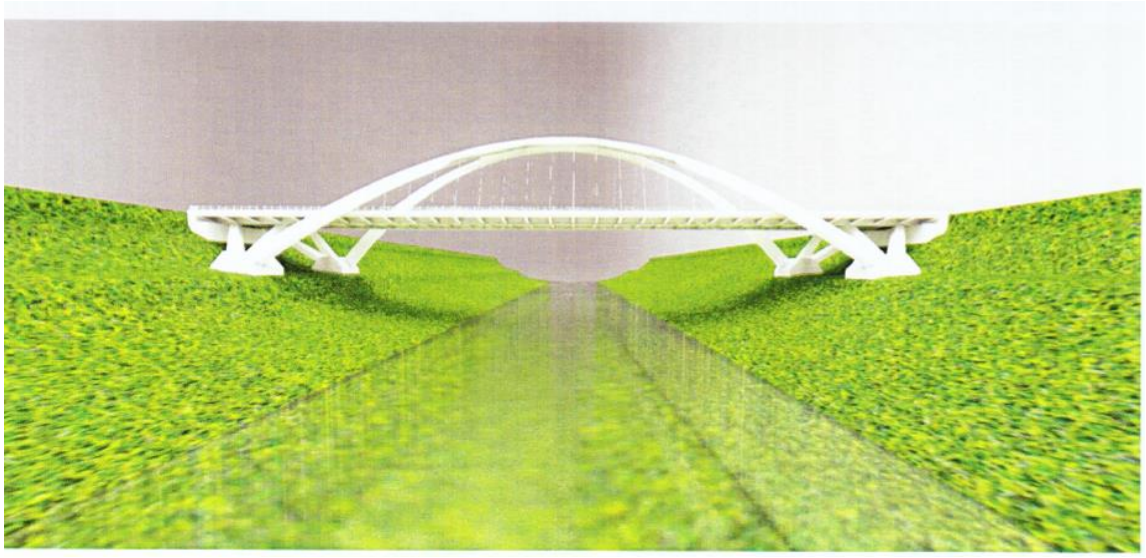


Figura 2 (CAP. 6.3) - Visualizzazione della soluzione proposta per l'attraversamento del Fiume Oreto

La tipologia strutturale prevista per il ponte è quella del tipo strallato asimmetrico ad antenna unica come si apprezza nell'immagine che segue, tratta dalla Tesi di Laurea di Giuseppe Albanese e Maria Crimaudo "*Un ponte sul fiume Oreto a Palermo come elemento di una nuova via di fuga nell'ambito di protezione civile*" svolta nel 2013 presso l'Università degli Studi di Palermo (DICAM) con Relatore il Prof. Ing. Marcello Arici.

Attraversamento del fiume Oreto - (collegamento viario del quartiere Guadagna con l'area dell'ospedale Civico)
RENDERING della <u>previsione progettuale inserita nel programma triennale OO.PP.</u>

L'ipotesi alternativa alla tipologia di ponte strallato che si propone in questa sede, consiste in una **struttura ad arco**, come quella riportata nell'immagine sottostante desunta dalla stessa Tesi di Laurea citata precedentemente.



Attraversamento del fiume Oreto - (collegamento viario del quartiere Guadagna con l'area dell'ospedale Civico)
RENDERING relativo alla <u>soluzione progettuale proposta in alternativa</u>

Come già specificato, nella fase di progettazione preliminare si eseguiranno gli approfondimenti necessari per giungere alla scelta ottimale, valutando opportunamente anche le indicazioni che potranno in merito provenire dal *dibattito pubblico* che si intende avviare sull'opera, come descritto nel parag. 2.4.

In questa sede e per orientare opportunamente l'azione progettuale, sia con riferimento agli approfondimenti tecnici (comprese le alternative) e alle analisi ambientali da condurre in sede dei progressivi livelli di progettazione, si riportano la descrizione e le caratteristiche del Sito nonché il sistema delle criticità, minacce e pressioni attive sugli habitat e sulle specie, cui dovrà essere aggiunto l'eventuale "effetto cumulo" della programmazione e della pianificazione attiva e in itinere.

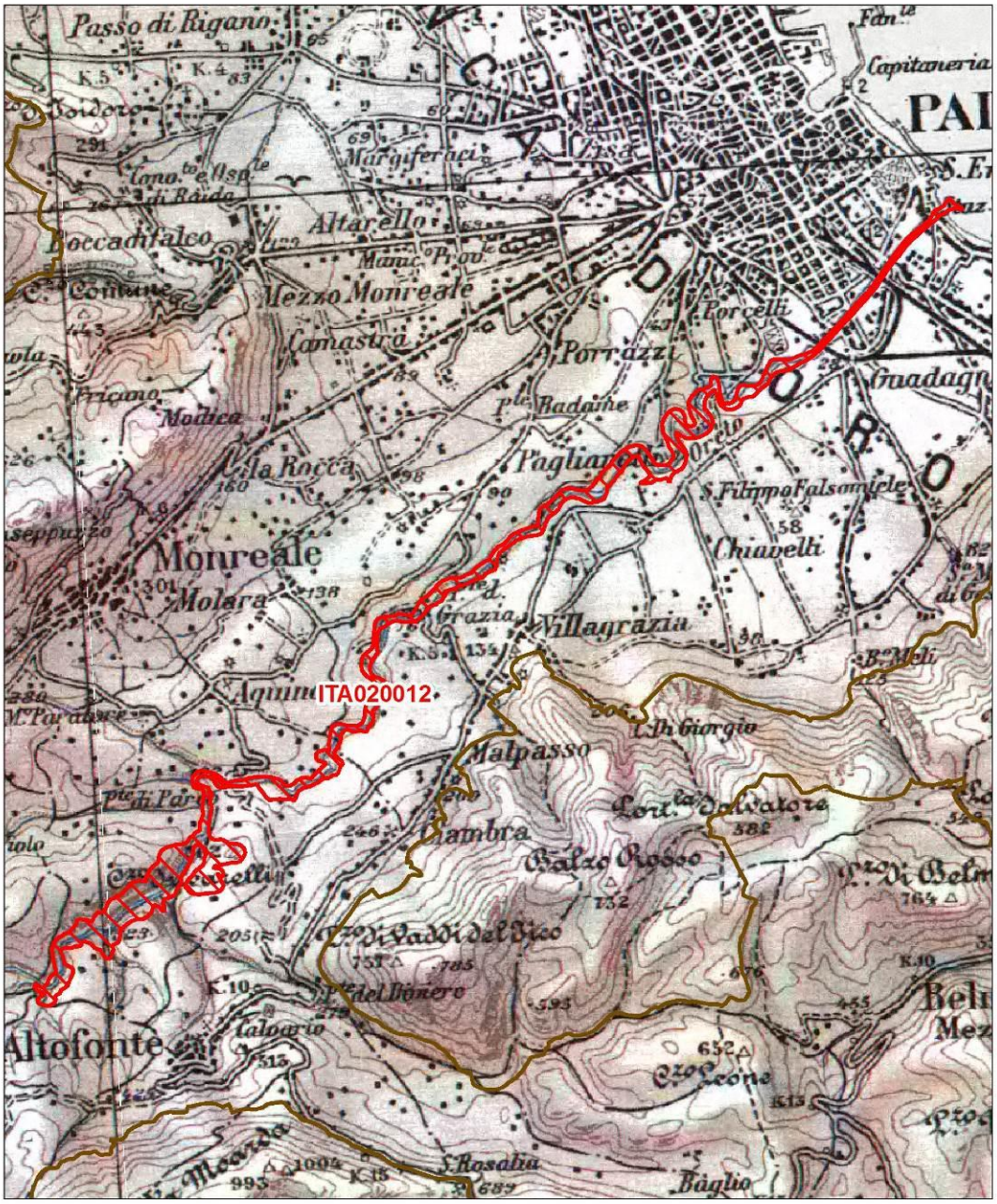
L'elenco nazionale aggiornato che contiene il Formulario e la cartografia fornisce le seguenti informazioni di base.

MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DPN DIREZIONE PER LA PROTEZIONE DELLA NATURA

Regione: Sicilia Codice sito: ITA020012 Superficie (ha): 158

Denominazione: Valle del Fiume Oreto



Data di stampa: 18/10/2012 Km 0 0,7 1,4 Scala 1:50.000

Legenda

sito ITA020012

altri siti

Base cartografica: IGM 1:100'000

NATURA 2000

Figura 3 (CAP. 6.3) - SIC ITA020012 Valle dell'Oreto

"(…) Il sito include il tratto fluviale del Fiume Oreto che si sviluppa all'interno della Piana di Palermo, in particolare compreso tra la Contrada Fiumelato di Meccini (Altofonte) e la foce. All'altezza della contrada Pietra Mole, a circa 90 m s.l.m., esso scava un alveo meandriforme, per proseguire poi con andamento più lineare verso l'area urbana di Palermo, fino alla spiaggia di S. Erasmo. Il biotopo si estende per complessivi 155,11 ettari, interessando differenti litotipi (depositi carbonatici di età triassico-eocenica, terreni carbonatici e silico-carbonatici di età Triassico medio-Miocene inferiore, argille brune con livelli di arenarie quarzose dell'Oligocene-Miocene inferiore e calcareniti bioclastiche del Pleistocene inferiore-medio). Seguendo la classificazione bioclimatica proposta da BRULLO et al. (1996), il territorio rientra prevalentemente nel termomediterraneo secco-subumido, con temperatura media compresa tra 17,2 e 18,6 °C e precipitazioni variabili da circa 600 mm della fascia litoranea di Palermo, ad oltre 900 mm delle zone montane più interne. La vegetazione del corso d'acqua è preminentemente caratterizzata da ripisilve a Salix pedicellata e Salix alba (Salicetum albo-pedicellatae) e, più a monte, a Platanus orientalis (Platano-Salicetum pedicellatae), oltre ad aspetti igro-idrofitici alveali ed aspetti boschivi insediati ai margini esterni del corso d'acqua.
Qualità e importanza. E' un biotopo di rilevante importanza naturalistico-ambientale in quanto, oltre a costituire un'oasi di rifugio per la fauna, rappresenta un interessante sito per la localizzazione di alcuni aspetti di vegetazione alveo-ripariale. Sono presenti alcune rilevanti entità floristiche, quali ad esempio Petasites fragrans, Laurus nobilis ed Ostrya carpinifolia, ma, soprattutto, Platanus orientalis e Carex panormitana, quest'ultima endemica siculo-sarda a distribuzione molto circoscritta. Nella sezione 3.3 ed indicate con la lettera D, vengono riportate interessanti specie vegetali che in Sicilia risultano alquanto rare e la cui presenza nel territorio è comunque ritenuta di rilevante interesse fitogeografico."
(Dal Formulario aggiornato al 2015).

Alla superiore descrizione va affiancata quella contenuta nel Piano di gestione soprattutto per quanto attiene alle criticità e minacce attive sugli habitat e le specie del Sito evidenziate nel contesto della Parte IV "Tabella 4 – Quadro di sintesi relativo alla individuazione delle azioni di gestione in relazione agli obiettivi specifici e alle criticità/minacce" cui il Piano affianca le misure e le azioni volte al mantenimento delle condizioni del Sito e talora al ripristino di habitat.
I principali fattori di disturbo/minaccia, alterazione, rischio di perdita degli habitat segnalati sono ascrivibili alla continua pressione antropica esercitata soprattutto nel tratto più urbanizzato del fiume e tra questi emergono anche le pressioni esercitate dal sistema della mobilità su gomma (evidenziati in grassetto):

- abitazioni disperse
- altre attività urbanistiche industriali e attività similari
- **veicoli motorizzati**
- urbanizzazione continua e discontinua
- **disturbi sonori**
- inquinamento del suolo
- modifiche sulle condizioni idrauliche indotte dall'uomo
- ecc.

A tale complesso di informazioni va aggiunto che la proposta di Nuovo PRG comunale contempla la realizzazione del Parco dell'Oreto da tenere in debita considerazione per rafforzare la sostenibilità ambientale e la compatibilità paesaggistica dell'infrastruttura e della particolare soluzione strutturale che interessa direttamente il SIC Valle dell'Oreto.

7. NOTE DA PARTE DEGLI ENTI GESTORI DELLE SOTTORETI CITTADINE

Con nota del RUP prot. 344738 del 25.03.2016, è stato richiesto ai vari Enti gestori delle sottoreti cittadine di fornire le planimetrie con l'indicazione delle reti di pertinenza che potessero interferire con le linee tranviarie in ampliamento previste nel presente studio.

Alla data di completamento del presente studio, riguardo alla superiore richiesta del RUP, risulta pervenuta all'Amministrazione soltanto la nota di AMG ENERGIA prot. 001-0002478-USC/2016 del 28.04.2016, assunta agli atti dell'A.C. con prot. 757459 del 03.05.2016, con allegato un CD-R contenente, in formato pdf e dwf, le planimetrie della rete di distribuzione metano nelle zone della città interessate dall'ampliamento del sistema tranviario.

In merito ai contenuti di tale comunicazione si rimanda, per eventuale consultazione, agli atti dell'Amministrazione.

Nelle successive fasi progettuali dovrà pertanto acquisirsi la documentazione da parte dei restanti Enti, fermo restando la previsione di spesa nel QTE determinata con riferimento alle sole opere civili per gli Enti terzi e al totale costo per le reti di proprietà comunale.

8. ANNOTAZIONE FINALE

Durante i lavori finalizzati alla redazione dello STUDIO DI FATTIBILITÀ in oggetto, il gruppo di lavoro è stato accompagnato dalla consapevolezza che l'impegno profuso avrebbe certamente contribuito e dato ulteriore impulso a quel processo di rinnovamento in atto nel quale la modifica del concetto di movimentazione in ambito urbano e periferico avrà come risultato il cambiamento radicale del volto della città.

Riteniamo però che, affinchè con tale processo si possano ottenere i risultati sperati, i cittadini dovranno, a loro volta, sentirsi tutti protagonisti e affrontare un percorso che si potrebbe definire di formazione, complesso e difficile, per giungere alla consapevolezza che l'uso razionale del mezzo pubblico per gli spostamenti giornalieri tra i luoghi di residenza e i luoghi di lavoro, di studio e di svago, è la vera e unica alternativa di riferimento.

La rinuncia parziale del mezzo privato (auto in particolare) dovrà, pertanto, costituire una svolta che, non rapida, né per alcuni indolore, segnerà il processo di maturazione di una città che vuole credere in un futuro di modernità.

Se davvero quindi vogliamo credere che la nostra città possa assumere competitività in ambito nazionale ed europeo urge risolvere il problema della mobilità interna che, non risolto, rischia di svalutare gli sforzi, non meno importanti, intrapresi in altri ambiti.

Riteniamo pertanto che solo quando il processo di conversione all'uso del mezzo pubblico, che con il trasporto pubblico di massa a guida vincolata è reso affidabile, veloce, sicuro e non inquinante, avrà preso il sopravvento, la città potrà mutare aspetto pur rimanendo ancorata al proprio carattere mediterraneo e alle proprie tradizioni.

In definitiva, noi vogliamo credere in questo futuro proseguendo, pur disponibili ad ascoltare critiche costruttive e ad accogliere tutti i suggerimenti utili, lungo il percorso tracciato che, peraltro, con la realizzazione di un primo stralcio di opere (per le quali lo Stato ha sancito supporto finanziario) consentirà nel breve tempo di ampliare la rete interna e di valorizzare molte aree della città con rilevanti interventi di riqualificazione urbana.

Realizzati tali primi interventi, potrà essere perfezionata la regolamentazione dei flussi di traffico e reso minimo ogni disaggio determinato dall'inquinamento ambientale ed acustico anche con l'incremento dell'uso di mezzi alternativi privati di tipo ecologico.

In tal modo si aggiungerà un tassello ad un processo di cui certamente la nostra città sente necessità: l'eliminazione, se pur graduale, di una serie di distorsioni che non collaborano certo a fare di noi buoni cittadini, educati, sereni e consapevoli di vivere in un contesto civile e socialmente sviluppato, la cui visibilità può solo manifestarsi nell'ambito evolutivo delle popolazioni.

9. ELENCO DEGLI ELABORATI GRAFICI

TAV. 01	Riassunto tracciati	1:25000
TAV. 01a	Riassunto tracciati - PRG	1:25000
TAV. 01b	Riassunto tracciati- geolitologica	1:25000
TAV. 01c	Riassunto tracciati- rischi geomorfologici e idrogeologici	1:25000
TAV. 01d	Riassunto tracciati - regime dei vincoli vigenti	1:25000
TAV. 02	Riassunto nuovi tracciati NORD	1:10000
TAV. 02a	Riassunto nuovi tracciati NORD - PRG	1:10000
TAV. 03	Riassunto nuovi tracciati SUD	1:10000
TAV. 03a	Riassunto nuovi tracciati SUD - PRG	1:10000
TAV. 04	Nuove tratte tram - tratta A – Balsamo - Croce Rossa (6-1)	1:5000
TAV. 05	Nuove tratte tram - tratta B – stazione Notarbartolo – Duca della Verdura – Libertà - (5-1)	1:5000
TAV. 06	Nuove tratte tram - tratta C – Orleans – Calatafimi - (4-1)	1:5000
TAV. 07	Nuove tratte tram - tratta D – Orleans - Bonagia - (4-1)	1:5000
TAV. 08	Nuove tratte tram - tratta E – Croce Rossa – Parcheggio Galatea – Hotel Palace Mondello - (6-2)	1:5000
TAV. 09	Nuove tratte tram - tratta F – Stazione Centrale – Foro Umberto I Libertà - (5-2)	1:5000
TAV. 10	Nuove tratte tram - tratta G – Lanza di Scalea - Sferracavallo	1:5000
TAV. 11	Sezioni Tipo	1:200
TAV. 12	Esempi delle alternative progettuali	1:2000
TAV. 13	Offerta di soste a servizio delle nuove linee tranviarie	1:25000
TAV. 14	Tracciati tranvia e tranvia veloce	1:25000