

COMMITTENTE



COMUNE DI PALERMO
AREA INFRASTRUTTURE E TERRITORIO

PROGETTISTA

ATI:



(Capogruppo Mandataria)



DOMINIQUE PERRAULT
ARCHITECTE

METROPOLITANA AUTOMATICA LEGGERA DELLA CITTA' DI
PALERMO
PRIMA LINEA
TRATTA FUNZIONALE ORETO/NOTARBARTOLO

PROGETTO PRELIMINARE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
RELAZIONE E ALLEGATI

COMMESSA	FASE	COMPARTO	DOCUMENTO	REV	SCALA	NOME FILE
MPA1	PP	SIA	INRS01	0	-	SIA_INRS01_0

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	AUTORIZZATO	PROGETTISTA
0	FEBBRAIO 2011	EMISSIONE	Prof. F.Provenzano	Prof. F.Provenzano	Cecchi	Cecchi	



Indice

- SEZIONE PRIMA

1. Premessa	pag. 1
2. Studio di Impatto Ambientale	pag. 3
2.1 Riferimenti normativi ed articolazioni	pag. 3
2.2 Lo scenario di studio	pag. 5
2.3 Le alternative	pag. 5
2.3.1 L'opzione zero	pag. 5
2.3.2 Lo Studio di Fattibilità	pag. 5
2.3.3 Il Progetto preliminare e le alternative realizzate	pag. 10

- SEZIONE SECONDA

1. Quadro di riferimento programmatico	pag. 13
1.1 La pianificazione e la programmazione a scala vasta e a livello settoriale	pag. 13
1.1.1 Il Piano dei Trasporti della Regione Sicilia. Piano Direttorio e Piani Attuativi	pag. 13
1.1.2 Il Piano Paesaggistico per l'Ambito 4	pag. 14
1.1.3 I Siti Natura 2000 e i Piani di Gestione	pag. 15
1.1.4 I Piani regionali per la qualità dell'atmosfera e della salute pubblica	pag. 19
1.1.5 La programmazione regionale per il sestennio 2006-2013	pag. 19
1.1.6 Analisi del quadro di riferimento programmatico provinciale	pag. 21
1.2 La pianificazione comunale	pag. 23
1.2.1 Il Piano Regolatore Generale	pag. 23
1.2.2 La procedura di Variante	pag. 24
1.2.3 Il Piano Strategico per la Mobilità sostenibile	pag. 24
1.2.4 Il Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU)	pag. 25
1.2.5 Il Piano Strategico Comunale	pag. 29
2. Quadro di riferimento progettuale	pag. 30
2.1 Sintesi	pag. 30
3. Quadro di riferimento ambientale	pag. 37
3.1 Componenti e fattori riferiti al bacino di studio	pag. 37
3.1.1 Aria ed atmosfera	pag. 37
3.1.2 Acqua	pag. 125
3.1.3 Risorse naturali	pag. 129
3.1.4 Fauna, flora, biodiversità e paesaggio	pag. 129
3.1.5 Sottosuolo e suolo	pag. 135
3.1.6 Popolazione e salute umana	pag. 161
3.1.7 Paesaggio naturale e antropico del contesto di progetto	pag. 161
3.1.7.1 Sottoambito Oreto-Giulio Cesare	pag. 161
3.1.7.2 Sottoambito Giulio Cesare – Borsa	pag. 163



3.1.7.3 Sottoambito Borsa – Archimede	pag. 164
3.1.7.4 Sottoambito Archimede – Notarbartolo	pag. 166

SEZIONE TERZA

1. Lo scenario di progetto: interventi	pag. 168
1.1 Galleria di linea	pag. 168
1.2 Stazioni	pag. 168
1.3 Deposito officina	pag. 170
1.4 Parcheggio di interscambio	pag. 174
1.5 Impianti di linea e di stazione non di sistema	pag. 178
1.5.1 Impianti non connessi al sistema	pag. 178
1.5.2 Impianti di ventilazione	pag. 179
1.5.3 Impianti idrici-antiincendio	pag. 180
1.5.4 Impianti elettrici e speciali	pag. 181
1.5.5 Scale mobili	pag. 181
1.5.6 Ascensori oleodinamici	pag. 182
1.6 Modalità di realizzazione delle opere	pag. 183
2. Cantierizzazione prevista	pag. 184
2.1 Trincea e galleria artificiale di Oreto deposito	pag. 184
2.1.1 Fasi esecutive	pag. 184
2.1.2 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 186
2.2 Stazione svincolo Oreto	pag. 187
2.2.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 187
2.3 Stazione Oreto Sud	pag. 188
2.3.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 189
2.4 Stazione Oreto Nord	pag. 190
2.4.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 190
2.5 Stazione Giulio Cesare	pag. 193
2.5.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 193
2.6 Stazione Piazza Borsa	pag. 197
2.6.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 197
2.7 Stazione Massimo	pag. 199
2.7.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 199
2.8 Stazione Politeama	pag. 201
2.8.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 202
2.9 Stazione Archimede	pag. 203
2.9.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 204
2.10 Stazione Notarbartolo	pag. 205
2.10.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 206
2.11 Manufatto terminale	pag. 208
2.11.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico	pag. 209
2.12 Pozzi di ventilazione	pag. 211
3. Cronoprogramma	pag. 212



4. Interferenze - Viabilità, infrastrutture e servizi puntuali e di rete	pag. 217
4.1 Premessa	pag. 217
4.2 Rilievi ed indagini	pag. 217
4.2.1 Rilievi di superficie ed indagini visive	pag. 217
4.2.2 Indagini profonde	pag. 218
4.3 Metaprogetto	pag. 219
4.3.1 Organizzazione delle attività	pag. 219
4.3.2 Individuazione dei criteri progettuali	pag. 220
4.4 Progetto	pag. 220
5. Interferenze con i fabbricati	pag. 228
5.1 Premessa. Obiettivi, contenuti e metodologia	pag. 228
5.2 Indagini eseguite	pag. 230
5.3 Conclusioni	pag. 234
6. Indagini e soluzioni integrative a seguito della Conferenza con gli Enti di processo	pag. 237
6.1 Integrazioni indagini geologiche per la stazione Borsa	pag. 237
6.2 Studio delle stazioni	pag. 238
6.2.1 Deposito e parcheggio Oreto	pag. 238
6.2.2 Stazione svincolo Oreto	pag. 239
6.2.3 Percorso pedonale interrato di collegamento tra la stazione Svincolo Oreto e il parcheggio	pag. 239
6.2.4 Stazione Oreto Sud	pag. 239
6.2.5 Stazione Giulio Cesare	pag. 240
6.2.6 Stazione Borsa	pag. 241
6.2.7 Stazione Massimo	pag. 241
6.2.8 Stazione Politeama	pag. 243
6.2.9 Stazione Archimede	pag. 243
6.2.10 Aspetti idrogeologici	pag. 245
6.2.11 Analisi degli effetti delle susidenze	pag. 247
7. Terre e rocce di scavo	pag. 263
8. Descrizione degli impianti	pag. 272
9. Indagini, misure e azioni precauzionali. Linee guida per il monitoraggio e per l'integrazione delle performance ambientali	pag. 304
9.1 Generalità	pag. 304
9.2 Localizzazione	pag. 305
9.3 Obiettivi dello studio	pag. 306
9.4 Normativa ed obiettivi acustici	pag. 306
9.5 Legislazione acustica specifica concernente il rumore ferroviario	pag. 309
9.6 Riferimenti normativi sulle vibrazioni	pag. 312
9.7 Valutazione delle vibrazioni prodotte dai veicoli ferroviari	pag. 314
10. Scenario attuale ante operam	pag. 315



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

11. Sintesi dei rilievi	pag. 316
11.1 Simulazioni acustiche	pag. 316
11.2 Vibrazioni	pag. 326
12. Impatto durante la fase di costruzione	pag. 330
SEZIONE QUARTA Conclusioni. Sintesi degli impatti e misure di mitigazione	pag. 337
SCREENING DELLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE DEL PROGETTO CON LE STRATEGIE GESTIONALI PER LA CONSERVAZIONE E LA VALORIZZAZIONE DEGLI HABITAT E DELLE RISORSE DEL S. I. C. ITA 020012 VALLE DEL FIUME ORETO.	pag. 364



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

SEZIONE PRIMA

1. Premessa

Il progetto per la "Metropolitana leggera della città di Palermo" si colloca in un complesso processo istituzionale costituito dai seguenti strumenti, atti e procedure:

- La Legge Regionale 9/86, che conferisce alla Provincia Regionale competenza primaria in materia di trasporti sia per l'organizzazione di servizi di trasporto locale sia per la costruzione di infrastrutture di interesse sovracomunale.
- L'Accordo di Programma del 9/2/1996 stipulato dalla Provincia e dal Comune di Palermo, nel quale si prevede per l'area urbana di Palermo, un sistema integrato di trasporto pubblico basato sulla presenza e coesistenza di una pluralità di vettori: metropolitana, tram, bus e FS. Tenuto conto dei sistemi esistenti di trasporto pubblico urbano su gomma e di trasporto ferroviario nonché della compatibilità reciproca tra linea metropolitana e linea tranviaria, erano stati previsti la chiusura dell'anello ferroviario in sotterranea da Giachery alla Stazione Centrale, e le linee tranviarie con capolinea Roccella e C.so Calatafimi, nella consapevolezza che la realizzazione di una parte del sistema non interferisse negativamente con la possibilità di realizzare successivamente le rimanenti parti del sistema stesso.
- La successiva intesa del 15/1/1999 tra Comune e Provincia di Palermo nel quale si ribadiva l'intento di realizzare il sistema integrato di trasporto basato sulla metropolitana leggera, sulla chiusura dell'anello ferroviario e su alcune linee tranviarie.
- La scheda informativa per Agenda 2000, nella quale era inserita la previsione di larga massima, redatta dall'AgensUD, di una metropolitana leggera automatica.
- La conferma dell'intento della Giunta Provinciale, espresso nella seduta del 18/1/2000 di realizzare il sistema integrato di trasporto comprendente la metropolitana leggera, la chiusura dell'anello ferroviario e l'avvio della fase progettuale della metropolitana leggera automatica in coerenza con i documenti di programmazione dei fondi strutturali 2000/2006 - che indicavano questo sistema come valido per abbattere la congestione del traffico e ridurre l'inquinamento acustico e ambientale.
- La conseguente determinazione di procedere con gli studi, le analisi e le indagini da porre a base del progetto preliminare.
- L'invito rivolto dall'Amministrazione Provinciale il 18/5/2000 all'Istituto di Costruzioni Stradali dell'Università degli Studi di Palermo a dichiarare la disponibilità ad accettare l'incarico per lo studio di fattibilità di una metropolitana leggera automatica, a seguito del quale, viene di fatto



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

affidato l'incarico dalla Giunta Provinciale con delibera del 22/6/2000 e stilata apposita convenzione siglata tra il Magnifico Rettore ed il Presidente della Provincia di Palermo.

a) La consegna dello studio di fattibilità relativo agli aspetti tecnico economici, articolato nei seguenti argomenti:

- Sintesi
- Analisi socio economica
- Quadro di riferimento programmatico
- Studio trasportistico
- Impianto di linea metropolitana proposto
- Aspetto geologici, geomorfologici e idrogeologici
- Aspetti geotecnici
- Aspetti ambientali
- Analisi economiche

b) Il "Piano Integrato del Trasporto Pubblico di massa a guida vincolata" approvato con Delibera di C.C. n. 103 del 30/05/02.

Nel 2005 la Direzione Area Infrastrutture e Territorio del Comune di Palermo emana il bando per la progettazione preliminare della prima tratta della Metropolitana Leggera di Palermo. A seguito dell'aggiudicazione della gara all'Associazione temporanea costituita da SYSTRA S.A., mandataria, INGEGNERIA Y ECONOMIA DEL TRASPORTE S.A. (INECO), LOMBARDI-REICO INGEGNERIA srl, DOMINIQUE PERRAULT, TECHNITAL S.P.A., viene sottoscritto dalle parti il Disciplinare di incarico (rep.n° 13 del 5/09/2005). Il progetto sarà consegnato dall'ATI tra il maggio 2006 e il febbraio 2007.

Con deliberazione della Giunta comunale n.107 del 16/05/08, trasmessa all'ATI dall'Ufficio Completamento Interventi ex OPCM 3255/02 con nota del 28/05/08 prot.n.386363, l'Amministrazione comunale di Palermo prende atto, in variante allo strumento urbanistico vigente, del progetto della Metropolitana di Palermo. In data 19/01/09 ha luogo, presso l'Assessorato Regionale Trasporti, la prima Riunione Operativa con gli Enti preposti alle approvazioni del progetto, nella quale venivano sollevati rilievi su alcuni aspetti progettuali da parte in particolare del Genio Civile e del Dipartimento del Corpo Miniere dell'Assessorato Industria. Sono state successivamente tenute altre riunioni operative con alcuni Enti, in particolare il Genio Civile e la Soprintendenza, da cui sono scaturite ulteriori prescrizioni in merito alle esigenze di cui tenere conto nella progettazione. Con la "nota sulle osservazioni espresse dagli enti agg.dic.2009" del 24/02/2010 prot.2010/79, trasmessa all'Ufficio Completamento Interventi Ex OPCM 3255/02 del Comune di Palermo, veniva dato riscontro a tutte le osservazioni espresse nel corso delle diverse



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

riunioni, anche attraverso rielaborazioni del progetto e studi di nuove proposte, ed in particolare alle note scritte del Settore Urbanistica del Comune prot. 808101 del 20/11/08 e n°656086 del 10/09/09, alla nota della Soprintendenza BB.CC.AA. n°8159 del 19/10/09 ed alla nota di RFI n.1626 del 17/02/09. Le modifiche apportate hanno sono state opportunamente inserite nella documentazione di progetto e si sono adeguati gli elaborati che riguardano in particolare la parte economica ed amministrativa del progetto. Le tavole allegate alla nota sostituiscono di fatto le corrispondenti tavole di progetto e sono contenute in apposito elenco degli elaborati il quale specifica gli elaborati integrativi e/o sostitutivi ed indica gli elaborati che dovranno essere aggiornati nella successiva fase progettuale a carico dell'aggiudicatario delle opere ai soli fini della congruenza progettuale (la stima delle opere è già aggiornata in relazione alle prescrizioni impartite).

2. Lo Studio di Impatto Ambientale

2.1 Riferimenti normativi e articolazione

Il Dlgs. 152/06 e sue ss.mm. e ii. trattano e normano in maniera organica lo scenario della valutazione ambientale, definendo, all'interno di un testo unico procedure, metodi e strumenti cogenti supportati e orientati dal principio della **precauzione, dell'azione preventiva, della correzione**.

*"3-ter. Principio dell'azione ambientale 1. La tutela dell'ambiente e degli ecosistemi naturali e del patrimonio culturale deve essere garantita da tutti gli enti pubblici e privati e dalle persone fisiche e giuridiche pubbliche o private, mediante una adeguata azione che sia informata ai principi della **precauzione, dell'azione preventiva, della correzione**, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché al principio «chi inquina paga» che, ai sensi dell'articolo 174, comma 2, del Trattato delle unioni europee, regolano la politica della comunità in materia ambientale."*

Il Testo Unico Ambientale, nella sua ultima versione, dispone all'art. 22 la seguente articolazione dello Studio di Impatto Ambientale:

Art. 22. Studio di impatto ambientale 1. La redazione dello studio di impatto ambientale, insieme a tutti gli altri documenti elaborati nelle varie fasi del procedimento, ed i costi associati sono a carico del proponente il progetto. 2. Lo studio di impatto ambientale, è predisposto, secondo le indicazioni di cui all'allegato VII del presente decreto e nel rispetto degli esiti della fase di consultazione definizione dei contenuti di cui all'articolo 21, qualora attivata. 3. Lo studio di impatto ambientale contiene almeno le seguenti informazioni: a) una descrizione del progetto con informazioni relative alle sue caratteristiche, alla sua localizzazione ed alle sue dimensioni; b) una descrizione delle misure previste per evitare, ridurre e possibilmente compensare gli impatti negativi rilevanti; c) i dati necessari per individuare e valutare i principali impatti sull'ambiente e sul patrimonio culturale che il progetto può produrre, sia in fase di realizzazione che in fase di esercizio; d) una descrizione sommaria delle principali alternative prese in esame dal proponente, ivi compresa la cosiddetta opzione zero, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo dell'impatto ambientale; e) una descrizione delle misure previste per il monitoraggio. 4. Ai fini della predisposizione dello studio di impatto ambientale e degli altri elaborati necessari per l'espletamento della fase di valutazione, il proponente ha facoltà di accedere ai dati ed alle



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

informazioni disponibili presso la pubblica amministrazione, secondo quanto disposto dalla normativa vigente in materia. 5. Allo studio di impatto ambientale deve essere allegata una sintesi non tecnica delle caratteristiche dimensionali e funzionali del progetto e dei dati ed informazioni contenuti nello studio stesso inclusi elaborati grafici. La documentazione dovrà essere predisposta al fine consentirne un'agevole comprensione da parte del pubblico ed un'agevole riproduzione.

Sulla base delle indicazioni e dei contenuti prescritte dal TUA, lo Studio individua, in via preliminare lo scenario sul quale il progetto agisce e rilascia effetti e impatti, declinato nei seguenti livelli:

c) locale: l'ambito urbano di riferimento;

d) extralocale: la dimensione territoriale avuto riguardo alle refluenze (anche in termini di costi-benefici socio-ambientali), agli effetti e agli impatti diretti e indiretti e nella prospettiva che l'intervento orienta comportamenti riferiti alle modalità e intermodalità dei trasporti e della mobilità. Sarà comunque rilevante il ruolo che l'Amministrazione proponente avrà nel governare gli obiettivi di progressiva riduzione del parco veicoli privato a favore del Trasporto Pubblico integrato a guida vincolata tram-ferrovia-metro (che impegna e condiziona attualmente - e presumibilmente per il prossimo decennio con cantieri già attivi e in fase di avvio, vaste aree urbane).

Per quanto attiene alle informazioni e ai contenuti richiesti ai comma 3 e 4 dell'art. 22 del TUA, lo Studio viene declinato in Quadri di riferimento - programmatico, progettuale e ambientale, aggiornati all'agosto 2010, data di consegna delle integrazioni progettuali.

In riferimento infine ai dati utilizzati per l'analisi ambientale iniziale, soprattutto per le componenti e i fattori ambientali interessati dall'intervento, si rassegna quanto segue:

a) il periodo di riferimento è all'incirca di un decennio, considerando i dati esposti nel Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU), nel Rapporto dell'Agenda 21L e nel Piano Strategico della Mobilità Sostenibile del Comune di Palermo;

b) la maggiorparte dei dati, soprattutto riferiti alla componente "atmosfera" e all'inquinamento acustico, sono tratti dagli Annuari ARPA Sicilia e dagli studi e dai rilevamenti effettuati dall'AMIA (Azienda Municipale Igiene Ambientale) di Palermo, da studi specialistici effettuati a partire dal 2002 e dai rapporti di Legambiente Sicilia;

c) il periodo di osservazione per i trend ambientali dell'intervento e le prospettive di scenario si colloca tra la data presunta di avvio dell'infrastruttura (condizionata dall'erogazione del finanziamento e dal completamento delle procedure connesse alla VIA, come dall'affidamento dei lavori) che si è solo potuta ipotizzare e fissare al 2013;

d) le considerazioni sugli impatti positivi dell'infrastruttura sono solo limitate alla tratta funzionale e alla Prima linea e sulla base delle sinergie attivabili con la reale integrazione del sistema di trasporto a guida vincolata e anche a seguito di processi e azioni che l'Amministrazione dovrà porre in essere, anche in riferimento ai PUT, attuativi del PGTU.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

2.2 Lo scenario di studio

A livello di bacino locale, la tratta funzionale della Prima linea della Metropolitana leggera Oreto-Notarbartolo interessa una significativa porzione della città storica e della città ottocentesca, coinvolgendo solo in parte il tessuto moderno o contemporaneo.

La perimetrazione e la profondità di fascia di studio vengono orientate sia da elementi e fattori espressi dal contesto, sia dall'ubicazione dei cantieri, sia dalla tipologia che dalle modalità di intervento.

L'ambito urbano di diretta influenza è stato così scomposto:

- a) sottoambito Oreto-Giulio Cesare;
- b) sottoambito Giulio Cesare - Borsa;
- c) sottoambito Borsa - Archimede;
- d) sottoambito Archimede - Notarbartolo.

Il superiore livello viene indagato per gli effetti e gli impatti indotti nelle varie fasi in cui si articola l'intervento (cantiere, costruzione ed esercizio) e riguarda l'ambito metropolitano in riferimento alla tematica trasporti e scariche di riferimento alle azioni progettuali e agli effetti sulla mobilità in fase di esercizio, anche se limitatamente alla prima tratta.

2.3 Le alternative

Lo Studio, in ossequio a quanto disposto dal comma d), dell'articolo 22 del TUA, contiene *una descrizione sommaria delle principali alternative prese in esame dal proponente, ivi compresa la cosiddetta opzione zero, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo dell'impatto ambientale.*

2.3.1 L'opzione zero

2.3.2 Lo Studio di Fattibilità

Lo Studio di Fattibilità propone quattro soluzioni progettuali alternative (Fasi Funzionali) e valuta i carichi di passeggeri per singola tratta, ripartiti per provenienza.

Gli elementi dell'analisi sono ricavati dallo studio trasportistico, che esamina la mobilità nell'area metropolitana di Palermo e la previsione della sua variazione per effetto di una sostanziale ristrutturazione dell'offerta dovuta all'introduzione di una metropolitana leggera.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Lo studio trasportistico, il cui scopo principale è quello di valutare la domanda attuale nonché quella futura e la ripartizione modale per effetto dell'inserimento della nuova linea di metropolitana, è stato articolato secondo i seguenti punti fondamentali:

- Definizione dell'area di studio;
- Zonizzazione;
- Modellizzazione dell'offerta attuale;
- Modellizzazione e stima della domanda attuale;
- Ristrutturazione dell'offerta, ovvero nuova schematizzazione con inserimento della linea di metro nelle diverse ipotesi funzionali;
- Stima delle variazioni di ripartizione modale nelle nuove configurazioni dell'offerta.

Definita l'area di studio, e confermando i limiti del bacino di utenza interessati dall'intervento stabiliti nel P.G.T.U., si è ripresa in modo integrale la zonizzazione di detto Piano.

Al fine di consentire la modellizzazione del sistema di trasporto, il territorio comunale è stato suddiviso in 200 zone di traffico, per le quali si sono concentrati i punti di inizio e fine degli spostamenti che interessano le zone, in un unico punto fittizio, il centroide di zona.

Inoltre le relazioni di domanda e offerta con l'ambiente esterno all'area di studio, sono state schematizzate a mezzo di 13 centri situati sul cordone esterno della zonizzazione; essi rappresentano l'intersezione tra la linea immaginaria di cordone della città e le principali direttrici che vi convergono.

I dati della mobilità utilizzati nello studio, sintetizzati nella matrice origine destinazione O/D relativa agli spostamenti per la fascia oraria di punta mattutina (8.00 – 9.00) della giornata feriale tipo, sono stati ottenuti in base ai risultati di indagine a domicilio e su strada, condotta nel corso della redazione del P.G.T.U. nel 1996.

La matrice O/D del 1996 è stata successivamente corretta e aggiornata utilizzando i flussi rilevati su alcuni archi della rete di trasporto privata, a cura del Comune di Palermo nella primavera del 1999. Tale aggiornamento è stato effettuato adoperando la matrice O/D privata del 1996 (P.G.T.U.) come matrice di riferimento e utilizzando i valori dei flussi veicolari rilevati nel 1999 come dati di base per il processo di correzione della matrice stessa.

I dati relativi al trasporto pubblico collettivo provengono anch'essi dall'analisi di mobilità eseguita durante la redazione del P.G.T.U. Aggregando le zone secondo le 8 Municipalità definite nell'ambito della Variante al Piano Regolatore Generale, si osserva come le Municipalità Oreto e Libertà-Montepellegrino siano le zone che attraggono più traffico.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Pur ritenendo probabile un incremento nel tempo della domanda complessiva di mobilità, nello studio si è preferito ammettere che detta domanda si mantenga costante nel tempo.

La schematizzazione dell'offerta di trasporto attuale è stata assunta coincidente con quella adottata dal Comune di Palermo a meno di alcuni aggiornamenti. Il grafo della rete stradale, predisposto dal P.G.T.U. è stato successivamente aggiornato a cura del Comune.

Nell'ambito dello studio si sono fatte ulteriori ipotesi sugli archi connettori per tenere conto di alcune variabili come: il numero di posti destinati alla sosta tariffata o non, di un controllo della sosta illegale, dell'incentivazione dello scambio modale (inserendo dei parcheggi di interscambio), dei tempi medi di attesa degli utenti alla fermata e degli eventuali tempi di trasbordo, nonché dei tempi di trasferimento a piedi. La rete di trasporto pubblico è stata schematizzata da un insieme di direttrici rappresentative degli ipercammini ridotti effettuati dall'utenza.

L'offerta di trasporto pubblico schematizzata nello studio comprende una direttrice principale Nord – Sud su cui è stata inserita la metropolitana e che è già servita da linee di trasporto pubblico gommato che viaggiano su corsie riservate, da direttrici di adduzione e dalla rete ferroviaria. Per la linea ferroviaria urbana oltre alle fermate già esistenti si sono inseriti nodi che schematizzano un intervento di potenziamento della linea.

E' stato assunto che le prestazioni degli archi della rete di trasporto pubblico dipendano esclusivamente dalla velocità commerciale ipotizzata e siano indipendenti sia dal carico di persone sia dal flusso veicolare sui corrispondenti archi stradali.

Il modello usato è un modello di equilibrio con domanda elastica su rete multimodale.

Il calcolo della domanda di trasporto potenziale attesa sulla linea della metropolitana leggera è stato impostato considerando alcuni aspetti particolari:

- il carico complessivo di utenti sulla linea di metropolitana leggera è dato dalla somma di quelli che già usano il mezzo pubblico e di quelli trasferiti dal mezzo privato, ottenuto dall'assegnazione della matrice O/D privata dell'ora di punta del giorno feriale medio;

- sono stati individuati differenti scenari per valutare l'effetto sulla ripartizione modale di diverse politiche di tutela e incentivo all'utilizzo del mezzo pubblico collettivo da attuare in concomitanza alla realizzazione dell'intervento oggetto di studio:

- lo scenario basso non prevede alcun intervento da parte dell'Amministrazione volto ad incentivare l'uso del mezzo pubblico;

- lo scenario medio prevede una politica di regolazione della sosta ed in particolare la repressione della sosta illegale e il divieto della sosta sulla viabilità principale;



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

lo scenario alto prevede, oltre a quanto indicato per lo scenario medio, un incremento della tariffazione della sosta in tutte le zone in cui è già applicata la tariffazione e in modo particolare nel centro della città particolarmente congestionato.

L'analisi sulla mobilità, la cui sintesi è stata riportata precedentemente, ha dovuto necessariamente fare riferimento ad una ipotesi di tracciato della linea metropolitana, che complessivamente si sviluppa da Oreto a Zen – Mondello.

Inoltre, nello studio si è ipotizzato di associare al tratto di linea compresa fra la Stazione Notarbartolo e la zona Sciuti – Restivo, un altro tratto di linea (posto a valle e pressoché parallelo al precedente) collegante la zona Notarbartolo (all'altezza di via Libertà) con la zona De Gasperi, connettendoli in corrispondenza dei loro estremi, in modo da formare una maglia a quadrilatero.

Gli scenari investigati sono stati rappresentati in 4 "Fasi Funzionali" in cui sono riportate per ogni direzione e per ogni arco i carichi passeggeri nell'ora di punta dello "scenario alto", tenendo conto come sopra suddetto che la domanda si mantiene costante nel tempo.

Dallo studio condotto in sede di fattibilità si possono trarre interessanti elementi di valutazione. In particolare, dalla Tabella seguente, in cui sono riportati i valori degli indicatori sintetici riferiti alle diverse fasi funzionali considerando lo scenario "alto" si ricava, per ogni fase funzionale, che la propensione all'impiego dell'auto si riduce considerevolmente ed è particolarmente significativa nello scenario in esame, ove è maggiore l'incentivazione politica all'utilizzo del mezzo pubblico.

L'inserimento della metropolitana determina, rispetto alla configurazione iniziale, un incremento della lunghezza media dello spostamento sulla rete privata. Nonostante l'incremento della lunghezza media dello spostamento, si registra un aumento della velocità media e, per il singolo spostamento, una riduzione del tempo medio di percorrenza sulla rete privata. Il numero annuo di viaggiatori sul mezzo pubblico aumenta notevolmente rispetto alla situazione attuale, mentre varia più limitatamente nel passaggio da una fase funzionale all'altra.

Il numero di viaggiatori annui sulla metropolitana, viceversa, registra un consistente incremento (oscillante tra il 27% ed il 32%) nel passaggio dalla fase funzionale A a quella B, dovuto anche alla presenza di un previsto parcheggio di interscambio in prossimità dello "Svincolo Oreto", mentre è meno significativo nei successivi passaggi.

La realizzazione di un anello centrale (fase funzionale C) che prevede l'inserimento del tronco metropolitano "Gentili – Stadio", non produce un miglioramento significativo (oscilla intorno al 10%) mentre si rileva una redistribuzione dei flussi individuati per la linea unica della fase B. Le variazioni della ripartizione modale sono trascurabili nel passaggio dalla fase funzionale C a quella D (oscilla intorno al 2.5%), come era facilmente prevedibile in quanto a Mondello si concentrano residenze prettamente estive. Comunque complessivamente ad intervento ultimato (Fase D) l'incremento del numero di passeggeri annui sulla metropolitana è del 49% rispetto alla Fase A. I carichi maggiori, si registrano nelle tratte comprese tra la Stazione Notarbartolo e la fermata del Massimo. Carichi rilevanti si hanno pure nel tratto in zona Oreto.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Indicatori sintetici	Iniziale	A	B	C	D
Auto circolanti in un anno (milioni)	182,799	110,178	106,368	105,612	104,769
Utenti annui su auto private (milioni)	237,639	143,231	138,278	137,296	136,200
Viaggiatori annui sul mezzo pubblico (inclusa nuova linea metropolitana) (milioni)	118,079	212,463	217,455	218,462	219,546
Viaggiatori annui sulla metropolitana (milioni)		77,394	102,381	112,455	115,347
% utenti su auto private	67%	40%	39%	39%	38%
% utenti su mezzo pubblico	33%	60%	61%	61%	62%

Tabella 1 Indicatori quantitativi per le diverse fasi funzionali (scenario alto)



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

2.3.3 Il Progetto preliminare e le alternative analizzate

Il tracciato di progetto è contenuto nell'allegata *Planimetria del tracciato di metropolitana in progetto*

La linea si sviluppa totalmente in galleria ed è realizzata con la previsione di due gallerie a via unica, di piccolo diametro, il cui tracciato planimetrico è stato oggetto di una serie di considerazioni tecniche indotte da una serie di elementi condizionanti, desunti dalle analisi e dagli studi, quali:

- Le risultanze delle analisi geologiche e geotecniche tese alla individuazione della caratteristiche geomorfologiche, idrauliche e geotecniche dei terreni da attraversare con le opere in galleria. **Lo studio degli aspetti geologici** ha per così dire operato in duplice senso, **propositivo** la dove le risultanze delle indagini manifestavano caratteristiche del sottosuolo adeguate all'attraversamento dello stesso in sicurezza (sicurezza passiva per il manufatto da realizzare e sicurezza attiva rispetto alla conservazione dello stato di stabilità dei manufatti esistenti in superficie), e di divieto la dove si sono evidenziate caratteristiche dei suoli inadeguate alle esigenze del progetto.

- Le risultanze delle **analisi sullo stato dei fabbricati**. Queste analisi, diffuse e puntuali, hanno registrato le peculiari caratteristiche dei fabbricati posti lungo la fascia potenzialmente interessata dallo sviluppo del tracciato di progetto. I manufatti sono stati esaminati nelle loro caratteristiche salienti, relative alla vetustà, al sistema costruttivo, al grado di conservazione, alle tipologie di fondazione, alla profondità dello stato fondale e ad ogni altro che potesse manifestare potenziali interferenze con lo sviluppo di gallerie al di sotto degli stessi. L'allegato n. 39 illustra la fascia di territorio interessata dalle indagini sullo stato dei fabbricati. Queste indagini hanno consentito, per successive alternative, di individuare il tracciato delle gallerie che rappresenta il luogo geometrico di minore impatto rispetto ai rischi indotti dai lavori sui fabbricati, tenuto conto anche del valore storico artistico di alcuni di essi.

- Le considerazioni relative alla **funzionalità dell'impianto** che hanno suggerito, anche sulla scorta di esperienze di analoghi impianti ormai universalmente riscontrate, la determinazione delle distanze tra le fermate e altre condizioni indotte dalla funzionalità tecnica dell'impianto, quali: la cadenza dei pozzi di areazione e la previsione di intersezioni con il prevedibile prolungamento della linea nel tratto che va dalla Stazione Archimede sino a Mondello. Questo tratto costituirà il completamento, oltre al primo tratto in studio, del previsto complessivo sviluppo della metropolitana ipotizzata dallo Studio di Fattibilità.

Le alternative esaminate non sono qualificabili come alternative di modalità, essendo tutte riferibili allo stesso sistema di linea metropolitana, quanto piuttosto di processo, in termini di alternativa di progetto. Queste possono essere classificate come segue:



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

- **Alternative di localizzazione.** Queste sono di sito per le opere puntuali, e di tracciato per le opere lineari.
- **Alternative tipologiche** che riguardano le caratteristiche di schemi funzionali distinti fra vari sistemi di metropolitana leggera che adottano treni con ingombri variabili e che comportano distinte tipologie di sezione di galleria, per ogni sistema ipotizzato.

Le alternative sono state poste a raffronto con l'impianto proposto nello Studio di Fattibilità, che ha costituito il referente del progetto per tutti gli aspetti urbanistici, trasportistici e di ingegneria complessiva dell'impianto.

Preliminarmente il gruppo di progettazione ha considerato **quattro possibili tracciati alternativi** per la linea della metropolitana, identificati con le sigle 1A e 2A per l'ipotesi di galleria unica a doppio binario, e 1B e 2B per l'ipotesi di due gallerie affiancate a singolo binario. Queste soluzioni sono derivate da una **analisi critica** del contenuto dello studio di fattibilità posto a base di gara.

La prima valutazione affrontata è stata inerente alle caratteristiche delle gallerie in ambito urbano densamente edificato, condizione questa che impone l'adozione del sistema di gallerie con scavo operato a foro cieco, che limitano al massimo le tratte eseguite in galleria artificiale.

Questa soluzione, certamente da preferire, limita le interferenze con la superficie stradale e con il traffico veicolare alla sola costruzione della stazione dei pozzi di ventilazione, posti questi a metà della tratta tra due stazioni consecutive.

Inoltre assicura una profondità media degli estradossi delle gallerie rispetto al filo stradale che va valutato in ragione della presa in conto di altri fattori, quali lo sviluppo delle rampe pedonali di accesso alle stazioni.

Il ricoprimento medio di terreno che si prevede in sicurezza al di sopra delle gallerie o del piano di imposta delle fondazioni degli edifici sottoattraversati, deve oscillare tra 1,8 e 2 diametri del foro scavato per la galleria, in quanto, al di sotto di questi diametri, intervengono necessità di consolidamenti, mentre superando i due diametri si annulla l'esigenza del consolidamento con conseguente riduzione dei tempi e dei costi.

Per i sistemi che escludono quelli a bassa capacità, del tipo People Mover, si possono utilizzare quattro sistemi, sia su gomma che su ferro, (sistema Val, sistema Ansaldo, sistema Alstom e sistema Bombardier), a ciascuno dei quali si associano gallerie di caratteristiche geometriche e sezione di scavo sensibilmente differenti.

Sulla scorta di queste valutazioni è stato redatto un **primo documento interlocutorio** con l'Amministrazione Comunale nel dicembre 2005 ed uno successivo nel febbraio 2006 che concludono con la scelta dei due tracciati, denominati 1A e 1B, rispettivamente a galleria unica e a



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

due gallerie a via unica. Il tracciato tipo 1 pertanto è stato esaminato nelle due soluzioni che comportano differenze sensibili negli schemi di stazione, distinti in tipo VAL e sistema Ansaldo.

L'allegato mette in evidenza le diverse sezioni di gallerie per il sistema Val e il sistema Ansaldo.

Va preliminarmente segnalato che il tipo con galleria unica comporta l'adozione di **stazioni con banchine laterali**, mentre il tipo a due gallerie prevede la **stazione con banchina centrale**.



SEZIONE SECONDA - I QUADRI DI RIFERIMENTO DELLO STUDIO D'IMPATTO AMBIENTALE

1. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

1.1 La pianificazione e la programmazione a scala vasta e a livello settoriale

Dalla data di elaborazione dello Studi di fattibilità e, successivamente, del Progetto preliminare si assiste ad una significativa attività di produzione e/o di avvio di strumenti e processi di programmazione e di pianificazione a livello regionale, soprattutto in concomitanza con l'evoluzione normativa nel settore ambientale e dei Quadri Strategici Nazionali che orientano i Programmi Operativi del sestennio 2000-2006 e di quello attuale (2007 - 2013).

Per quanto attiene alla normativa e alla programmazione e pianificazione di settore, la Regione Sicilia aveva già nel

1.1.1 Il Piano dei Trasporti della Regione Sicilia. Piano Direttorio e Piani Attuativi

L'intervento è coerente con la programmazione regionale di settore. Il Piano trasportistico regionale vede l'avvio – e le successive fasi di assetto, a partire dalla fine degli anni novanta. Si compone di un Piano Direttorio e di Piani Attuativi. La gerarchizzazione e la scalarità della materia trasportistica vengono gestite attraverso una plurimodalità che tiene conto delle priorità e degli obiettivi ambientali dell'Europa (trasporto combinato nave-treno e abbattimento della flotta gommata) ma che si scontra con la vetustà e l'inadeguatezza della rete trasportistica regionale.

Il Piano Direttore costituisce lo strumento programmatico regionale finalizzato ad orientare e coordinare le politiche di intervento nel settore trasportistico, in coerenza con gli indirizzi di pianificazione socioeconomica e territoriale della Regione Siciliana, ed a perseguire obiettivi di efficacia, efficienza, compatibilità ambientale e sicurezza del sistema dei trasporti. Le linee e le proposte del Piano Direttore recepiscono gli indirizzi di politica dei trasporti già formulati dagli Organi di governo della Regione e sono correlate allo scenario nazionale così come delineato nel Piano Generale dei Trasporti e della logistica (PGTL) del gennaio 2001, approvato con delibera del Consiglio dei Ministri il 2 marzo 2001 ed a quello Comunitario (Quadro Comunitario di Sostegno 2000-2006), nonché allo Strumento Operativo per il Mezzogiorno, al Programma Operativo Nazionale 2000-2006 ed al Programma Operativo Regionale Sicilia 2000-2006. In relazione alla estensione temporale del processo di pianificazione, è significativo indicare le interrelazioni fra pianificazione strategica e pianificazione tattica, secondo le indicazioni di pianificazione a scala regionale indicate dal PGTL.

La pianificazione strategica si articola in un Piano Direttore, in Piani Attuativi e Studi di Fattibilità dei sistemi di trasporto, caratterizzati da un sempre maggiore livello di dettaglio, riferendosi lo studio di fattibilità ad opere specifiche indicate nei Piani prima enunciati.

Il Piano Direttore, individua le scelte “macro” individuate per il riassetto dei trasporti regionali, di valenza istituzionale, gestionale e infrastrutturale, e prevede gli indirizzi generali per la pianificazione dei servizi di trasporto di competenza degli enti locali, al fine di garantire il coordinamento con i livelli di pianificazione e programmazione infraregionale (Piani Provinciali e di Bacino, Piani Comunali, Piani Urbani di Mobilità, ecc.). I Piani Attuativi contengono le scelte di dettaglio, affrontando i temi specifici di ogni modalità di trasporto, nel rispetto delle scelte generali, integrabili secondo la logica di “processo”, già formulata nel



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Piano Direttore. Lo Studio di Fattibilità, inteso come analisi specialistica, conclude il processo di pianificazione strategica, con la valutazione molto dettagliata degli interventi, con la conseguente accettazione o esclusione dell'intervento stesso. Tuttavia, sulla base di esigenze evidenziate nelle due tipologie di piano sopra indicate, lo Studio di Fattibilità può anche riguardare interventi non indicati esplicitamente nel Piano Direttore e nei Piani Attuativi.

La Pianificazione tattica si riferisce alla programmazione degli interventi di breve periodo che hanno l'obiettivo di gestire ed ottimizzare l'uso dell'esistente (Piani Urbani del Traffico, Piani del Traffico Extraurbani Provinciali). È evidente che le scelte inserite nella Pianificazione tattica devono presentare connotati di coerenza con gli indirizzi generali della pianificazione strategica.

Seguendo le indicazioni del PGTL, la pianificazione regionale dei trasporti viene configurata come "Progetto di sistema", nel quale si parte dall'individuazione dei bisogni di mobilità, passeggeri e merci, per arrivare alla definizione del "Piano dei servizi integrati di trasporto" in grado di soddisfare la domanda con un adeguato livello di servizio ed, infine, alla individuazione delle nuove infrastrutture di trasporto necessarie alla attuazione del Piano dei servizi.

Il Piano dei servizi ed il Piano delle infrastrutture vengono definiti tenendo conto dei vincoli di bilancio degli Enti Locali di competenza rispettivamente in conto esercizio ed in conto capitale.

Il Piano Direttore è dimensionato sulla base delle effettive risorse finanziarie pubbliche attivabili sia per la realizzazione di infrastrutture che per la gestione della mobilità locale.

Il Piano, pertanto, non è visto come elencazione dettagliata, esaustiva e immutabile nel tempo degli interventi ritenuti necessari, ma quale insieme di regole, indirizzi ed obiettivi da seguire per individuare, a fronte di un quadro strategico complessivo, le scelte da fare secondo un criterio di dinamicità connesso alle necessità che si vanno presentando nel tempo sulla base della sostenibilità finanziaria anche con il coinvolgimento dei capitali privati nel rispetto della compatibilità con interventi già in atto e degli effetti sull'occupazione e la competitività delle imprese.

Il quadro degli indirizzi strategici sarà, quindi, dettagliato e arricchito seguendo una logica di "Piano processo", che consenta di strutturare, progressivamente, il Piano attraverso una serie di documenti redatti con continuità nel tempo. Ciò consentirà di tradurre in scelte operative le scelte strategiche, eventualmente da riformulare in relazione ai mutamenti nel sistema (individuati da opportuni indicatori quali monitoraggio) che possono manifestarsi in conseguenza dell'attuazione di interventi nei diversi ambiti di riferimento, portatori di interessi nel settore dei trasporti.

L'integrazione e l'aggiornamento del Piano Direttore consente di intervenire, se e quando ritenuto necessario, sulle scelte individuate, in modo da adeguarle, introducendo gli opportuni correttivi, anche con il contributo di altri soggetti che hanno titolo per operare scelte nel settore dei trasporti (Enti Locali, Enti economici pubblici, Aziende di servizio, ecc.) conseguentemente all'evoluzione del sistema socio-economico e territoriale di riferimento.

Nel contesto dei Piani attuativi – in riferimento alle strategie per il Trasporto stradale, emergono i seguenti obiettivi:

- Favorire nelle aree metropolitane la realizzazione di sistemi di trasporto leggero su ferro, radialmente, dalla periferia verso il centro e servire le aree urbane con reti di bus non impattanti a livello ambientale, sviluppando altresì la mobilità ciclistica mediante sistemi combinati (treno+bici, bus+bici, metro+bici, ecc);

1.1.2 Il Piano Paesaggistico per l'Ambito 4

Nel 2007 viene varata la proposta di Piano Paesaggistico per l'Ambito 4 a cura dell'ex Assessorato dei BB.CC.AA. E P.I, ora Assessorato per i BB.CC.AA. e Identità siciliana. Il Piano non è ancora



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

vigente, ma ha già espletato la fase di consultazione con gli Enti competenti (presentazione delle osservazioni nel 2009) e avvierà la sua fase di consultazione, con il Comune di Palermo, a partire dal settembre 2011.

Dalla ricognizione effettuata emerge come gli obiettivi di Progetto non determinino conflitti con gli aspetti di rilievo paesaggistico anzi tendono ad eliminare progressivamente uno dei “fattori critici” che le schede della proposta di Piano evidenziano: il degrado e la congestione urbana determinati soprattutto dal conflitto tra i valori urbani e paesaggistici e la pressione determinata dagli effetti della conurbazione, tra i quali emerge la problematica traffico e comunicazioni. Sui tali fattori il Progetto incide positivamente attraverso le azioni di decongestione e di liberazione del sistema urbano di riferimento.

1.1.3 I Siti Natura 2000 e i Piani di Gestione

Il Progetto non determina conflitti con gli obiettivi di conservazione dei Siti, anche in considerazione di Siti prossimi, o direttamente interessati. Nel contesto della redazione della Progettazione Preliminare è stata effettuata la Valutazione d'Incidenza in riferimento all'unica SIC interessata: SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*

L'indagine condotta sui tre comparti ambientali l'abiotico, il biotico e il socio-economico, ha consentito di valutare lo stato dell'ambiente e il valore delle risorse del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*, e di evidenziare la vulnerabilità-sensibilità agli impatti, attraverso l'analisi delle “criticità” ambientali riportata nel capitolo precedente.

Questi dati, messi a confronto con le tipologie di opere e/o degli interventi che caratterizzano la costruzione di questo primo tratto della Metropolitana, consentono di valutare significativamente la compatibilità del progetto con il raggiungimento dell'obiettivo previsto dalle Direttive n. 92/437 CE e n. 79/409 CE, di raggiungere uno “stato di conservazione soddisfacente” dei Siti Natura 2000. Secondo le suddette Direttive, la conservazione dell'ambiente e delle risorse dei SIC-ZPS deve essere ottenuta rimuovendo i conflitti in atto o potenziali tra attività umane ed evoluzione spontanea dei sistemi ecologici, nel rispetto delle specificità locali e delle esigenze territoriali di crescita economica.

L'attraversamento dell'alveo del fiume alla profondità di m. 18 evidenzia che la proposizione progettuale oggetto di questo studio, non può avere alcuna incidenza negativa sul SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*. La compatibilità del progetto non è limitata soltanto alla conservazione delle componenti ambientali del Sito, ma anche a tutte le altre azioni volte al potenziamento, alla valorizzazione e alla razionale fruizione delle sue risorse come:

- La riqualificazione e il ripristino dell'integrità ecologica dei sistemi ambientali, potenziando le capacità di rigenerazione e rinnovamento di tali sistemi;
- la ricostruzione di nuovi habitat e ambienti naturali, nel rispetto delle esigenze ecologiche e delle valenze naturalistico-ambientali;
- l'eliminazione e/o la mitigazione degli impatti sugli habitat e le specie;
- il recupero del paesaggio agrario tradizionale e valorizzazione delle risorse esistenti, con particolare riguardo alle specificità delle risorse locali e alle attività tradizionali;



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

- la razionalizzazione della fruizione del Sito, la comunicazione, la formazione e la valorizzazione delle attività economiche sostenibili, anche attraverso la partecipazione delle comunità locali alle scelte di gestione.

Nella sostanza, la costruzione della Metropolitana Leggera Automatica oltre ad essere compatibile con la tutela dell'ambiente e delle sue risorse naturali, è di notevole sostegno alla fruizione del SIC, con la creazione di una rete di collegamento efficiente e veloce con la città di Palermo.

Con la costruzione della metropolitana, l'incremento dei visitatori sarà di notevole ausilio alla realizzazione della politica di programmazione e di pianificazione ecologica illustrata nei cinque punti riportati più sopra, e, in particolare per quanto riguarda il recupero del paesaggio agrario tradizionale, l'agricoltura sostenibile e la valorizzazione dei prodotti biologici e dell'artigianato locale.

La compatibilità ambientale del progetto per la costruzione della prima tratta Oreto-Notarbartolo della metropolitana leggera automatica di Palermo con la vulnerabilità sensibilità del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto* che questa attraversa, nasce dall'assenza di interferenze dirette e/o indirette con la conservazione degli habitat e delle specie di questo Sito in quanto:

a) Il tratto di fiume intersecato in subalveo dal tracciato della metropolitana, è costituito dal tratto terminale del corso dell'Oreto il cui alveo scorre all'interno del tessuto urbano del quartiere Guadagna di Palermo. La cementificazione del letto e delle sponde hanno trasformato questo tratto fluviale dell'Oreto in un canale di scolo con acque fortemente inquinate. Ne consegue che anche l'attraversamento in superficie non sarebbe impattante considerato che non vi sono habitat meritevoli di tutela, la modesta componente biotica spontanea, presente nell'alveo, è costituita da poche specie nitrofilo-ruderali e che la vegetazione sulle golene non edificate, è costituita da ubertosi orti irrigui (vedi documentazione fotografica).

b) Il progetto non ha alcuna interferenza con l'ecosistema fluviale oggetto di valutazione, in quanto dal punto di vista strutturale il tracciato della metropolitana presenta profondità variabili in ragione dei vincoli ambientali. Di tali vincoli il più severo è costituito proprio dall'attraversamento del subalveo del fiume Oreto che avviene con due gallerie di diametro variabile compreso tra ml 5,70 e ml 6,30 e con il piano di rotolamento del treno **posto alla profondità di circa metri 18 al di sotto del piano della savenella di magra.**



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale



Foto 1- Aspetto degli effetti della cementificazione sui valori naturalistici del tratto fluviale dal ponte Oreto alla foce, evidenziati dalla canalizzazione dell'alveo, dall'assenza di vegetazione aloftica, dal carattere ruderale della vegetazione delle rive e dalla presenza di specie esotiche invasive.

c) Il progetto di metropolitana anche al di fuori del punto di attraversamento del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*, per lo sviluppo del suo tracciato in galleria, non può ingenerare oggettivamente alcuna interferenza negativa con gli habitat e le specie oggetto di valutazione, neanche ipoteticamente, in quanto il degrado del tratto di fiume dal ponte della via Guadagna alla foce interessato dal progetto, ha cancellato ogni segno di naturalità a causa delle modificazioni indotte dalle opere di sistemazione idraulica.

d) La costruzione del tracciato, delle stazioni, dei pozzi di areazione e di quant'altro necessita per la costruzione della metropolitana, come riportato nello studio di V.I.A. sulla prefattibilità ambientale del progetto redatto dallo Studio Provenzano, non hanno alcuna incidenza negativa sugli habitat e le specie del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*. Infatti, le opere che potenzialmente avrebbero



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

potuto determinare i maggiori impatti, costituite dai “pozzi di attacco” a cui sono legati la movimentazione dei mezzi e lo smarino proveniente dalle attività di scavo, per la loro ubicazione e per la logistica adottata per la loro costruzione, non possono essere compromissivi della qualità delle componenti ambientali a cui sono legate gli equilibri che regolano l’ecosistema fluviale in studio in quanto:

- La distanza del “pozzo d’attacco” che origina le gallerie che attraversano sottoterra l’alveo del fiume Oreto, è ubicato in prossimità dello svincolo Oreto, lungo la Circonvallazione. La sua posizione non può determinare alcuna interferenza con il SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto* e consente anche, per la sua posizione in una via di grande comunicazione extra urbe, di evitare impatti sulla sicurezza di esercizio della viabilità urbana da parte dei veicoli per il trasporto dei materiali.

• Le attività di cantiere per la costruzione della metropolitana che si svolgono sottoterra e il trasporto a discarica dello smarino, evitano tutti gli impatti più sopra evidenziati come l’accumulo dei materiali di scavo, la presenza di mezzi di movimentazione in superficie, le polveri, le emissioni e i rumori prodotti dalle macchine operatrici.

e) Non necessita l’apertura di nuove strade per l’accesso ai cantieri, in quanto i lavori si svolgono in ambito urbano già dotato della necessaria viabilità.

f) Tutte le tipologie di opere che necessitano per la costruzione della metropolitana essendo nel sottosuolo sono compatibili con i vincoli normativi e territoriali che gravano il SIC in quanto, come si evince dalla carta dei vincoli, sono tutti attinenti alle attività umane che sono svolte sul soprassuolo.

g) Anche per quanto riguarda le attività umane elencate nel capitolo 6.2, aventi potenziale o reale incidenza sul SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto* ai fini della tutela e della gestione valorizzativa degli habitat e delle specie che lo caratterizzano, la costruzione della metropolitana ha soltanto incidenza positiva migliorando in indotto, con l’incremento dei visitatori, la valorizzazione, la tutela e la razionale gestione delle sue risorse.

Risultati dello screening sulla compatibilità del progetto (Art. 4 del D. A. 30-03-2007).

I risultati di questo studio hanno messo in evidenza che le opere in progetto per la costruzione della Metropolitana Leggera Automatica di Palermo, non hanno alcuna incidenza negativa con gli obiettivi di tutela e salvaguardia ambientale, degli habitat, delle specie e degli ambienti faunistici che caratterizzano il Sito di Interesse Comunitario (SIC) ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*. A tali risultati si è pervenuti attraverso lo studio delle componenti dei comparti abiotico, biotico e socio-economico dell’ambiente interessato dalla proposizione progettuale, con particolare riferimento alla tipologia e distribuzione degli habitat, degli ambienti faunistici e delle specie animali e vegetali la cui tutela sta a fondamento del D. A. 30-03- 2007 da cui discende questo studio.

Nonostante l’analisi comparativa delle modificazioni che potevano essere esercitate dalle specificità progettuali sullo stato dell’ambiente sottoposto a tutela, avesse evidenziato chiaramente che le opere per la costruzione della metropolitana, per la loro ubicazione sottoterra, non potevano apportare alcuna modifica all’ambiente, si è voluto approfondire ulteriormente l’analisi. Tali approfondimenti sono stati indirizzati a dimostrare la compatibilità del progetto anche per quanto riguarda la vulnerabilità-sensibilità del Sito, rilevando i fattori di pressione antropica e delle criticità in atto e potenziali sugli habitat e le specie e i vincoli normativi e territoriali gravanti sul Sito. I risultati ottenuti hanno messo in risalto che il progetto non solo è compatibile con la tutela degli habitat e delle altre risorse del Sito, ma risulta anche strategico per la valorizzazione delle esternalità del SIC,



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

facilitandone l'accesso agli utenti. Infatti, il numero dei visitatori, nel determinare il successo delle funzioni museali, didattiche e scientifiche che stanno a fondamento dell'istituzione di un SIC, svolgono nel contempo la funzione di volano per l'ottenimento delle risorse economiche necessarie per realizzare gli interventi di tutela, di prevenzione e di mitigazione degli impatti, di ripristino degli equilibri ecosistemici e di riqualificazione ambientale .

Nella sostanza, la realizzazione della metropolitana leggera automatica nella città di Palermo, non apportando alcun impatto negativo e facilitando la fruizione del Sito, si pone positivamente nell'approccio strategico e funzionale alla costruzione della coerenza tra esigenze di tutela ed aspettative di sviluppo. Inoltre, il potenziamento della fruizione, pone la metropolitana come strumento per mediare le esigenze di conservazione con quelle della utilizzazione delle risorse, in un quadro di coerenza territoriale, organico e sistemico, in cui le diverse azioni concorrono alla conservazione del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*, attraverso il contenimento delle criticità e la valorizzazione delle potenzialità locali.

1.1.4 I Piani regionali per la qualità dell'atmosfera e della salute pubblica

In riferimento all'azione regionale volta al monitoraggio e alle azioni volte al superamento di soglie critiche di inquinamento della componente atmosferiche – in considerazione del fatto che Palermo rientra nelle Zone A di Piano, soggette ai Piani di Azione, il Progetto concorre all'obiettivo regionale in quanto:

1. per effetto dell'integrazione tra l'azione della pianificazione comunale (Piano miglioramento della qualità dell'aria) e il livello superiore (il Piano regionale);
2. la progressiva riduzione del mezzo privato per effetto del trasporto pubblico integrato (metro-tram-ferrovia e bus urbani);
3. la decongestione del traffico veicolare e delle concentrazioni degli inquinanti per effetto dell'azione fluidificante della gestione della circolazione viabilità e delle aree di sosta nonché delle nuove aree pedonali e ciclo-pedonali;
4. il monitoraggio della qualità dell'aria.

1.1.5 La programmazione regionale per il sestennio 2006-2013

Le coerenze tra l'intervento e la programmazione regionale si evincono nel contesto del PO FESR 2007-2013:

- "Asse 6 - sviluppo urbano sostenibile

L'obiettivo generale assunto dall'Asse è quello di **"Promuovere lo sviluppo economico, la capacità attrattiva e innovativa delle città in un'ottica di sviluppo sostenibile e di integrazione sociale"**.

In tal senso, l'obiettivo globale dell'Asse viene declinato in due obiettivi specifici:

6.1 Potenziare i servizi urbani nelle aree metropolitane e nei medi centri

6.2 Creare nuove centralità e valorizzare le trasformazioni in atto, realizzando nuovi poli di sviluppo e servizio di rilevanza sovra-locale.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

- la strategia dell'asse prioritario 1 "*Reti e collegamenti per la mobilità*" in particolar modo con l'obiettivo specifico 1.3 "*Migliorare le condizioni di circolazione di merci e persone, riducendo la mobilità con mezzo proprio nelle aree urbane, potenziando i sistemi di trasporto pubblico di massa e ottimizzando l'offerta di trasporto attraverso le reti immateriali*"

- Ob. spec. 6.1.3: Adeguare a criteri di qualità ambientale e sociale le strutture dei servizi e della mobilità urbana

- a) interventi a favore delle amministrazioni concedenti servizi di trasporto pubblico per il potenziamento ed il rinnovo delle flotte con veicoli a basso impatto ambientale (catg. nn. 26, 52);
b) incentivi alla redazione di piani della mobilità e per lo sviluppo del *car sharing* (catg. n. 52);

- 3.3 Integrazione strategica dei principi orizzontali

3.3.1 Sviluppo sostenibile

Relativamente all'Asse Prioritario 1, è possibile desumere un'articolazione dello stesso per settori modali, distinti in 4 ambiti:

- potenziamento delle infrastrutture primarie e secondarie (sistema ferroviario e stradale);
- potenziamento dei nodi per il trasporto delle merci e logistica;
- trasporto pubblico locale e mobilità urbana;
- potenziamento delle reti immateriali per il miglioramento delle condizioni di circolazione di merci e persone.

Tra le diverse modalità di trasporto sono dichiaratamente privilegiate quelle "sostenibili", avendo deciso di allocare per le stesse almeno il 60% della dotazione finanziaria dell'intero Asse anche attraverso interventi volti a ridurre la mobilità con mezzo proprio nelle aree urbane, in particolare, completando e potenziando i sistemi di trasporto pubblico di massa delle aree metropolitane.

Il Progetto, inoltre attiva la sua coerenza con il PAR FAS 2007-2013:

"2. - *Priorità FAS: Reti di trasporto e mobilità*

Priorità QSN: Reti e collegamenti per la mobilità

Obiettivo specifico della politica di sviluppo regionale: Innalzare il livello di soddisfacimento delle esigenze di mobilità a scala regionale, favorendo l'accessibilità interna ed esterna del territorio siciliano, mediante la realizzazione di un sistema di trasporto sempre più integrato e interconnesso e soddisfacendo le esigenze di mobilità sostenibile delle grandi aree metropolitane

Obiettivi attuativi:

2.a - Completare, qualificare funzionalmente e potenziare le reti di trasporto primaria e secondaria, migliorando i livelli di accessibilità e favorendo il riequilibrio modale mediante la realizzazione e la riqualificazione dei nodi infrastrutturali

2.b - *Garantire l'accessibilità e una mobilità sostenibile nelle aree urbane, potenziando i sistemi di trasporto pubblico di massa a guida vincolata*

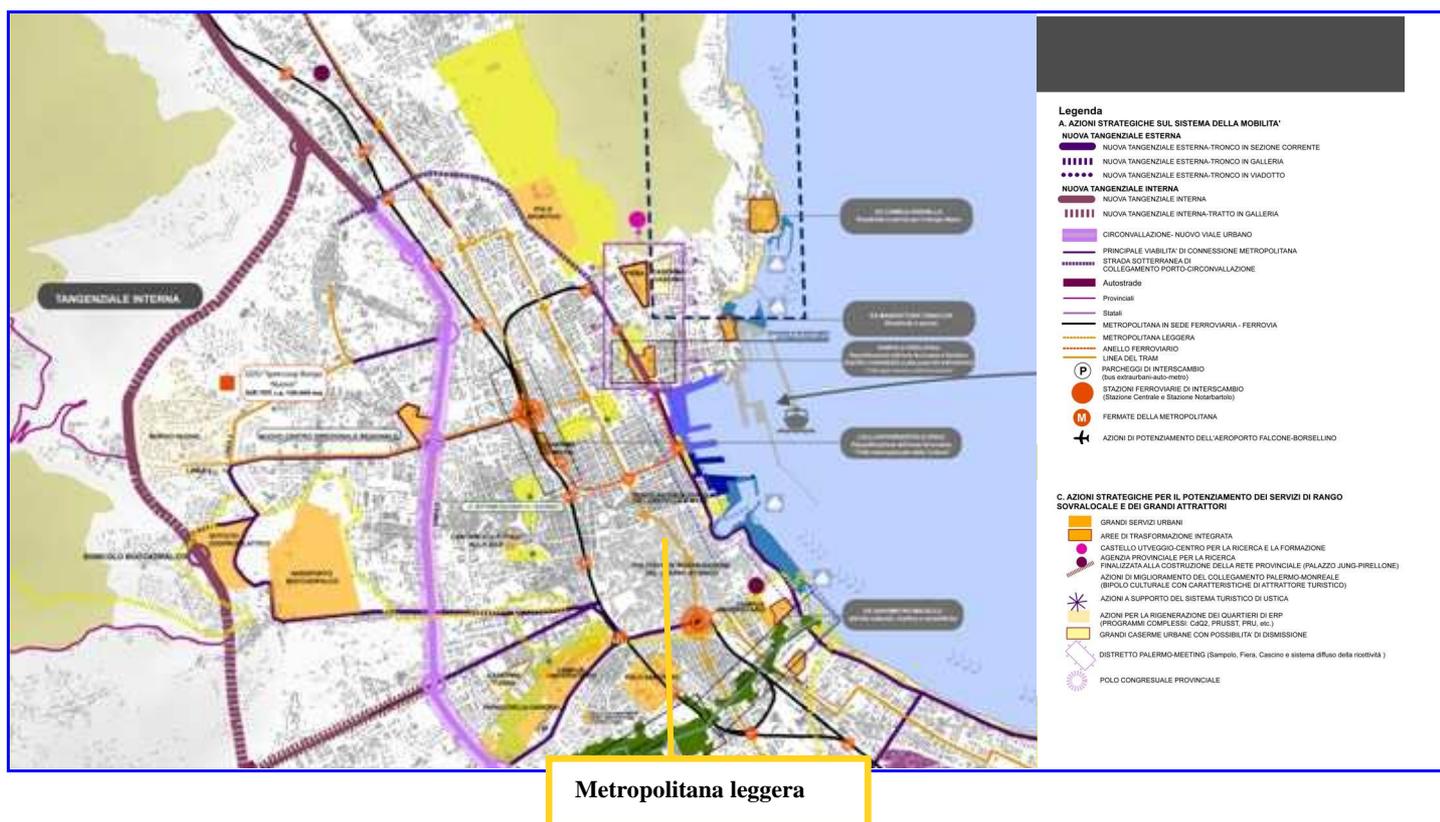


1.1.6 ANALISI DEL QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO PROVINCIALE

Le linee guida del Piano Strategico della Provincia Regionale di Palermo - Lo schema di massima del Piano per lo Sviluppo Economico e Sociale della Provincia Regionale di Palermo - Lo schema di massima del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia Regionale di Palermo

Anche in riferimento a questi strumenti, e per quanto attiene gli obiettivi strategici del Progetto – opportuna rilocalizzazione degli attrattori, razionalizzazione del sistema delle accessibilità e della mobilità locale ed extralocale, miglioramento della qualità della vita e attuazione degli obiettivi di coesione sociale si generano le opportune coerenze con i Piani provinciali, soprattutto in riferimento ai seguenti fattori:

a) il Piano Strategico della Provincia inserisce nella strategia di accessibilità la liberazione delle aree centrali dai veicoli attraverso la realizzazione del sistema delle tangenziali.



Metropolitana leggera

Figura 1 Piano Strategico per la competitività e la coesione del sistema provinciale – Integrazione del Piano Strategico di area vasta con il Piano Strategico di Palermo

b) nell'ambito degli strumenti di assetto e sviluppo provinciale viene generato un sistema di mobilità che assegna un opportuno rango di mobilità (e le relative "assegnazioni") tra :



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

5. la “tangenziale interna”;
6. il “nuovo viale urbano” della Circonvallazione;
7. **il sistema metroferrotramviario;**
8. la strada di collegamento porto-circonvallazione.

Gli elementi di coerenza riferiti alle strategie e al fattore “mobilità” evidenziano la sinergia tra gli strumenti di programmazione e di pianificazione della Provincia e del Comune e la condivisione delle strategie espresse nei rispettivi Piani Strategici e negli strumenti urbanistici ordinari (PSES, PTP e PRG). Leggiamo nel Piano Strategico Comunale

“Una prima considerazione riguarda il Piano della grande viabilità della Provincia regionale di Palermo, di recente approvazione, che prevede la realizzazione di due tangenziali che contribuiranno ad alleggerire il Centro Storico del capoluogo dal traffico passante, consentendo il raggiungimento dell’Aeroporto Falcone – Borsellino dal resto della Regione senza attraversare la città. Nella mappa riportata... sono prese in considerazione le due principali strade di accesso alla città: la circonvallazione1 (strada di connessione fra le autostrade A19, A20 e A29); la strada costiera (collegamento con la SS113). Inoltre, si sono considerati il passante ferroviario e l’**anello metropolitano** (evidenziando sia le fermate esistenti che quelle di progetto). Il sistema dell’accessibilità dovrebbe pertanto essere riorganizzato sulla base dei parcheggi di interscambio (esistenti e di progetto) che si configurano come elementi di collegamento fra diversi sistemi di mobilità (privato, pubblico: la nuova metropolitana e il tram, pedonale) e che permetterebbero la riduzione del traffico veicolare all’interno della città e contribuendo, in generale, a migliorare la mobilità in termini di qualità e di tempo. Sono state dunque individuate le aree di influenza, ovvero quelle parti di città che necessitano di interventi (pannelli informatizzati sulle strade di collegamento longitudinale, indicazioni sui parcheggi di scambio, collegamento dei parcheggi con percorsi pedonali protetti e fermate TPL) ai fini di realizzare un sistema sinergico tra le diverse forme di mobilità e di rendere possibile la funzionalità e l’efficienza dei nodi di interscambio.” (Dal *Piano Strategico*)



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale



Figura 2 Piano Strategico Comune di Palermo - Mobilità Scenario di intervento

Le strategie proposte dal Piano a sostegno dell'intermodalità riguardano:

- *incentivare la complementarità spaziale e temporale delle diverse modalità di trasporto*
- *integrare e il coordinare le aziende di trasporto*
- *potenziare la dotazione di nodi di scambio modale attrezzati a livello urbano e metropolitano*
- *prevedere un sistema di integrazione tariffaria tra vettori diversi*

1.2 La pianificazione comunale

1.2.1 Il Piano Regolatore Generale

In riferimento allo strumento urbanistico vigente, pur se la Relazione generale esalta il ruolo e le funzioni assunte dall'intermodalità ferrovia-tram-metropolitana e il precedente PGTU del 1996 auspica la realizzazione del sistema integrato di trasporto, il progetto per la metropolitana leggera non è rappresentato nella trasposizione cartografica del PRG. Come si è potuto già annotare (Cfr. Premessa), comunque, l'Accordo di Programma dalla Provincia e dal Comune di Palermo (nel quale si prevede per l'area urbana di Palermo, un sistema integrato di trasporto pubblico basato sulla presenza e coesistenza di una pluralità di vettori: metropolitana, tram, bus e FS) è del 9/2/1996, stipulato, dunque, in fase di redazione del PRG. A coronamento delle azioni necessarie per l'inserimento del sistema integrato di trasporto a guida vincolato, sarebbe stata necessaria



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

almeno l'individuazione del tracciato, condizione che ha inficiato, appunto la trasposizione cartografica del sistema stesso.

E' del 30 maggio 2002 la Delibera di Consiglio Comunale (n. 103) che citiamo nella parte deliberativa:

“1) Approvare il "Piano Integrato del Trasporto Pubblico di Massa a guida vincolata" della città di Palermo descritti e rappresentati negli elaborati allegati (All. 1) al presente atto, redatti dal Seriore Urbanistica del Comune di Palermo. che pure si approvano e che costituiscono parte integrante del presente atto anche ai fini delle conseguenti varianti urbanistiche, che saranno sottoposte alle determinazioni del Consiglio Comunale dopo la redazione dei progetti definitivi;

2) Autorizzare gli Uffici a porre in essere tutti i provvedimenti conseguenziali al presente atto, per pervenire con urgenza alla progettazione e realizzazione delle seguenti opere previste ad integrazione e modifica di quanto già programmato:

a - linea tram "Michelangelo - Viale Regina Siciliana - nodo Calatafimi"

b - linea di chiusura dell'Anello Ferroviario "Giachery - Lolli"

c - linea di metropolitana leggera automatica "svincolo Oreto -Partanna":

d - parcheggi d'interscambio così come rappresentati nella corografia 1:25.000 e planimetria generale 1:10.000:

3) Approvare le modifiche ed integrazioni al Programma Triennale OO.PP. vigente conseguenti alla rimodulazione del Piano di cui al precedente punto 1) come riportato negli allegati (All. 2) al presente atto.

4) Impegnare l'Amministrazione e gli uffici a predisporre tutti gli atti relativi al piano della mobilità, compreso il Piano della Viabilità per le conseguenti determinazioni del Consiglio Comunale”

1.2.2 La procedura di Variante

Pertanto per la condizione esplicitata nel corpo della citata delibera, *ai fini delle conseguenti varianti urbanistiche*, il Progetto è in variante allo strumento urbanistico vigente. Per la fattispecie esposta l'Amministrazione comunale dovrà, ai fini dell'inserimento del Progetto nel PRG e per la condizione che interessa un Sito Comunitario (per cui è stata redatta la Valutazione d'Incidenza), avviare la procedura di verifica di assoggettabilità a VAS (Valutazione Ambientale Strategica).

1.2.3 Il Piano Strategico per la Mobilità sostenibile

Nel 2007 il Piano viene adottato dalla Giunta Comunale.

Il capitolo 5 riporta le strategie di mobilità avviate dall'Amministrazione comunale per il trasporto di massa a guida vincolata:

“L'organizzazione di una mobilità eco-sostenibile, alternativa all'auto, si configura attraverso interventi integrati e interconnessi fondati su:

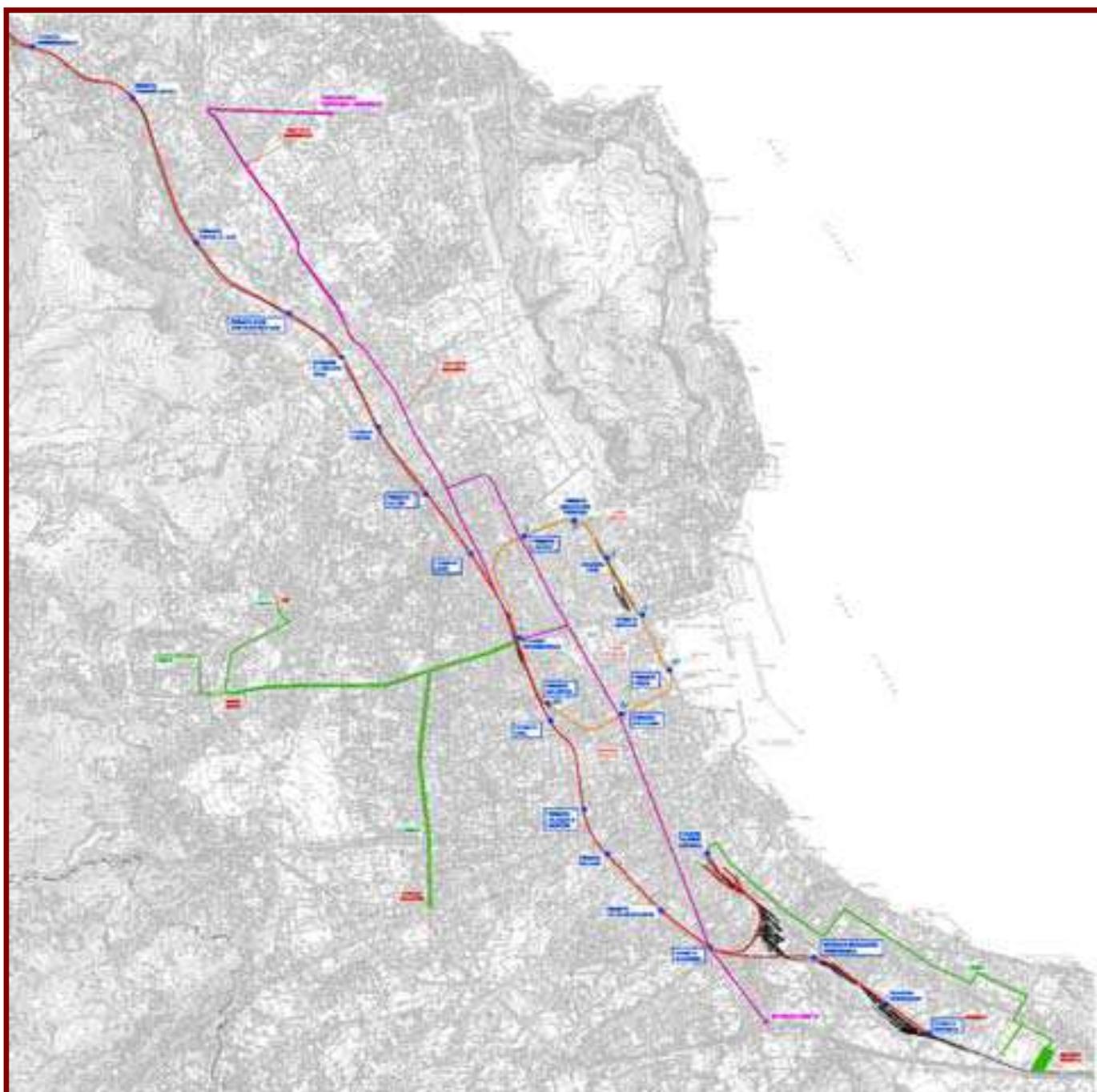
- il completamento dell'anello ferroviario sotterraneo nella tratta fermata Giachery-Stazione Notarbartolo (metrò-treno) in corrispondenza dell'area urbana;*



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

- **la realizzazione della nuova metropolitana leggera automatica in gran parte interrata che attraversa la città dallo svincolo di via Oreto a Tommaso Natale-Partanna Mondello;**
- *il nuovo sistema tranviario organizzato su 3 linee per collegare le periferie con il centro;*
- *il raddoppio e l'interramento del passante ferroviario da Brancaccio a Carini con 18 nuove fermate e/o stazioni (da Carini all'aeroporto la linea è già a doppio binario).*





1.2.4 Il Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU)

Il PGTU del 1996 non è mai approdato al Consiglio Comunale. Pertanto si fa riferimento al più recente strumento elaborato dal 2008 al 2009 dall'Amministrazione e in attesa di Decreto VAS da parte dell'Assessorato regionale Territorio e Ambiente. Le informazioni sono tratte da questo strumento pubblicato sul sito del Comune di Palermo.

“Il PGTU, inteso quale progetto preliminare o piano quadro del PUT, è relativo all'intero centro abitato ed indica:

- a) **la classifica funzionale della viabilità**, ossia la qualificazione funzionale dei singoli elementi della viabilità principale e degli eventuali elementi della viabilità locale destinati esclusivamente ai pedoni;
- b) **il regolamento viario**, anche delle occupazioni di suolo pubblico;
- c) **la politica intermodale** adottata;
- d) **il programma generale di esecuzione** (priorità di intervento per l'esecuzione del PGTU).

Per il programma generale di esecuzione del PGTU, si rimanda allo specifico capitolo 17.

Il PGTU intende quindi proporre:

- e) **interventi di miglioramento della mobilità pedonale**, con definizione delle piazze, strade, itinerari od aree pedonali - AP - e delle zone a traffico limitato - ZTL - o, comunque, a traffico pedonalmente privilegiato;
- f) **Interventi di miglioramento della mobilità dei mezzi collettivi pubblici** (fluidificazione dei percorsi, specialmente delle linee portanti) con definizione delle eventuali corsie e/o carreggiate stradali ad essi riservate, e dei principali nodi di interscambio, nonché dei rispettivi parcheggi di scambio con il trasporto privato e dell'eventuale piano di riorganizzazione delle linee esistenti e delle loro frequenze (PUT inteso come Piano della mobilità);
- g) **Interventi di riorganizzazione dei movimenti dei veicoli motorizzati privati**, con definizione sia dello schema generale di circolazione veicolare (per la viabilità principale), sia della viabilità tangenziale per il traffico di attraversamento del centro abitato, sia delle modalità di assegnazione delle precedenza tra i diversi tipi di strade;
- h) **Interventi di riorganizzazione della sosta** dei veicoli motorizzati privati, con definizione sia delle strade parcheggio, sia delle aree di sosta a raso fuori delle sedi stradali ed, eventualmente, delle possibili aree per i parcheggi multipiano, sostitutivi della sosta vietata su strada, sia del sistema di tariffazione e/o di limitazione temporale di quota parte della sosta rimanente su strada.
- i) **Interventi per la sicurezza stradale e per la moderazione del traffico**
- j) **Utilizzazione delle tecnologie ITS**
- k) **Potenziamento dei servizi della vigilanza urbana**
- l) **Iniziative nell'ambito del Mobility Management**



m) Organizzazione dell'Ufficio Tecnico del Traffico

In perfetta sintonia con le Direttive, il PGTU considera che l'attuale grado di saturazione fisica degli spazi disponibili per i movimenti e la sosta veicolare rende spesso insufficiente l'adozione della strategia di fornire alternative spaziali alla mobilità veicolare urbana, consistenti nell'individuazione di itinerari alternativi per i flussi veicolari e di spazi di sosta alternativi a quelli in uso sulla viabilità principale, specialmente per le aree urbane maggiormente congestionate.

In tali situazioni risulta quindi necessario intervenire – ed il PGTU fa propria tale strategia dettata dalla norma - orientando la domanda di mobilità verso modi di trasporto che richiedono minori disponibilità di spazi stradali per il soddisfacimento della domanda medesima, alleggerendo le strade dal traffico automobilistico.

Questa tipologia di interventi rientra nella cosiddetta politica delle alternative modali, che trova attuazione fondamentale nel fornire alternative modali all'uso di autoveicoli per il trasporto individuale privato attraverso:

- a) la migliore organizzazione possibile del trasporto collettivo, attraverso il potenziamento di un sistema reticolare del trasporto pubblico e privato, tramite la costruzione di un sistema a rete interconnesso e intermodale, dove, attraverso diversi modi di spostamento, si può migliorare l'accessibilità alla città tramite il sistema del trasporto collettivo;
- b) adeguate facilitazioni per le modalità di trasporto pedonali (spazi con privilegio per la pedonalità) e ciclistiche (itinerari ciclabili);
- c) la valorizzazione dei parcheggi di interscambio esistenti ai margini del nucleo denso della città, con opportunità di park & ride¹.

Le iniziative previste dal P.G.T.U. intendono orientare le scelte di quote di automobilisti verso l'utilizzo alternativo del trasporto pubblico.

In tal senso quella dei pendolari (e più in generale il comparto degli spostamenti sistematici casa-lavoro, casa-studio, ecc) risulta la categoria con la quale conseguire risultati migliori. Ciò in quanto:

- d) un'azione di controllo della sosta (tramite provvedimenti di limitazione della durata o di tariffazione) può influire su questo tipo di utenza, che abbisogna di una lunga durata dei tempi di parcheggio;
- e) per la loro regolarità, per la possibilità di godere di tariffe speciali per il trasporto pubblico e per l'incidenza del tempo di viaggio sul tempo di permanenza sul luogo di destinazione, i movimenti pendolari sono quelli più facilmente trasferibili al trasporto pubblico, anche attraverso operazioni di interscambio modale.

In maniera complementare alle politiche intermodali si pongono le strategie sistemiche di integrazione del trasporto, attraverso l'attuazione di iniziative atte ad elevare il livello di servizio

¹ Sistema avente l'obiettivo di decongestionare i centri delle città dai mezzi privati, il cui principio di funzionamento prevede che gli automobilisti in arrivo dalle periferie o dall'hinterland possano sostare in opportuni parcheggi di interscambio, serviti da linee del trasporto pubblico dirette verso le zone centrali della città.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

dell'offerta di trasporto pubblico, in termini di efficienza, qualità, copertura del territorio, sistemi tariffari integrati, informazione per l'utenza, ecc.

Si tratta pertanto di voler perseguire la costruzione e l'implementazione, per fasi successive, di un sistema della mobilità urbana che fondi sull'integrazione con altri sistemi di trasporto pubblici e privati (parcheggi di interscambio esterni al centro, linee ferroviarie, linee extraurbane, car sharing, taxi, ecc.).

La Commissione Europea ha recentemente adottato una comunicazione in cui rileva che sarà necessario concentrare la futura politica europea verso un sistema di trasporto integrato, basato sulla tecnologia e di facile utilizzo per l'utente.

Ripensare la mobilità urbana significa ottimizzare l'uso di tutte le modalità di trasporto e organizzare la "comodalità" tra i diversi modi di trasporto collettivo (treno, tram, metropolitana, autobus, taxi) e individuale (automobile, motocicletta, bicicletta, a piedi). Significa anche realizzare gli obiettivi comuni di prosperità economica, rispetto del diritto alla mobilità mediante un'oculata gestione della domanda di trasporto, qualità di vita e tutela dell'ambiente. Significa, infine, conciliare gli interessi del trasporto di merci e del trasporto di persone, qualunque sia il modo di trasporto utilizzato.²

La congestione del traffico cittadino pregiudica la capacità della rete dei trasporti, mentre la scorrevolezza del traffico permetterebbe alle persone e alle merci di arrivare in orario e limiterebbe tutti questi effetti negativi.

Il Libro Verde, prodotto nel 2007 dalla COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE, quali opzioni per contrastare la congestione, indica che:

- a) *si dovrebbero comunque rendere più attraenti e sicure le alternative all'uso dell'automobile privata, come spostarsi a piedi, in bicicletta, con i mezzi pubblici o in motocicletta e motorino.*
- b) *si dovrebbe permettere ai cittadini di ottimizzare i loro spostamenti grazie a combinazioni efficienti di vari modi di trasporto*

Per rendere più attraenti e sicuri gli spostamenti a piedi e in bicicletta (promozione degli spostamenti a piedi e in bicicletta), occorre adoperarsi per una piena integrazione di queste modalità di trasporto nelle politiche di mobilità urbana, sia in sede di elaborazione che di monitoraggio e pertanto:

- a) *occorre maggiore attenzione per lo sviluppo di adeguate infrastrutture;*
- b) *si può ricorrere a forme innovative di coinvolgimento delle famiglie, dei bambini e dei giovani nell'elaborazione delle politiche;*
- c) *lo spostarsi a piedi e in bicicletta può essere incoraggiato mediante iniziative a livello di città o di quartiere, nei luoghi di lavoro e nelle scuole, come ad esempio giochi sulla circolazione stradale, indagini sulla sicurezza stradale o sussidi didattici;*
- d) *prendere in considerazione la possibilità di nominare un funzionario appositamente addetto al traffico pedonale e ciclistico.*

² Tratto da "LIBRO VERDE. Verso una nuova cultura della mobilità urbana" Bruxelles, 25.9.2007



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Per ottimizzare l'uso dell'automobile privata occorre *promuovere uno stile di vita meno dipendente dall'auto mediante nuove soluzioni come la condivisione dell'automobile ("car-sharing"). Un utilizzo più sostenibile dell'automobile privata può essere incentivato attraverso il suo uso in comune ("car pooling"), grazie al quale ogni auto trasporterebbe più persone e quindi le strade sarebbero meno intasate. Un'altra soluzione può essere la "mobilità virtuale": telelavoro, teleacquisti, ecc. Come osservato nel corso delle consultazioni, per ridurre il numero di automobili nei centri cittadini occorre anche una politica oculata in materia di parcheggi. La moltiplicazione delle aree di parcheggio, soprattutto se gratuite, incoraggia a lungo andare l'uso dell'automobile in città. I parcheggi a pagamento possono servire come regolatore economico. Le tariffe dei parcheggi possono essere differenziate in funzione dello spazio pubblico disponibile e fungere da incentivo (per esempio parcheggi gratuiti in periferia e con tariffe elevate in centro). Con agevoli parcheggi di scambio si può incentivare l'alternanza di trasporto privato e collettivo. In questo modo, grazie all'integrazione dei modi di trasporto e a un collegamento ininterrotto con sistemi di trasporto pubblico efficienti e ben organizzati, è possibile alleggerire il traffico urbano.*

Ognuno di questi approcci strategici è fatto proprio dal PGTU, le cui scelte fonderanno sulle logiche di integrazione e di intermodalità sopra delineate.

L'attuazione delle descritte linee guida, attraverso misure concrete, viene demandata alla redazione di apposite sezioni degli strumenti PPTU e PETU riservate alle alternative spaziali modali e temporali ed agli interventi intermodali sulla complessiva mobilità urbana.

1.2.5 Il Piano Strategico Comunale

In coerenza con gli obiettivi e le azioni a scala provinciale, l'asse strategico "Mobilità" è così declinato:

"Attuazione del Piano Strategico per la Mobilità sostenibile

Con questa linea d'azione il Piano Strategico intende – nelle modalità previste – dare attuazione alle azioni previste nel Piano Strategico per la Mobilità Sostenibile del Comune di Palermo, in particolare in tema di:

- *riorganizzare il sistema della sosta*
- *prevedere strumenti ed interventi di mobilità alternativa*
- ***prevedere sistemi di trasporto pubblico di massa a guida vincolata***
- *riorganizzare la viabilità e il trasporto privato su gomma*
- *riorganizzare il sistema del porto e le sue connessioni con altre infrastrutture di mobilità e di accessibilità, anche accogliendo le previsioni del nuovo piano regolatore portuale*
- *potenziare il trasporto pubblico su gomma."*

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

2.1 Sintesi

Il processo progettuale si è concentrato sull'insieme degli elementi che condizionano la scelta progettuale, quali:

La sezione tipo della galleria che influenza la profondità del tracciato;

Lo schema tipologico di stazione ad una o due banchine

La consistenza delle gallerie e stazioni

La tecnica di scavo per le gallerie di linea.

Lo studio ha messo in evidenza come lo schema di stazione a banchina centrale richiede una minore profondità dello scavo di circa ml. 6,00, pari al 30% di riduzione rispetto all'altra tipologia di stazione.

L'allegato n.41 illustra, con le sole sezioni trasversali, le differenti caratteristiche dimensionali e altimetriche della stazione tipo a banchina laterale e a banchina centrale per il sistema Val e per il sistema Ansaldo.

Questa scelta, raffrontata alle caratteristiche geologiche delle aree di stazione e con la quota della falda idrica, ha messo in evidenza la minore incidenza di scavo come un fattore di rilevante risparmio e sicurezza dell'impianto.

Anche la dimensione delle paratie in ragione della profondità di infissione varia sensibilmente in funzione della tipologia di stazione prescelta e questo appare fattore rilevante ove si consideri che questa paratie sono necessarie in tutte le stazioni.

Dal momento che il progetto non ha effettuato scelte rispetto all'adozione di uno dei due sistemi di treno esaminati (VAL e Ansaldo), a seguito di valutazioni di opportunità, al fine di assicurare la massima libertà decisionale all'Amministrazione per la scelta della tipologia di gara di appalto da indire per la realizzazione dell'opera, si è reso necessario procedere alla successiva valutazione di altri fattori riferiti alle due tipologie di stazione per i due sistemi possibili di treno.

Si è così giunti alla definizione di un totale di quattro casi distinti, ciascuno dei quali, ha esaminato le due possibili soluzioni per ciascuno dei sistemi tecnologici preferibili, Val e Ansaldo.

Dal raffronto parametrico tra le quattro soluzioni si è evidenziato come la **stazione a banchina unica centrale** comporti che l'utenza dovrà scendere di circa 5 metri in meno rispetto all'altro tipo di stazione (a partire dal piano stradale).

Questo aspetto positivo inoltre si associa ad altri elementi positivi a favore della soluzione a banchina centrale, quali:

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

- Riduzione del 10% degli scavi
- Riduzione del 10% della volumetria della stazione
- Riduzione delle paratie di quasi il 25%
- Riduzione del 25% del terreno trattato per la realizzazione del tampone di fondo della stazione.

Dal momento che il costo delle stazioni corrisponde al 50% del costo totale dell'impianto, la scelta di preferire la stazione più idonea comporterà un risparmio considerevole e inoltre consentirà:

- Di ridurre al massimo lo sviluppo delle scale mobili e ascensori per raggiungere la quota di banchina
- Di ridurre la portata degli impianti di ventilazione della stazione, stante la ridotta volumetria interna della stessa.

Una serie di analoghe alternative sono state prese in considerazione per gli altri elementi caratterizzanti l'intero sviluppo della linea, quali

- la tipologia delle gallerie
- i manufatti di bivio
- il raffronto tra le diverse tecniche di scavo (tradizionale e meccanizzato)

tutti aspetti del progetto che possono comportare diverse modalità di soluzione.

La messa a confronto tra le varie soluzioni tecniche ha privilegiato il **metodo del raffronto critico multicriteriale**, basato non tanto sulla prevalenza di uno solo degli aspetti in gioco (tecnico, esecutivo, di costo, di impatto), quanto piuttosto sulla sintesi critica dell'insieme dei fattori esaminati, pervenendo alla conclusione che si illustra sinteticamente di seguito.

Da quanto esposto si riassumono le valutazioni in merito alle tipologie della stazione e della sezione di galleria, risultanti dalla valutazione dalle alternative esaminata.

Stazione

Dall'insieme delle valutazioni geologiche, funzionali e di consistenza precedentemente illustrate si ricava che l'adozione della stazione a banchina centrale (tracciato 1B) rispetto a quella banchine laterali (tracciato 1A) comporta i seguenti vantaggi:

- Esecuzione degli scavi in presenza di **battenti d'acqua** significativamente minori (circa 6m in meno di battente)

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

- Realizzazione delle banchine a **quota meno profonda** di circa 5m con sensibile risparmio sui costi degli impianti di scale mobili ed ascensori e con risparmio dei tempi per l'utenza in relazione alla discesa e salita tra il piano strada ed il piano banchina.
- Realizzazione di **volumi minori** per la stazione con conseguente riduzione dell'entità degli impianti non di sistema
- Riduzione dei **volumi di scavo** (-10% circa)
- Riduzione dei **volumi di stazione**(-10% circa)
- Riduzione delle **paratie** (-25% circa)
- Riduzione del volume di terreno trattato per la realizzazione del **tampone di fondo** (-25% circa)

Galleria

Analogamente si ritiene che sia opportuno per la galleria l'adozione di una sezione a due gallerie di piccolo diametro ad una via (tracciato 1B) in luogo di quella di una galleria di grande diametro per le due vie (tracciato 1A) a fronte dei seguenti vantaggi significativi:

- realizzazione di gallerie con la sezione che interessa sempre **un solo strato di terreno** e con un minore battente d'acqua,
- possibilità di adottare un **profilo più superficiale**,
- limitazione dei **cedimenti** in superficie dovuti allo scavo,
- riduzione dei **consolidamenti**,
- realizzazione di **manufatti di bivio** di dimensioni significativamente minori e quindi meno impattanti in superficie ed economicamente molto meno impegnativi
- la consistenza della sezione a due gallerie, in termini di volumi scavati e di volumi necessari per il c.l.s. del rivestimento) è praticamente la stessa di quella a galleria unica a due vie e quindi, da questo punto, di uguale costo mentre c'è una **maggiore incidenza dei costi** d'investimento per le macchine.
- In relazione alla modalità esecutiva dello scavo, rispetto alla galleria scavata in tradizionale la **galleria scavata con scudo meccanizzato** è indubbiamente da preferire in quanto:
 - a) si riscontrano **velocità di avanzamento** molto maggiori (da 5 a 10 volte quella di uno scavo in tradizionale),
 - b) comporta una riduzione dei valori dei cedimenti dovuti al **minor disturbo del terreno**,
 - c) evita la necessità di avere molti **cantieri di attacco** lungo la linea e quindi in ambito cittadino limita l'effetto negativo della circolazione dei mezzi pesanti di cantiere sulla viabilità urbana,

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

d) si realizza una **sezione circolare** che è staticamente più efficace con un rivestimento costituito da conci prefabbricati e quindi più controllati dal punto di vista dell'esecuzione.

Valutazioni economiche

La valutazione economica riportata nel bando di gara per le OO.CC. (Cat. IXc e Ib) è pari a 323,0 Mil. € IVA esclusa e corrisponde in base ad analoghe esperienze:

≈ 50% per la linea pari 161,5 Mil. €

■ 50% per le stazioni pari 161,5 Mil. €

Il tracciato 1A con stazioni a banchine laterali e galleria di corsa unica comporta un incremento di costo rispetto al tracciato 1B

- per le stazioni

per maggiori cubature e scavi =	+10%
per maggiori paratie con incidenza ¼ sulle volumetrie: ¼ x 25% =	+6%
per maggiori tamponi di fondo con incidenza 1/5 per stazione	
(1) 3/5 x 1/5 x 25% =	+3%
per maggiori impianti di traslazione	
(2) 20% x 40% x 5,0/11,0 =	<u>+4%</u>
	+23%

- per le gallerie

in via cautelativa i maggiori costi dei consolidamenti si considerano equivalenti ai maggiori costi di investimento delle macchine TBM (circa 15%)

incremento risultante = 0%

- per il manufatto di bivio

il maggior costo del manufatto è pari al rustico di circa 2,2 stazioni che incide su 9 stazioni

(3) 75% x 2,2/9,0 = 18%

In definitiva risulta che gli incrementi delle opere di linea e di stazione per il tracciato 1A a galleria unica, tenuto conto dell'incidenza dei costi tra linea e stazioni, sono valutabili in:

50% x (23% + 18%) = ■ 20%

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

ossia con un aggravio economico complessivo valutabile parametricamente in $323,0 \times 20\% = 64$ Mil. € in rapporto ai 323,0 Mil. € dell'opera.

Il dimensionamento allegato, necessario alla progettazione del comprensorio Deposito/Officina previsto presso lo svincolo Oreto, tiene conto delle fasi attuative così come definite nello studio di fattibilità. In particolare:

- Fase funzionale A: prima fase attuativa Oreto – Notarbartolo di 6 km circa con una frequenza minima di 3 minuti;
- Fase funzionale B: seconda fase attuativa (corrispondente alla fase C dello studio di fattibilità) con l'estensione al quartiere ZEN e il completamento del “loop” del centro città.
- Fase funzionale C: estensione fino a Mondello per una lunghezza totale di circa 16km (sia percorrendo il ramo Notarbartolo – Strasburgo che il ramo Lazio – De Gasperi) con un esercizio alla massima frequenza fino a Zen (capolinea intermedio), ridotta poi di metà con corse barrate fino a Mondello.

Dai dati di traffico emerge che le capacità di vari sistemi (VAL, Ansaldo, ecc.) sono, per le frequenze ipotizzate, ampiamente sufficienti a soddisfare la domanda di trasporto (circa 7000 p/hsenso di marcia).



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

PROGRAMMA DI ESERCIZIO DI FASE 1 METROPOLITANA DI PALERMO				
SUBTRATTA ORETO - NOTARBARTOLO - MONDELLO				
IPOTESI				
a	Distanza Oreto - Mondello	15870	m	
b	Velocità Commerciale	32	km/h	
		8,89	m/sec	
c	Frequenza ore di Punta	3	min	
		180	sec	
TOTALE ROTABILI SUBTRATTA				
d	Tempo di Percorrenza (a/b)	1785,375	sec	
e	Tempo di Inversione di marcia al Capolinea	65	sec	
f	Tempo di Giro: 2 x (d+e)	3700,75	sec	
g	Frequenza di Esercizio ora di punta	180	sec	T1
				N. Treni: 21
SUBTRATTA ORETO - LAZIO - ZEN				
IPOTESI				
a1	Distanza Oreto - Zen	12265	m	
b1	Velocità Commerciale	32	km/h	
		8,89	m/sec	
c1	Frequenza ore di Punta	3	min	
		180	sec	
TOTALE ROTABILI SUBTRATTA				
d1	Tempo di Percorrenza (a/b)	1379,8125	sec	
e1	Tempo di Inversione di marcia al Capolinea	65	sec	
f1	Tempo di Giro: 2 x (d1+e1)	2889,625	sec	
g1	Frequenza di Esercizio ora di punta	180	sec	T2
				N. Treni: 17
TOTALE DIMENSIONI PARCO ROTABILI				
	Totale T1 + T2	38		
	Riserve (20%)	7		
	TOTALE	45	treni	

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

In conclusione si è ritenuto più valido il tracciato 1B con sezione a due gallerie a via unica rispetto al tracciato 1A, sia dal punto di vista statico/funzionale, sia dal punto di vista dell'esecuzione e dei costi di realizzazione. Inoltre si evidenzia che per il tracciato 1A risulta assai problematico a causa di motivi geometrici l'inserimento della stazione Oreto Nord ed in misura minore della stazione Massimo.

La parte relativa ai dettagli di progetto è stata inserita nella sezione C) per confrontare le azioni e le fasi progettuali con i prevedibili impatti.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

3. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

3.1 Componenti e fattori riferiti al bacino di studio

3.1.1 Aria e atmosfera

Scenario attuale

Qualità dell'aria nel bacino di riferimento

Nel contesto della “Carovana del Clima” del 2007 condotta da Legambiente, la città più rumorosa risulta Palermo, tenuto conto che i decibel oltre i limiti consentiti devono considerarsi inquinamento acustico che va a sommarsi a quello dell’aria.

Nel capoluogo siciliano, sempre secondo Legambiente sono stati rilevati fino a 78,3 db.

Secondo Roberto Della Seta, presidente nazionale di Legambiente – *fa riflettere sulla diffusione dell'inquinamento acustico in Italia, che non colpisce soltanto le grandi metropoli, ma anche città di medie e piccole dimensioni come Pesaro e Potenza. Da non sottovalutare, questa forma di inquinamento può arrecare seri danni alla salute, come indicato dalle linee guida dell'OMS: difficoltà nell'apprendimento per i bambini e patologie quali tachicardia, alterazione del campo visivo e della trasmissione degli impulsi nervosi*“.

Un quadro sconsolante che preoccupa anche per quanto concerne l’inquinamento dell’aria a causa dell’alta concentrazione di benzene con valori riferiti da 5 a 10 µg/m³ superiori al limite di media annuale di 10 µg/m³ consentito, per il 2006, dal D.M. 60/2002. Per quanto riguarda il monitoraggio ambientale, il record spetta a Palermo, dove sono stati anche rilevati 128 µg/m³ di benzene nell’aria. “*Il risultato dei monitoraggi spot – ribadisce Della Seta – evidenzia come i bambini e le persone che lavorano in prossimità delle strade, come i vigili, i fiorai e gli edicolanti sono tra le categorie più a rischio benzene, che dallo IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) viene indicato tra le sostanze cancerogene più pericolose.*

In queste condizioni - continua Della Seta – raggiungere gradualmente i 5 µg/m³, la soglia prevista per il 2010, sta diventando, per le città italiane, un obiettivo quasi impossibile”. L’inchiesta, seguita anche da Helpconsumatori continua citando i dati allarmanti che provengono anche dal monitoraggio della concentrazione delle polveri sottili, realizzato dall’iniziativa di Legambiente “*Pm10 ti tengo d’occhio*“. Lo sfioramento del limite giornaliero di 50 µg/m³ previsto dal D.M. 60/2002, pone al terzo posto Palermo e Cagliari.

Una delle cause dell’inquinamento acustico e atmosferico è senz’altro il trasporto su strada, che incide per il 56% sul rumore urbano, per circa il 30% sulla concentrazione di polveri sottili e quasi per il 62% sul livello di benzene. “*Contro il caos metropolitano e lo smog – sostiene Della Seta – i provvedimenti tampone come le targhe alterne non possono bastare. Servono cure efficienti ed efficaci che Legambiente propone da tempo: interventi su ZTL, corsie preferenziali potenziata e controllate, isole pedonali, piste ciclabili, car sharing, potenziamento dei mezzi pubblici e road pricing*”.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

QUADRO NORMATIVO VIGENTE

L'emanazione del Decreto Ministeriale 02/4/04, n. 60 costituisce una svolta nel campo del rilevamento e controllo della qualità dell'aria. Pur non trascurando il controllo degli eventi acuti di inquinamento, già previsto nei precedenti provvedimenti, introduce una nuova tipologia di limiti il cui rispetto richiede necessariamente la definizione di strategie efficaci e l'adozione di interventi strutturali a medio e lungo termine che garantiscano una reale e progressiva riduzione nell'emissione di sostanze inquinanti.

In particolare, la nuova normativa introduce il numero massimo annuo di superamenti ammessi per i seguenti limiti:

limite orario per la protezione della salute umana da biossido di zolfo pari a $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile;

limite giornaliero per la protezione della salute umana da biossido di zolfo pari a $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile;

limite orario per la protezione della salute umana da biossido di azoto pari a $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile;

limite giornaliero per la protezione della salute umana da PM10 pari a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile.

Ai fini della verifica del rispetto del limite del numero massimo di superamenti per anno civile si precisa che vanno conteggiati i superamenti di ogni singola stazione (e non la loro somma) ovvero, nel caso di più stazioni facenti parte dello stesso agglomerato (definito al comma 9, art. 2, Direttiva 1999/30/CE del 22/4/1999 come "zona con una concentrazione di popolazione superiore a 250 000 abitanti o, allorché la concentrazione di popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, una densità di popolazione per km^2 tale da rendere necessarie per gli Stati membri la valutazione e la gestione della qualità dell'aria ambiente;) la stazione avente il numero massimo di superamenti. Tutte le stazioni della rete di Palermo fanno capo ad un unico agglomerato ai sensi della citata direttiva.

Inoltre, per tutti i limiti di protezione della salute umana viene concesso un margine di tolleranza (MDT) con andamento annuale decrescente. La rilevazione della qualità dell'aria a Palermo viene effettuata dall'AMIA Spa, che elabora i dati rilevati dalla rete di monitoraggio e dedica un capitolo della relazione annuale alla sintesi statistica dei principali parametri rilevati dalla rete di rilevamento della qualità dell'aria. Il calcolo dei parametri statistici viene eseguito in conformità a quanto previsto dalla Decisione 2001/752/CE del 17/10/2001, Allegato IV: 50% di dati elementari validi per il calcolo di media e mediana; 75% di dati elementari validi per il calcolo di percentili e del valore massimo.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

La rete di monitoraggio è strutturata nel territorio attraverso stazioni fisse e stazioni ETL.

La rete è stata realizzata con decreto del Ministero dell'Ambiente del 05/12/1991 nell'ambito dei progetti DISIA per la tutela ambientale.

In particolare, il 1° Stralcio Funzionale dei Piani Esecutivo per il Rilevamento dell'Inquinamento Atmosferico ed Acustico, redatto nel gennaio 1992, prevedeva la realizzazione di un sistema costituito da sette stazioni fisse, un centro di supervisione ed elaborazione dei dati e un laboratorio chimico di supporto.

La rete è entrata in funzione il 1° agosto del 1996.

Nel corso del 2001 è stato eseguito l'adeguamento tecnico alla nuova normativa in materia di controllo della qualità dell'aria e il posizionamento di tre nuove stazioni in aggiunta a quelle esistenti. Nel marzo del 2003 l'attività di gestione della rete di monitoraggio ha conseguito la certificazione UNI EN ISO 9001:2000.

AMIA Rete di monitoraggio della qualità dell'aria

1996 attivazione della rete (7 stazioni)
 2001 adeguamento tecnico (altre 3 stazioni)
 2003 certificazione UNI EN ISO 9001

I principali obiettivi di una rete per il controllo della qualità dell'aria sono:

verificare e documentare il rispetto ovvero il superamento dei valori limite fissati dalla vigente normativa e darne comunicazione all'Autorità competente;

- diffondere giornalmente ai cittadini i dati sulla qualità dell'aria;
- individuare la dinamica dell'inquinamento ed i periodi critici, nonché fornire elementi per trovare le cause che le determinano;
- fornire uno strumento per migliorare la gestione del territorio per quanto concerne gli aspetti dell'inquinamento atmosferico.

La rete di monitoraggio è attualmente composta da:

- un centro di supervisione per la raccolta, elaborazioni ed archiviazione dati;
- un laboratorio chimico per analisi ambientali;
- 10 stazioni di monitoraggio;
- 89 apparecchiature di rilevamento di parametri chimici e fisici.

Tutte le cabine sono collegate tramite modem e linea telefonica commutata ISDN al centro di supervisione sito nella sede AMIA di via Ingham, 27 (Zona Industriale Brancaccio). Il centro consente la supervisione ed il controllo in tempo reale di tutte le apparecchiature di rilevamento dei parametri chimici e fisici installati nelle cabine nonché dello stato delle cabine stesse (alimentazione elettrica, intrusioni, temperatura interna, etc.). Il centro, in assenza dell'operatore, è programmato per acquisire periodicamente da ciascuna cabina tutti i dati relativi al funzionamento della cabina

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

stessa e degli strumenti ed i valori di inquinamento rilevati, nonché per ricevere le eventuali segnalazioni di anomalia (allarmi) trasmesse automaticamente.

Il centro gestisce, inoltre, la taratura periodica degli strumenti e ne segnala gli eventuali scostamenti dalla condizione di normale funzionamento. Tutti i dati, allarmi, etc. sono memorizzati in linea per oltre due anni su un data base e possono essere visualizzati in forma grafica e/o tabellare secondo vari criteri di ricerca o di sintesi statistica.

Ciascuna stazione di rilevamento è costituita da una doppia struttura scatolare in vetroresina con intercapedine coibentata con lastre di poliuretano espanso ed irrigidita da un telaio in acciaio. Le apparecchiature di rilevamento e quelle ausiliare per il funzionamento della cabina sono alloggiare in appositi rack da 19". In un vano fisicamente separato dalla restante parte di cabina e dotato di porta di accesso indipendente sono posizionate le bombole di gas a concentrazione nota per la taratura automatica e periodica delle apparecchiature di misura. La cabina è dotata di un PC che acquisisce i dati rilevati dagli analizzatori nonché tutte le informazioni sul funzionamento della stessa e delle apparecchiature (allarmi, esito tarature, etc.). Tale PC, alimentato da un gruppo di continuità, garantisce il continuo collegamento con il centro nonché la memorizzazione di tutti i dati raccolti per oltre un anno.

Nome	Tipo	Dati rilevati	Indirizzo	Caratteristiche
Boccadifalco	fondo suburbano	chimici, rumore, meteo	Presidio Ospedaliero "Casa del Sole", Via Roccazzo	Posizionata all'interno del parco del Pr. Osp. su uno spazio a quota 141 m slm; a ovest del centro urbano e sottovento con brezza di mare
Indipendenza	traffico urbano	chimici	P.zza Indipendenza	La zona è caratterizzata da medio traffico e da frequenti ingorghi dovuti a manifestazioni per la vicinanza delle sedi del Governo Regionale
Giulio Cesare	traffico urbano	chimici, rumore	P.zza Giulio Cesare	La zona è caratterizzata da intenso traffico veicolare, in particolare autobus urbani ed extraurbani per la vicinanza della stazione ferroviaria Palermo Centrale
Castelnuovo	traffico urbano	chimici, rumore, meteo	P.zza Castelnuovo	La zona, posta al centro della città, è sede di uffici ed attività commerciali varie. Caratterizzata da traffico sostenuto nelle ore serali e notturne dei fine settimana
Unità d'Italia	traffico, urbano	chimici, rumore	Viale Piemonte	La zona è caratterizzata da alta densità abitativa, e da traffico medio su strada a senso unico di circolazione
Torrelunga	traffico, urbano	chimici, rumore	P.zza Torrelunga	La zona è caratterizzata da periodici ingorghi per la confluenza di 5 strade che sboccano nella piazza. Il lunedì in una via nelle immediate vicinanze ha luogo un mercatino rionale
Belgio	traffico, urbano	chimici, rumore	V.le Strasburgo ang, V.le Praga	La zona è caratterizzata da un incrocio stradale di ampia carreggiata con medio traffico e dalla vicinanza di uno svincolo della circonvallazione (via Belgio)
Di Blasi	traffico	chimici, rumore	Viale Regione Siciliana tra via Perpignano e via E. Di Blasi	La zona è caratterizzata da un intenso traffico veicolare, sia leggero che pesante, su strada a quattro corsie dotata di incroci e attraversamenti pedonali semaforizzati
CEP	fondo, urbano	chimici	Via F. Paladini	La zona è posta sottovento rispetto alla discarica RU di Bellolampo per venti provenienti dal settore ovest (brezza di monte)
Bellolampo	rurale	meteo	Discarica Controllata di RU Bellolampo	Posizionata su una area della discarica denominata "bonificata" a circa 450 m slm

La rete di monitoraggio è dotata di un laboratorio chimico per la gestione di alcune delle apparecchiature presenti nelle cabine (analizzatori automatici per il rilevamento dell'acidità e conducibilità delle piogge, sistemi di campionamento polveri, analizzatori di benzene, toluene e xileni, etc.) e per l'esecuzione delle analisi di quei parametri ambientali che richiedono tecniche di misure non automatiche (determinazione gravimetrica delle polveri, metalli pesanti, etc.).

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Le principali attività del laboratorio comprendono:

- determinazione gravimetrica delle polveri;
- determinazione spettrofotometrica ad assorbimento atomico del piombo nelle polveri;
- manutenzione e taratura degli analizzatori BTX (Benzene, Toluene, oXilene);
- manutenzione e taratura degli analizzatori di acidità delle piogge;
- validazione dei dati di PTS, PM10, Pb (piombo), BTX, acidità e conducibilità pioggia.

Il 28/01/2004 è stata completata l'installazione di una nuova rete di rilevamento della qualità dell'aria.

E' costituita da 8 stazioni di ridotte dimensioni montate su pali che utilizzano dei microsensori a stato solido per il rilevamento continuo dei seguenti inquinanti:

- ossido di carbonio (CO);
- benzene (C₆H₆)
- ozono (O₃);
- biossido di azoto (NO₂).

Viene anche rilevato il livello di inquinamento acustico e 2 delle 8 stazioni (Crispi e Notarbartolo) sono dotate di sensori meteo (temperatura, direzione e velocità del vento, pressione, umidità).

Il centro di supervisione e controllo di tale nuova rete è ubicato presso la sede AMIA di Via Ingham.

Le 8 stazioni sono:

Stazione	Ubicazione
Roma 1	Via Roma 67
Roma 2	Via Roma 491
Emanuele	C.so V. Emanuele angolo via Chiavettieri
Maqueda	Via Maqueda angolo Piazza Bellini
Aprile	C.so F. Aprile angolo Via Imera
Crispi	Via Crispi altezza Via M. Stabile
Notarbartolo	Via Notarbartolo altezza Via Sciuti
Tukory	C.so Tukory angolo Via Cadorna

Il primo Rapporto sullo Stato dell'Ambiente cittadino, redatto nel contesto dello strumento AGENDA 21L, offre dati analitici ed elaborazioni relative al periodo 2001-2005.

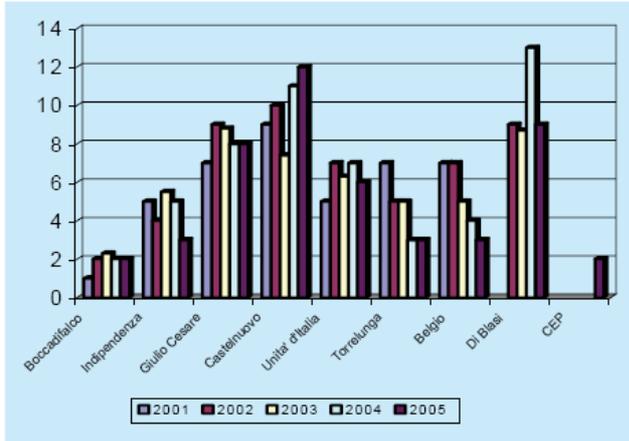
I grafici sui valori annuali dei vari inquinanti espongono i seguenti valori:



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

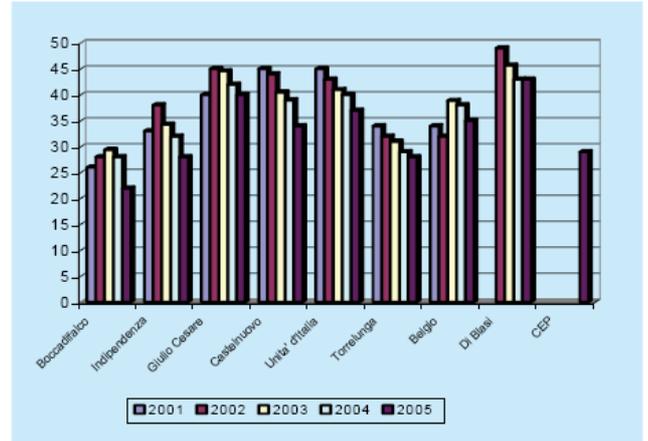
Studio d'Impatto Ambientale

Grafico 18. SO₂ (µg/m³) – Concentrazione media annuale - elaborazioni su media 24 ore



Fonte: Elaborazioni Cras su dati AMIA

Grafico 19. PM10 (µg/m³) – Concentrazione media annuale - elaborazioni su media 24 ore



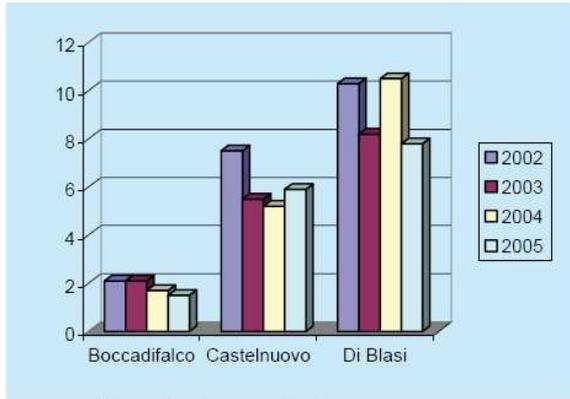
Fonte: Elaborazioni Cras su dati AMIA



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

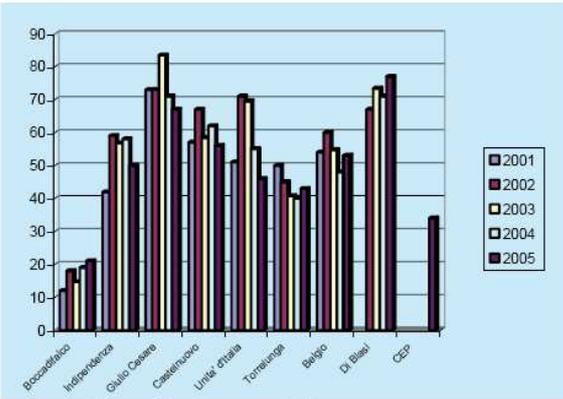
Studio d'Impatto Ambientale

Grafico 20. C_6H_6 ($\mu g/m^3$) – Concentrazione media annuale - elaborazioni su media 24 ore



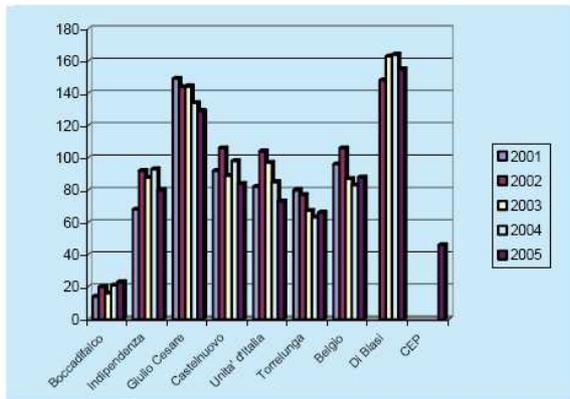
Fonte: Elaborazioni Cras su dati AMIA

Grafico 21. NO_2 ($\mu g/m^3$) – Concentrazione media annuale - elaborazioni su media 1 ora



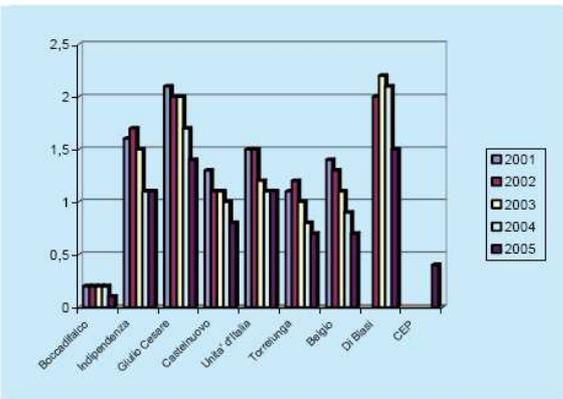
Fonte: Elaborazioni Cras su dati AMIA

Grafico 22. NOx ($\mu g/m^3$) – Concentrazione media annuale - elaborazioni su media 1 ora



Fonte: Elaborazioni Cras su dati AMIA

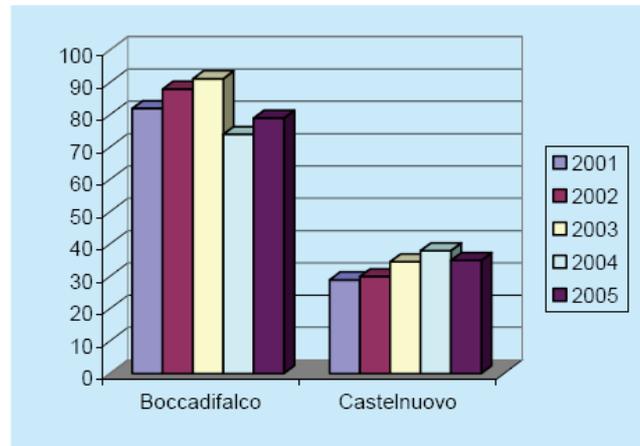
Grafico 23. CO (mg/m^3) – Concentrazione media annuale - elaborazioni su media 1 ora



Fonte: Elaborazioni Cras su dati AMIA



Grafico 24. O₃ (µg/m³) – Concentrazione media annuale -
elaborazione su media 1 ora



Fonte: Elaborazioni Cras su dati AMIA

“Dall’analisi delle tabelle e dei relativi grafici emergono alcune informazioni preliminari quali:

- le concentrazioni maggiori degli inquinanti direttamente correlati alle emissioni da traffico veicolare (SO₂, NO_x, CO) si riscontrano nelle stazioni di monitoraggio più centrali (Castelnuovo, Giulio Cesare) o in quelle localizzate lungo arterie principali di traffico (Di Blasi, Belgio);
 - i valori di concentrazione di PM₁₀ meritano un discorso a se, essendo piuttosto elevati omogeneamente su tutte le stazioni di monitoraggio con picchi particolarmente evidenti presso la stazione Di Blasi;
 - il benzene risulta molto presente, nel quadriennio, in centro e molto poco in periferia;
- le stazioni dove, in genere, si riscontrano i valori più alti di concentrazione degli inquinanti sono quella di Castelnuovo e di Di Blasi, la prima posta al centro della città, sede di uffici ed attività commerciali varie è caratterizzata da traffico sostenuto in ore serali e notturne; la seconda posta in una zona caratterizzata da intenso traffico veicolare, sia leggero che pesante, su strada a quattro corsie;
- in generale all’interno del quadriennio la dinamica delle concentrazioni sembra piuttosto incoraggiante segnalando, fatte salve alcune ridotte eccezioni, un costante decremento dei valori assoluti, almeno per CO, PM₁₀, SO₂, NO₂.

[...] Le tabelle seguenti ed i relativi grafici riportano i risultati del confronto tra i dati annuali rilevati dal 2001 al 2005 e i limiti previsti dalla normativa vigente (DM n. 60 del 02/04/2002), rispettivamente in ognuno di quegli anni. Si tenga infatti presente che la rapida evoluzione delle norme e degli scenari previsti dalle norme, comporta un adeguamento molto frequente dei limiti massimi ammessi.

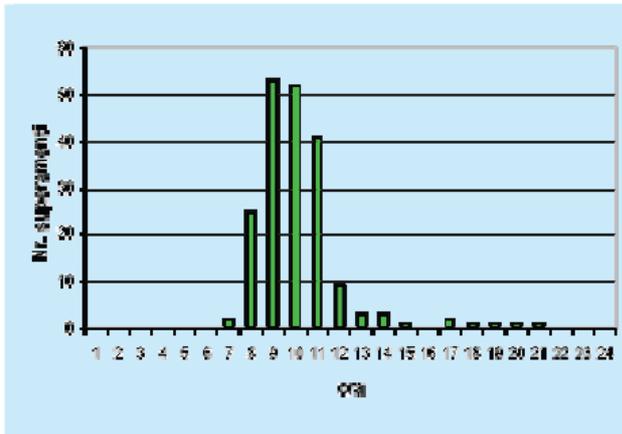


Tab. 33 Biossido di azoto (NO₂) – Numero di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana

STAZIONI	NR. DI SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE ORARIO (MAX 18 VOLTE)				
	2001 > 290 µg/m ³	2002 > 280 µg/m ³	2003 > 270 µg/m ³	2004 > 260 µg/m ³	2005 > 250 µg/m ³
Boccadifalco	0	0	0	1	0
Indipendenza	0	3	0	2	0
Giulio Cesare	0	5	1	2	0
Castelnuovo	0	3	2	1	0
Unità d'Italia	0	2	0	0	0
Torrelunga	0	1	0	0	0
Belgio	1	4	0	0	0
Di Blasi	-	3	1	0	0
CEP	-	-	-	-	1

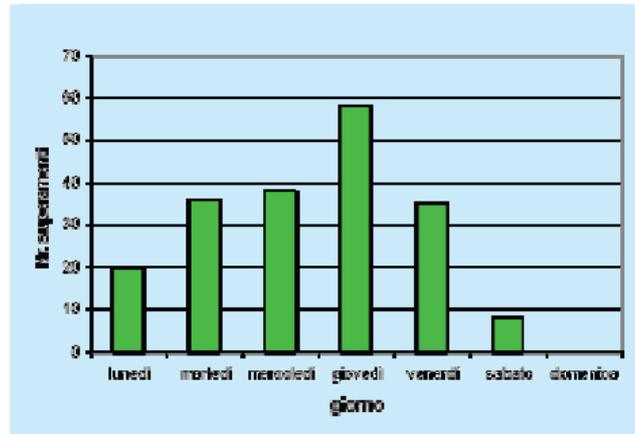
Fonte: AMIA spa

Grafico 25. Biossido di azoto (NO₂) – Distribuzione giornaliera del numero complessivo di superamenti del valore limite orario (200 µg/m³) dal 2001 al 2005



Fonte: AMIA spa

Grafico 26. Biossido di azoto (NO₂) – Distribuzione settimanale del numero complessivo di superamenti del valore limite orario (200 µg/m³) dal 2001 al 2005



Fonte: AMIA spa

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Tab. 35 Ossido di Carbonio (CO) – Numero di superamenti del valore limite su 8 ore

STAZIONI	NR. DI SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE IN VIGORE (10 mg/m ³)				
	2001	2002	2003	2004	2005
Boccadifalco	0	0	0	0	0
Indipendenza	0	0	0	0	0
Giulio Cesare	2	0	0	0	0
Castelnuovo	0	1	0	0	0
Unità d'Italia	0	0	0	0	0
Torrelunga	0	0	0	0	0
Belgio	0	0	0	0	0
Di Blasi	-	0	0	0	0
CEP	-	-	-	-	0

Fonte: AMIA spa

Tab. 36 Ozono (O₃) – Numero di superamenti dei valori limiti ripartiti per anno e per stazione (Dlvo 21/05/2004 n. 183)

SOGLIA LIMITE	VALORE (µg/m ³)	INTERVALLO DI MEDIAZIONE DEI DATI	BOCCADIFALCO					CASTELNUOVO				
			2001	2002	2003	2004	2005	2001	2002	2003	2004	2005
Soglia di informazione	180	1 ora	15	10	57	0	10	0	0	0	0	0
Soglia di allarme	240	1 ora	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0
Soglia di protezione della salute	120	8 ore	63	96	139	31	42	0	0	0	0	0

Fonte: AMIA spa

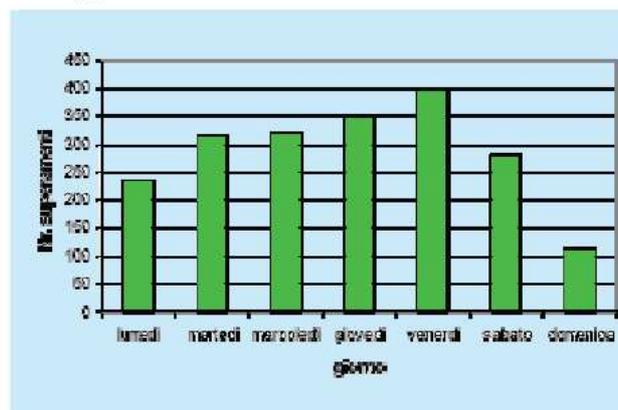


Tab. 34 PM₁₀ – Numero di superamenti del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (max 35 volte)

STAZIONI	NR. DI SUPERAMENTI DEI RISPETTIVI LIMITI				
	2001 > 70 µg/m ³	2002 > 65 µg/m ³	2003 > 60 µg/m ³	2004 > 55 µg/m ³	2005 > 50 µg/m ³
Boccadifalco	3	13	13	12	10
Indipendenza	9	16	16	13	13
Giulio Cesare	11	28	43	45	65
Castelnuovo	25	30	30	41	37
Unità d'Italia	27	36	33	44	54
Torrelunga	9	11	8	8	9
Belgio	8	12	33	41	48
Di Blasi	-	33	54	47	80
CEP	-	-	-	-	31

Fonte: AMIA spa

Gráfico 27. PM₁₀ – Distribuzione settimanale del numero complessivo di superamenti del valore limite giornaliero (50 µg/m³) dal 2001 al 2005



Fonte: AMIA spa

Per quanto riguarda i superamenti dei valori limite per l'NO₂, che si concentrano per lo più nelle ore mattutine della giornata, quando più intense sono le normali attività antropiche (traffico, attività produttive, etc.), l'anno 2002 è stato particolarmente critico, per poi ritornare alla norma negli anni successivi fino al 2005, in cui si sottolinea l'importante miglioramento.

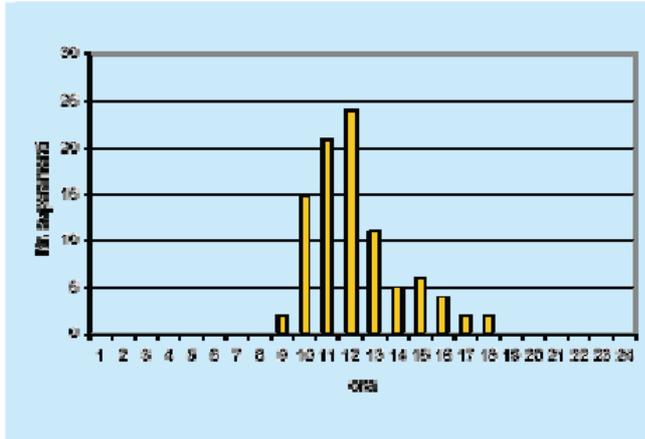
I superamenti presentano una distribuzione piuttosto omogenea nell'arco della settimana, a parte la forte diminuzione il sabato e la completa assenza la domenica.

I superamenti di PM₁₀ aumentano notevolmente durante gli ultimi due anni (2004 e 2005) e con una distribuzione abbastanza omogenea lungo tutti i giorni della settimana ad eccezione, come prevedibile, della domenica. Tale situazione richiede, sicuramente, una puntuale e specifica azione nel breve e nel medio-lungo periodo da parte dell'Amministrazione Comunale per contenere il numero di superamenti annuali.

La situazione non presenta alcuna criticità per il CO, per il quale non si verificano superamenti per gli anni considerati.

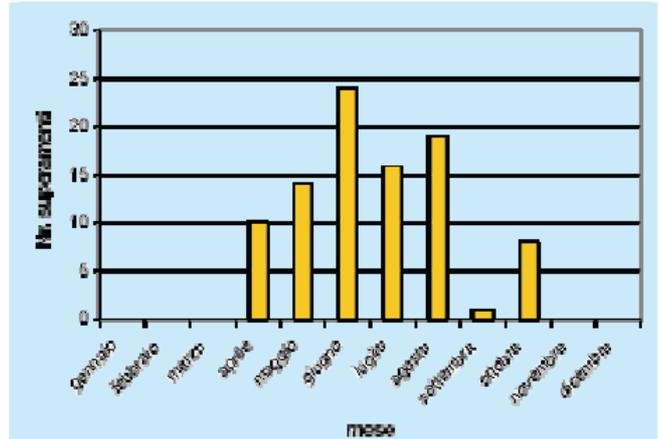


Grafico 28. Ozono (O₃) – Distribuzione giornaliera del numero complessivo di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) dal 2001 al 2005



Fonte: AMIA spa

Grafico 29. Ozono (O₃) – Distribuzione annuale del numero complessivo di superamenti della soglia di informazione (180 µg/m³) dal 2001 al 2005



Fonte: AMIA spa

Per quanto riguarda l'ozono, come noto, la sua presenza in atmosfera è molto influenzata dalla temperatura e dall'irraggiamento solare per cui i picchi di concentrazione si manifestano nelle ore più calde della giornata e nella stagione estiva a causa dell'azione fotochimica dei raggi solari che ne favoriscono la formazione. Dal numero di superamenti, che si verificano maggiormente nella stazione di Boccadifalco localizzata in periferia rispetto alla centralissima Castelnuovo, dove per altro non si registra alcun superamento, si conferma che la concentrazione di tale inquinante non è direttamente correlata alle pressioni antropiche (tipo traffico veicolare) bensì dipende da altri e differenti fattori, legati soprattutto al contesto ambientale di riferimento.

L'anno 2003 registra un significativo incremento di superamenti della soglia di attenzione; questo può essere spiegato anche in base alla stagione estiva particolarmente calda registratasi in quell'anno ma deve comunque far riflettere su ulteriori eventuali concause.

Tra i principali fattori di pressione che condizionano lo stato di qualità dell'aria, vi sono le emissioni derivanti dalle attività antropiche. Le sostanze emesse nell'ambiente atmosferico contribuiscono a numerosi fenomeni di

deterioramento dello stesso, tra cui i cambiamenti climatici, la diminuzione dell'ozono stratosferico, l'acidificazione, lo smog fotochimico, in generale l'alterazione della qualità dell'aria. La valutazione delle

emissioni avviene attraverso opportuni processi di stima, che si basano su fattori di emissione e indicatori di attività.

La tabella 13 riassume per il comune di Palermo i valori delle emissioni generate dai diversi settori di attività

economica. Si tratta di elaborazioni svolte sulla base delle informazioni prodotte dall'APAT nel rapporto "Qualità dell'Ambiente Urbano, edizione 2005". Si evidenzia che in tale rapporto si assume che l'area urbana coincida col territorio comunale, considerando dunque anche le emissioni

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

non strettamente legate all'area urbana in senso stretto, quali, ad esempio, quelle agricole, quelle industriali, da trasporti extra urbani ed autostradali. Gli inquinanti considerati sono: gli ossidi di zolfo (SO_x), gli ossidi di azoto (NO_x), i composti organici volatili non metanici (COVNM), il monossido di carbonio (CO), l'ammoniaca (NH₃) ed il particolato fine (PM₁₀).

Tab. 37 Emissioni comunali percentuali per settore – 2000

	Agricoltura	Industria	Natura	Rifiuti	Riscaldam.	Trasporti altro	Trasporti strada	Uso solventi	Tot
CO	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	2,2%	9,8%	87,9%	0,0%	100%
COVNM	0,0%	4,4%	0,2%	0,1%	0,6%	11,6%	60,4%	22,7%	100%
NH ₃	52,8%	0,1%	0,1%	3,0%	0,0%	0,2%	43,8%	0,0%	100%
NO _x	0,0%	5,3%	0,0%	0,0%	1,2%	32,2%	61,2%	0,0%	100%
PM ₁₀	0,0%	13,5%	0,3%	0,0%	9,0%	19,2%	57,9%	0,0%	100%
SO _x	0,0%	20,2%	0,0%	0,0%	0,4%	73,7%	5,7%	0,0%	100%

Fonte: Elaborazione Cras su dati APAT

Tab. 38 Emissioni comunali totali per ogni 1000 abitanti (Mg) – anno 2000

	CO	COVNM	NH ₃	NO _x	PM ₁₀	SO _x
Genova	142,3	33,7	0,25	25,4	4,0	23,4
Bologna	65,1	20,7	0,30	12,8	1,4	0,7
Napoli	97,7	27,4	0,19	12,6	0,0	5,6
Bari	101,1	28,7	0,25	14,6	1,6	9,6
Palermo	70,3	21,0	0,20	9,7	1,0	1,8
Messina	161,2	44,5	0,56	127,9	7,3	126,3
Catania	85,9	25,4	0,39	13,2	1,5	1,8

Fonte: elaborazione Cras su dati APAT

Dalle elaborazioni sviluppate si evince come il settore dei trasporti su strada sia quello che produce il maggiore

quantitativo di emissioni in atmosfera, generalmente per tutti gli inquinanti ed in particolare per il CO. Altri tipi di trasporto incidono notevolmente sulla produzione di SO_x – generalmente tale inquinante è correlato alle attività portuali marittime. E' interessante notare, inoltre, come a Palermo il settore industriale non sia tra le cause principali di emissioni in atmosfera, come già evidenziato nell'analisi delle attività produttive. Piuttosto si conferma come la criticità più evidente sia proprio rappresentata dal settore trasporti, che non a caso, è oggetto di molteplici iniziative da parte dell'Amministrazione.

Un confronto con altre città italiane di dimensioni paragonabili permette di avere un'idea più immediata della situazione a Palermo. Per rendere i dati confrontabili, i valori delle emissioni sono stati rapportati al numero di abitanti.

Rispetto ad altre importanti città portuali (Genova e Messina) la situazione a Palermo appare molto meno critica dal punto di vista delle emissioni. In generale Palermo presenta valori di emissioni minori per la quasi totalità degli inquinanti rispetto alle altre città; ad esempio presenta valori molto

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

bassi di NOx, inquinante generalmente legato anche agli impianti di riscaldamento oltre che ai trasporti.

Nel concludere, evidenziando un quadro sostanzialmente incoraggiante è corretto ricordare che i valori delle emissioni derivano da valutazioni derivanti da processi di stima, proiezione, etc. al contrario delle concentrazioni che sono un dato rilevato.

Quanto detto in materia di emissioni, è dunque da considerarsi come dato indicativo, all'interno di un contesto connotato da diverse approssimazioni di carattere teorico-metodologico.

In estrema sintesi si segnalano di seguito i principali aspetti emersi in merito all'inquinamento atmosferico, che integrano le considerazioni già effettuate all'interno del capitolo.

Nonostante i numeri di superamento del valore limite di PM10 già nei primi sei mesi del 2005 eccedevano il numero consentito per Legge – 41 contro 35 – non si può affermare che Palermo sia in questo ambito peggiore di altre realtà italiane.

Il superamento di tali valori limite è, infatti, un problema che riguarda tutte le città medio-grandi attanagliate soprattutto dal problema del traffico veicolare, ed in generale dalla concentrazione delle emissioni di diversa natura.

Nel caso di Palermo si deve confermare la priorità delle problematiche relative al trasporto, rispetto ad altre fonti quali attività industriali ed impianti di riscaldamento civile.

Per quanto riguarda la qualità dell'aria, indagata nell'arco di tempo che va dal 2001 al 2005, dunque si nota:

- un certo numero di superamenti annuali di biossido di azoto (NO₂);
- un elevato numero di superamenti del valore consentito di PM10;
- l'assenza di superamenti riguardanti l'ossido di carbonio (CO);
- un elevato numero di superamenti per quanto riguarda l'ozono (O₃);
- la distribuzione più o meno omogenea di tali superamenti nell'arco dei 5 anni considerati, con eccezione dei superamenti di PM10 che aumentano notevolmente negli ultimi due anni – 2004 e 2005;
- la criticità del settore trasporti per quanto riguarda l'origine di emissioni in atmosfera;
- la presenza di una capillare, efficace ed efficiente rete di monitoraggio della qualità dell'aria su tutto il territorio comunale.

Il IV Rapporto “Qualità dell'ambiente urbano” APAT 2007 evidenzia il seguente quadro per le maggiori città italiane, tra le quali Palermo.

“Per il PM10 in figura 1 è rappresentato, per ciascuna area urbana, il numero massimo di giorni di superamento del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (50 µg/m³ da non superare per più di 35 volte in un anno) registrato nel 2006. Tale numero corrisponde al numero di giorni di superamento registrati nella singola stazione di monitoraggio che, nell'area urbana in cui è ubicata, ha registrato il numero più elevato. È stato scelto questo parametro in quanto, essendo più stringente del valore limite annuale, è quello più critico per la valutazione della conformità alla normativa.

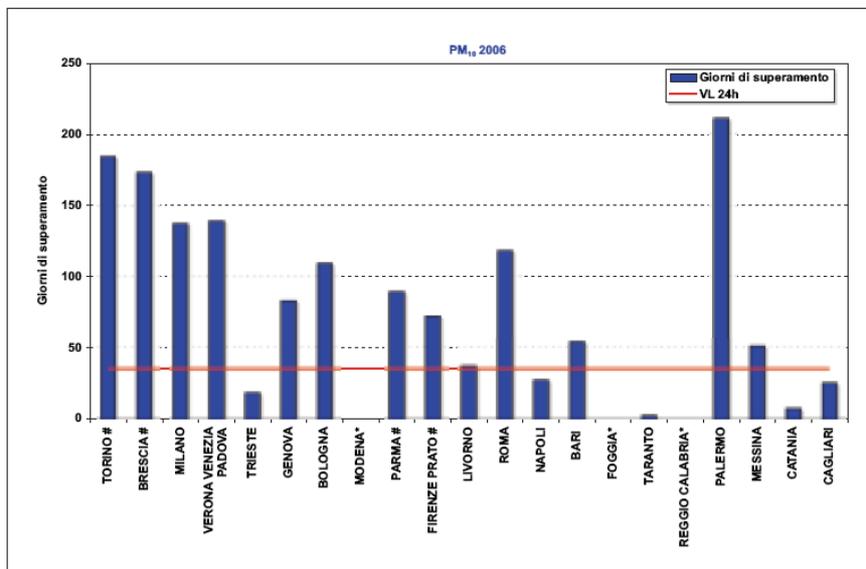


Nel 2006, in 13 tra le aree urbane considerate sono stati registrati più di 35 superamenti del valore limite giornaliero; solo in 5 aree il numero di superamenti giornalieri è stato contenuto nel limite di 35 (per 3 città non sono disponibili dati per questo inquinante).

L'elevato numero di giorni di superamento del valore limite giornaliero registrato a Palermo nel corso del 2006, e probabilmente dovuto a particolari condizioni meteorologiche, rappresenta una chiara discontinuità rispetto a quanto riscontrato nel recente passato in questa città (per la quale il numero medio di giorni di superamento è circa 80).

Diversamente, gli alti valori misuranti nelle principali città del centro-nord per l'anno in esame appaiono in linea con i massimi registrati negli anni precedenti.

Figura 1: Numero massimo di giorni di superamento del valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} nelle 24 aree urbane (2006).

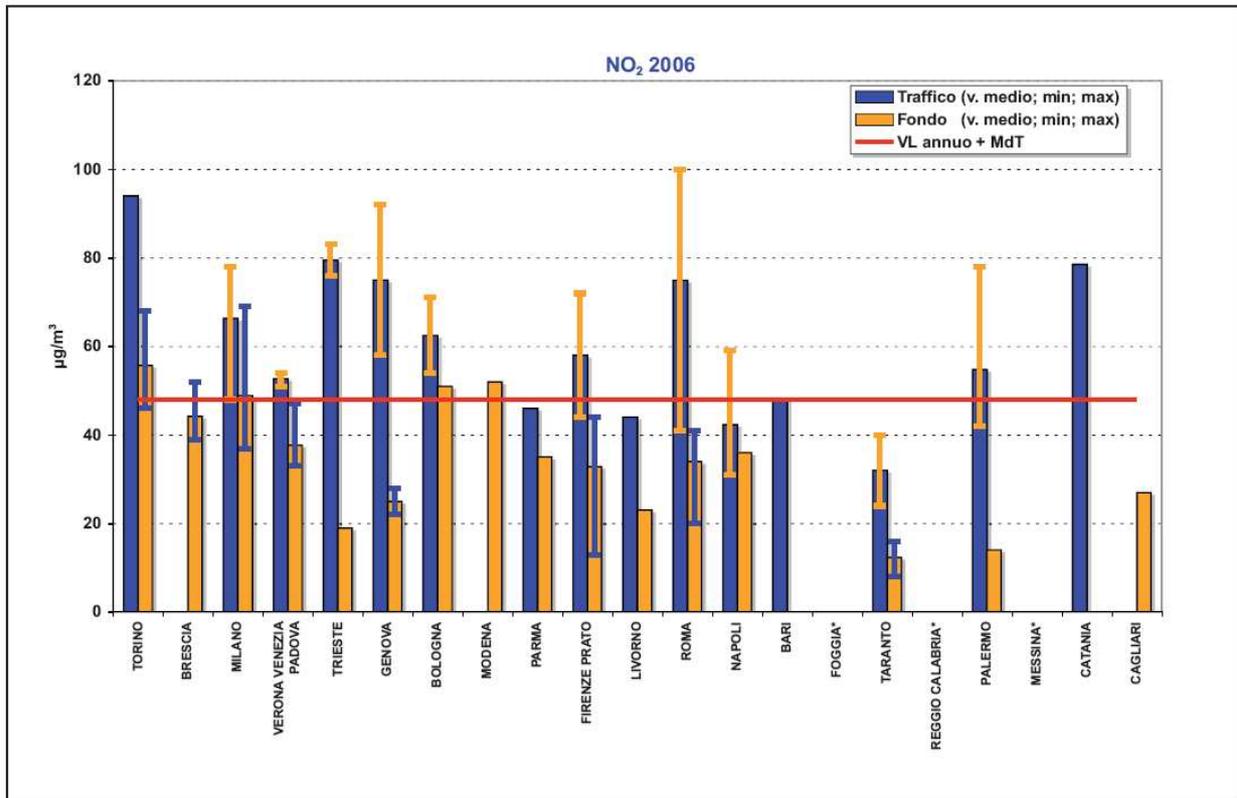


In figura 2, per l'NO₂, sono riportati i valori minimo, massimo e la media delle medie annuali registrati, in ciascuna area urbana, nelle stazioni di traffico e di fondo. Il valore limite annuale per questo inquinante, da raggiungere entro il 1° gennaio 2010, è pari a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$; per l'anno 2006 il valore da rispettare è $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pari al valore limite aumentato del margine di tolleranza. È stato scelto di rappresentare il valore limite annuale in quanto più stringente del valore limite orario e quindi più adatto per una valutazione di conformità alla normativa.

Nel 2006, in 13 aree urbane (delle 21 considerate) sono stati registrati valori medi annui più elevati di $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e solo in 5 aree questi valori si sono mantenuti entro il limite di legge aumentato del margine di tolleranza (per 3 città non sono disponibili dati per questo inquinante).



Figura 2: Valore minimo, medio e massimo annuo per il biossido d'azoto nelle 24 aree urbane (2006).



note:

- per le città contrassegnate da * i dati non sono disponibili.

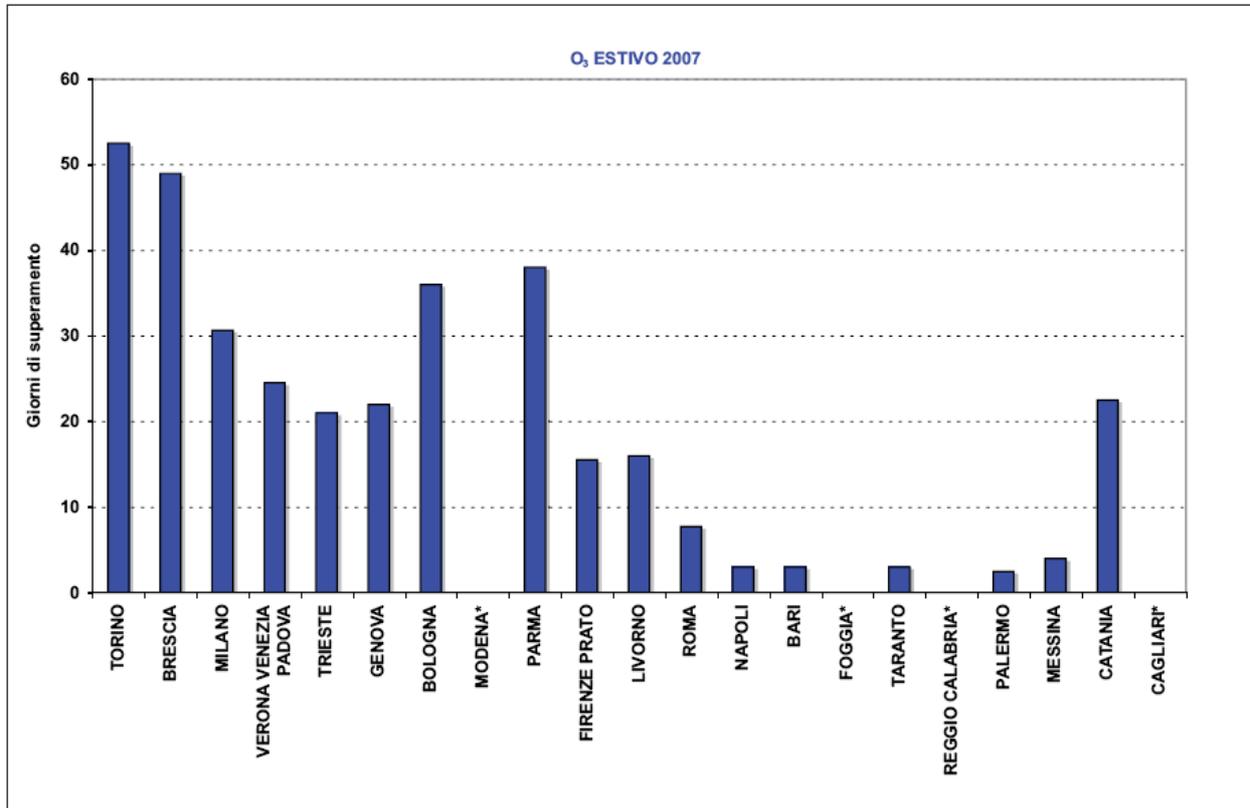
Fonte: Elaborazioni APAT su dati comunicati in ambito Eol (decisione 97/101/CE)

In figura 3 per l'ozono è riportato, per ciascuna area urbana il numero medio dei giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana (120 µg/m³) registrati nel periodo estivo 2007. Il valore riportato è la media del numero di giorni di superamento dell'obiettivo a lungo termine registrati in tutte le stazioni di monitoraggio ubicate nell'area urbana. Anche se i dati sono da considerare provvisori, e pertanto suscettibili di correzioni a seguito del completamento del processo di validazione previsto dalla normativa (D.Lgs.183/2004), si è scelto di riportare i dati relativi all'estate 2007 in quanto meglio rappresentativi della più recente situazione delle aree urbane rispetto a tale inquinante (l'inquinamento da ozono, com'è noto, è un fenomeno tipicamente estivo).

Il numero medio di giorni di superamento varia da circa 3 a più di 50 nei 17 agglomerati per cui sono stati forniti dati, con una situazione generalmente più critica nelle aree urbane del Centro-Nord Italia.”



Figura 3: Numero medio di giorni di superamento del valore limite di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'ozono estivo (aprile - settembre) 2007 nelle 24 aree urbane.



note:

- per le città contrassegnate da * i dati non sono disponibili.

Fonte: Elaborazioni APAT su dati comunicati in ottemperanza al D.Lgs 183/2004

Si riportano, infine, i dati dell'Annuario regionale dei dati ambientali 2007 dell'ARPA Sicilia:

INDICATORE

SUPERAMENTO DEI LIMITI DI BISSO DI ZOLFO (SO₂)

SCOPO

Il biossido di zolfo è generato da fonti naturali, quali le eruzioni vulcaniche, e da fonti antropiche, quali i processi di combustione industriali, in particolare le centrali termoelettriche nonché, in misura più ridotta, gli impianti non metanizzati. Questo è sicuramente l'inquinante più conosciuto, ed è stato uno dei primi ad essere monitorato. Ha, però, perduto l'importanza di un tempo, collocandosi su valori piuttosto modesti, almeno per ciò che concerne le aree urbanizzate; questo grazie anche alla riduzione del tenore di zolfo nei combustibili per uso civile ed industriale. La

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

finalità dell'indicatore consiste nel verificare se le concentrazioni in aria di biossido di zolfo non oltrepassino i valori limite prescritti dalla normativa vigente.

DESCRIZIONE

Utilizzando i dati rilevati dai comuni di Palermo e Catania, e quelli acquisiti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Siracusa, Agrigento, Caltanissetta e Messina, per l'anno 2007, è stato verificato il rispetto del limite orario di protezione della salute umana il cui valore, da non superarsi per più di 24 volte nell'anno civile, è pari a 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.M. 2 aprile 2002, n. 60).

UNITÀ di MISURA

Microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

FONTE dei DATI

Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti, dalla Provincia Regionale di Siracusa, dalla Provincia Regionale di Caltanissetta, dalla Provincia Regionale di Agrigento, dalla Provincia regionale di Messina, dal Comune di Catania Direzione Tutela Ambientale per la città di Catania, e infine dall'AMIA s.p.a. per il Comune di Palermo (2007).

NOTE TABELLE e FIGURE

La tabella 2.2 sintetizza il numero dei superamenti del limite orario di biossido di zolfo rilevati nel 2007, per la protezione della salute umana. La figura 2.2 riporta la mappatura dei relativi superamenti.

STATO e TREND

Dall'analisi della tabella che segue, si rileva come l'inquinamento da biossido di zolfo incida maggiormente nelle aree di tipo industriale. Nelle aree urbane i segnali di attenzione riscontrati nel comune di Palermo e di Catania nel 2006 sono scomparsi facendo rilevare per il 2007 delle concentrazioni medie ben al di sotto dei valori limiti di legge. Rispetto ai dati del 2006 si nota comunque un andamento generale molto simile. Si sono verificati tre superamenti orari consecutivi della soglia di allarme di 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione di S. Lucia del Mela nel 2007.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

Tabella 2.1 – Stazioni di monitoraggio e inquinanti monitorati per i quali sono pervenuti i dati di qualità dell'aria (Anno 2007)*

RETE PROVINCIALE DI AGRIGENTO	Porto Empedocle_1: NMHC, NOx, O ₃ , PM ₁₀	RETE PROVINCIALE DI MESSINA**	Condrò: SO ₂
	Porto Empedocle_3: NOx, O ₃ , PM ₁₀		Messina (Archimede): CO, NOx, PM ₁₀
	Agrigento_Centro: NMHC, NOx, PM ₁₀ , CO, O ₃ , SO ₂		Messina (Caronte): C ₆ H ₆ , CO, NOx, PM ₁₀ ,
	Agrigento_Monserrato: NOx, SO ₂ , PM ₁₀		Messina (Minissale): CO, PM ₁₀
	Agrigento_Valle_templi: NOx, PM ₁₀ , SO ₂ , O ₃		Milazzo (Capitaneria di Porto): SO ₂
	Sciacca: NOx, PM ₁₀ , CO		Pace del Mela (Mandravacchia): SO ₂
	Canicatti: NOx, PM ₁₀ , CO, O ₃		S. Filippo del Mela: SO ₂
	Licata: HC, NOx, PM ₁₀ , CO, SO ₂ , O ₃		S. Lucia del Mela: SO ₂
	Raffadali: NOx, PM ₁₀ , CO, SO ₂ , O ₃		Messina (Bocchetta): C ₆ H ₆ , CO, NOx, PM ₁₀
	Cammarata: NOx, O ₃		Messina (Università): C ₆ H ₆ , CO
	Siculiana: O ₃		Boccadifalco: BTX, CO, NOx, O ₃ , PM ₁₀ , Cd, Ni, Pb, SO ₂
	Lampedusa: O ₃		Giulio cesare: CO, NOx, PM ₁₀ , SO ₂ , Cd, Ni, Pb,
	RETE PROVINCIALE DI CALTANISSETTA		Agip mineraria: PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂
Agip pozzo 57: SO ₂		Torrelunga: CO, NOx, PM ₁₀ , Cd, Ni, Pb,	
Cimitero farello: SO ₂		Unità d'Italia: CO, NOx, PM ₁₀ , Cd, Ni, Pb,	
Corso Vittorio Emanuele: C ₆ H ₆ , CO, NMHC, NOx, O ₃		Castelnuovo: BTX, CO, NOx, PM _{10/2,5} , O ₃ , SO ₂	
Macchitella/Minerbio :CO, SO ₂		Belgio: CO, NOx, PM ₁₀	
Ospedale V. Emanuele: C ₆ H ₆ , CO, PM ₁₀ , NMHC, O ₃		Di Blasi: BTX, CO, NOx, PM _{10/2,5} , SO ₂	
Cavour: CO		CEP: NOx, CO, PM ₁₀ , SO ₂	
Gori: CO, NOx		Augusta: NOx, PM ₁₀ , HC, H ₂ S, SO ₂	
Venezia: CO, NMHC, O ₃ , SO ₂		Belvedere: NOx, PM ₁₀ , HC, H ₂ S, SO ₂	
Turati: CO		CIAPI: NOx, CO, HC, H ₂ S, PM ₁₀ , SO ₂	
Calafato: CO, NO ₂		San Cusmano: BTX, CL ₂ , HC, H ₂ S, NOx, PM ₁₀ , SO ₂ , O ₃	
Librino: CO, NOx, O ₃ , HC		Melilli: NOx, PM ₁₀ , SO ₂ , HC, H ₂ S, O ₃	
P. Giovanni XXIII: CO, SO ₂ , HC		Priolo: NOx, PM ₁₀ , SO ₂ , HC, H ₂ S, O ₃	
RETE COMUNALE DI CATANIA	Messina: CO, HC	RETE INDUSTRIALE PROVINCIA DI SIRACUSA	ScalaGreca: NOx, O ₃ , HC, PAN, SO ₂
	P. A. Moro: CO, NOx, O ₃ , HC		Acquedotto: CO, NOx, O ₃ , PM ₁₀ , HC, IPA, SO ₂
	V.le F. Fontana: CO, NOx, SO ₂ , HC		Bixio: PM ₁₀ , NOx, HC, IPA, SO ₂
	V.le Vittorio Veneto: CO, NOx, SO ₂ , HC		Specchi: BTX, NOx, PM ₁₀ , SO ₂
	P. Europa: CO, NOx, SO ₂		Teracati: BTX, CO, PM ₁₀ , IPA
	P. Gioeni: CO, NOx, SO ₂ , HC		Tisia: NOx, CO, SO ₂
	P. Michelangelo: CO, NOx, SO ₂		Florida: CO, NOx, SO ₂
	P. Stesicoro: BTX, CO, NOx, SO ₂ , PM ₁₀ , HC		
	V. Giuffrida: BTX, CO, NOx, SO ₂ , PM ₁₀ , HC		
	Osp. Garibaldi: CO, NOx, SO ₂ , HC		
	Zona Industriale: CO, NOx, SO ₂ , PM ₁₀ , HC		
	P. Risorgimento: CO, NOx, SO ₂ , PM ₁₀		
	V.le della Regione: SO ₂ , PM ₁₀		

* Per una maggiore informazione relativa alle stazioni di monitoraggio e alla loro relativa ubicazione consultare www.brace.sinanet.apat.it.
** I relativi dati sono stati direttamente consultati dal sito www.provincia.messina.it. Non è pervenuta in tempo utile una verifica dei parametri normativi elaborati dall'Agenzia.

Fonte: ARPA Sicilia su dati BRACE (2008)



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

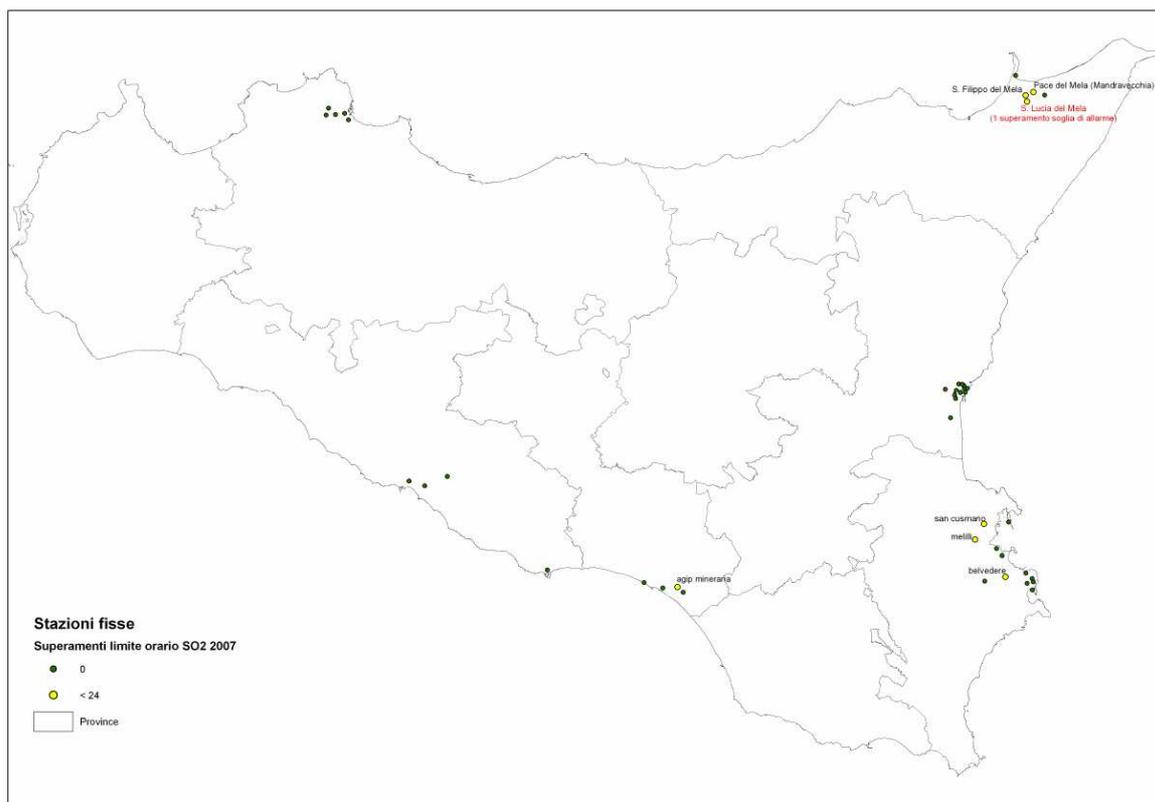
Studio d'Impatto Ambientale

Tabella 2.2: Superamenti del limite orario di biossido di zolfo (SO₂) per la protezione della salute umana (2007)

N. di superamenti del limite orario per la protezione della salute umana	
350 µg/m ³ per il 2007 (max 24 volte nell'anno)	
500 µg/m ³ per il 2007 (media oraria per più di tre ore consecutive)	
Comune di Catania	0
Comune di Palermo	0
Provincia di Siracusa (Urb + Ind)	2 (Melilli), 6 (San Cusmano), 4 (Belvedere)
Provincia di Messina	2 (Pace del Mela – Mandravecchia), 6 (S. Filippo del Mela), 8 (S. Lucia del Mela) – 1 superamento soglia di allarme
Provincia di Caltanissetta	12 (AGIP Mineraria)
Provincia di Agrigento	0

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati Enti Gestori reti pubbliche (2008)

Figura 2.2 Mappatura dei superamenti del limite orario di biossido di zolfo (SO₂) per la protezione della salute umana (2007)



Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati Enti Gestori reti pubbliche (2008)

INDICATORE
SUPERAMENTO DEI LIMITI DI BLOSSIDO DI AZOTO (NO₂)

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

SCOPO

Il biossido di azoto è un inquinante secondario, generato dalla reazione tra il monossido di azoto (NO) e le sostanze ossidanti. È strettamente connesso al traffico veicolare, che introduce in atmosfera l'NO. Le altre sorgenti principali sono gli impianti di riscaldamento civile ed industriale e le centrali di produzione di energia. Lo scopo attribuito all'indicatore consiste nel verificare che le concentrazioni in aria di biossido di azoto non oltrepassino i valori limite prescritti dalla normativa vigente.

DESCRIZIONE

Utilizzando i dati riferiti alle città di Palermo e Catania, e quelli acquisiti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Siracusa, Agrigento, Caltanissetta e Messina, per l'anno 2007, è stato verificato il rispetto del limite orario per la protezione della salute umana, il cui valore è pari a 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'anno 2007 da non superare per più di 18 volte per anno civile (D.M. 2 aprile 2002 n. 60).

UNITÀ di MISURA

Microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

FONTE dei DATI

Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti, dalla Provincia Regionale di Siracusa, dalla Provincia Regionale di Caltanissetta, dalla Provincia Regionale di Agrigento, dalla Provincia regionale di Messina, dal Comune di Catania, Direzione Tutela Ambientale per la città di Catania, dall'AMIA s.p.a. per il Comune di Palermo (2007).

NOTE TABELLE e FIGURE

La tabella 2.3 riporta il numero complessivo di superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana, registrati rispettivamente nelle città di Catania e Palermo e nelle province regionali di Siracusa, Messina, Caltanissetta e Agrigento nel 2007. Così come la tabella 2.4 riporta i superamenti del valore limite annuale. La figura 2.3 rappresenta la mappatura dei superamenti della media annuale.

STATO e TREND

Analizzando i dati di qualità dell'aria rilevati nel 2007, si evince come i valori medi nell'anno più alti si registrano nelle città di Palermo, Catania e Messina in postazioni dedicate al traffico autoveicolare, cioè ubicate nelle immediate vicinanze di arterie stradali urbane ad elevato flusso. Per il 2007, il valore limite delle concentrazioni medie orarie è pari a 230 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, da non superarsi per più di 18 volte. La tabella 2.3 sintetizza il numero di superamenti che si sono verificati nel 2007; in nessun caso è stato superamento il limite di legge. La tabella 2.4 riporta i superamenti che si sono verificati appunto nelle città di Palermo, Catania e Messina. Nessun superamento della soglia di allarme di 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ si è verificato nel periodo considerato.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

Tabella 2.3: Biossido di azoto (NO₂), superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana (2007)

N° Superamenti del valore limite orario per la protezione della salute umana	
Per l'anno 2007 il valore limite è pari a 230 µg/m ³ (max 18 volte nell'anno)	
Comune di Catania	4 (Fontana), 1 (Europa), 6 (Michelangelo), 4 (Giuffrida)
Comune di Palermo	2 (Castelnuovo)
Provincia di Siracusa (Urb +Ind)	13 (Scalagrega), 10 (Specchi)
Provincia di Caltanissetta	1 (Gori-Niscemi)
Provincia di Messina	5 (Bocchetta)
Provincia di Agrigento	0

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati Enti Gestori reti pubbliche (2008)

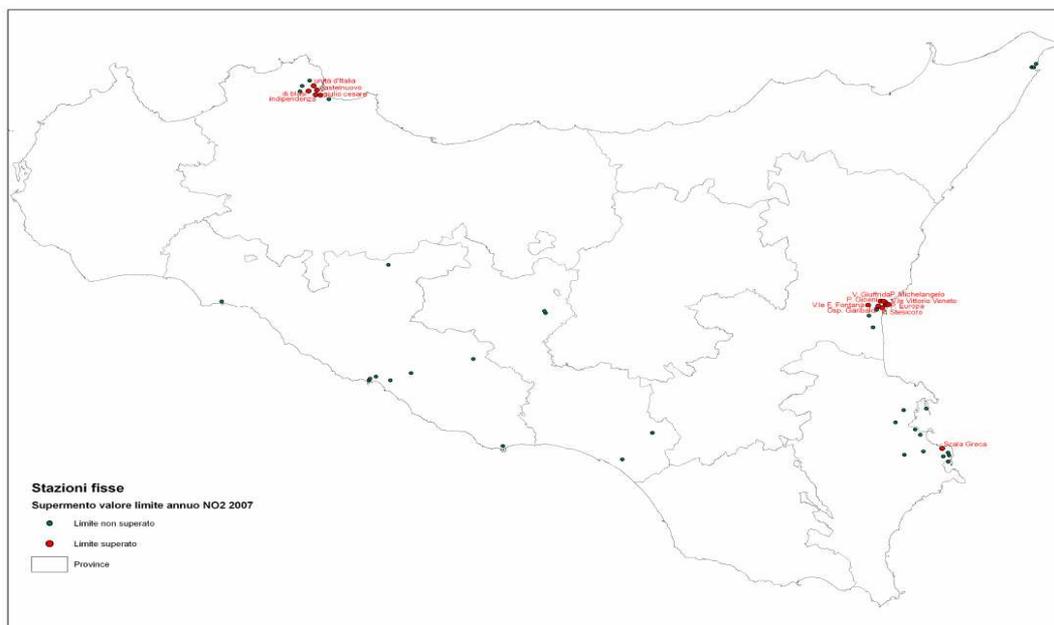
Tabella 2.4: Biossido di azoto (NO₂), superamenti del valore limite annuo per la protezione della salute umana (2007)

Stazioni per le quali si è avuto il superamento del limite annuo per la protezione della salute umana

Per l'anno 2007 il valore limite annuo è pari a 46 µg/m ³	
Comune di Catania	Fontana, Veneto , Europa, Gioeni, Michelangelo, Stesicoro, Giuffrida, Garibaldi
Comune di Palermo	Giulio Cesare, Indipendenza, Castelnuovo, Di Blasi, Unità d'Italia
Provincia di Siracusa (Urb +Ind)	Scalagrega
Provincia di Caltanissetta	0
Provincia di Messina	0
Provincia di Agrigento	0

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati Enti Gestori reti pubbliche (2008)

Figura 2.3 Mappatura dei superamenti del limite annuo di biossido di azoto (NO₂) per la protezione della salute umana (2007)



Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati Enti Gestori reti pubbliche (2008)

INDICATORE
SUPERAMENTO DEI LIMITI DI MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

SCOPO

In ambiente urbano, la sorgente antropica principale da cui è generato il monossido di carbonio (CO) è costituita dagli autoveicoli a benzina durante il funzionamento a basso regime. Pertanto, le maggiori concentrazioni di CO, nelle città, si registrano nelle zone congestionate dal traffico veicolare. Contribuiscono ulteriormente all'emissione di CO, se pure in minor grado, gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali. L'indicatore proposto è finalizzato a verificare il rispetto, in ambiente urbano, degli obiettivi statuiti dalla normativa.

DESCRIZIONE

Utilizzando i dati riferiti alle città di Palermo e Catania, e quelli acquisiti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria delle province di Siracusa, Agrigento, Caltanissetta e Messina, per l'anno 2007, è stato verificato il rispetto dei superamenti del valore limite orario su 8 ore per la protezione della salute umana, pari a 10 mg/m³ (D.M. 2 aprile 2002 n. 60).

UNITÀ di MISURA

Milligrammi al metro cubo (mg/m³).

FONTE dei DATI

Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti dal Comune di Catania, Direzione Tutela Ambientale, dall'AMIA s.p.a. e dalle Province di Agrigento, Caltanissetta, Messina, Siracusa (2007).

NOTE TABELLE e FIGURE

La tabella 2.5 fornisce una rappresentazione congiunta del numero di superamenti della soglia di attenzione, registrati rispettivamente nelle città di Catania, Palermo e nelle province regionali di Siracusa, Messina, Caltanissetta e Agrigento nel 2007. La media massima giornaliera su 8 ore viene individuata esaminando le medie mobili su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale finisce. In pratica, il primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso.

STATO e TREND

Non si è avuto nessun superamento del valore limite su 8 ore per il 2007 che è pari a 10 mg/m³; dopo tre anni che non si registrava tale superamento (2004, 2005 e 2006). Si rileva inoltre come nella città di Messina i valori massimi sulla media 8 ore di CO siano prossimi al valore limite.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Tabella 2.5: CO, superamenti della media max giornaliera su 8 ore (2007)

Stazioni per le quali si è avuto un superamento del limite per la protezione della salute umana	
10 mg/m ³ per il 2007	
Comune di Catania	nessuna
Comune di Palermo	nessuna
Provincia di Siracusa (Urb + Ind)	nessuna
Provincia di Messina	nessuna
Provincia di Caltanissetta	nessuna
Provincia di Agrigento	nessuna

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati Enti Gestori reti pubbliche (2008)

INDICATORE

SUPERAMENTO DEI LIMITI DI PM10

SCOPO

Per PM10 si intende materiale particolato con diametro uguale o inferiore a 10 μ m. Le sorgenti emissive antropiche principali, in ambiente urbano, sono costituite dagli impianti di riscaldamento civile e dal traffico veicolare. È opportuno ricordare che anche le eruzioni vulcaniche assumono un ruolo di primo piano; infatti, le ceneri vulcaniche contengono una frazione di particolato che viene rilevata dagli analizzatori di PM10. Ma anche gli incendi boschivi, la risospensione delle polveri e l'aerosol marino sono fonti naturali di PM10. La finalità dell'indicatore consiste nel verificare se le concentrazioni in aria di PM10 non oltrepassino i valori limite prescritti dalla normativa vigente.

DESCRIZIONE

Utilizzando i dati riferiti alle città di Palermo e Catania, e quelli acquisiti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Siracusa, Agrigento, Caltanissetta e Messina, per l'anno 2007 è stato verificato il rispetto del limite della media giornaliera, il cui valore, da non superarsi per più di 35 volte nell'anno civile, è pari a 50 μ g/ m³ (D.M. 2 aprile 2002, n. 60).

UNITÀ di MISURA

Microgrammi al metro cubo (μ g/ m³).

FONTE dei DATI

Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti dagli Enti gestori delle reti pubbliche (2007).

NOTE TABELLE e FIGURE

La tabella 2.6 sintetizza il numero di superamenti del valore limite della media giornaliera (da non superarsi più di 35 volte nell'arco di un anno) registrati nel 2007. La tabella 2.7 riporta i superamenti del valore limite annuale nel 2007. Le figure 2.4, 2.5 rappresentano le mappature dei superamenti di PM10 (media annua e giornaliera) rilevati nel 2007.

STATO e TREND

Il D.M. 60/02 ha stabilito che la concentrazione media annua per il PM10 non debba superare il valore limite di 40 μ g/m³ in vigore dal 01/01/2005. Dalla tabella 2.6 si rileva come il valore limite della media giornaliera venga superato diverse volte e in postazioni di misura differenti sia nel

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

comune di Palermo che di Messina e Siracusa; lo stesso si ripete nelle stazioni posizionate nel comune di Porto Empedocle. Rispetto ai dati del 2006, si nota un peggioramento dello stato di qualità dell'aria concernente le concentrazioni di PM10. Solo nel caso del comune di Catania si continua a riscontrare un andamento positivo di miglioramento dal 2005 ad oggi.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

Tabella 2.6: PM₁₀, numero di superamenti del valore limite della media giornaliera (2007)

N° Superamenti del valore limite della media giornaliera 50 µg/m ³ per il 2007 da non superare per un max di 35 volte nell'anno	
Comune di Palermo	Boccadifalco: 14, Indipendenza: 65 , Giulio Cesare: 76 , Castelnuovo: 41 , Unità d'Italia: 81 , Torrelunga: 39 , Belgio: 42 , Di Blasi: 109 , CEP: 27
Comune di Catania	Stesicoro: 0; Giuffrida: 24; Regione: 5; Zona Industriale: 1; Risorgimento: 14
Provincia di Agrigento	Canicatti: 27; Licata: 5; Monserrato: 25; Porto Empedocle_1: 71 ; Porto Empedocle_3: 84 ; Raffadali: 14; Sciacca: 7; Agrigento Centro: 9; Agrigento Valle dei Templi: 30
Provincia di Siracusa Rete Ind.	Augusta: 35 ; Ciapi: 34; Priolo: 18; Melilli: 20; San Cusmano: 17; Belvedere: 18
Provincia di Siracusa Rete Urb.	Acquedotto: 9; Teracati: 277 ; Bixio: 148 ; Specchi: 153
Provincia di Caltanissetta	AGIP Mineraria: 28; Ospedale Gela: 25
Provincia di Messina	Caronte: 14; Archimede: 39 ; Minissale: 3; Bocchetta: 6.

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti da enti gestori di reti pubbliche (2008)

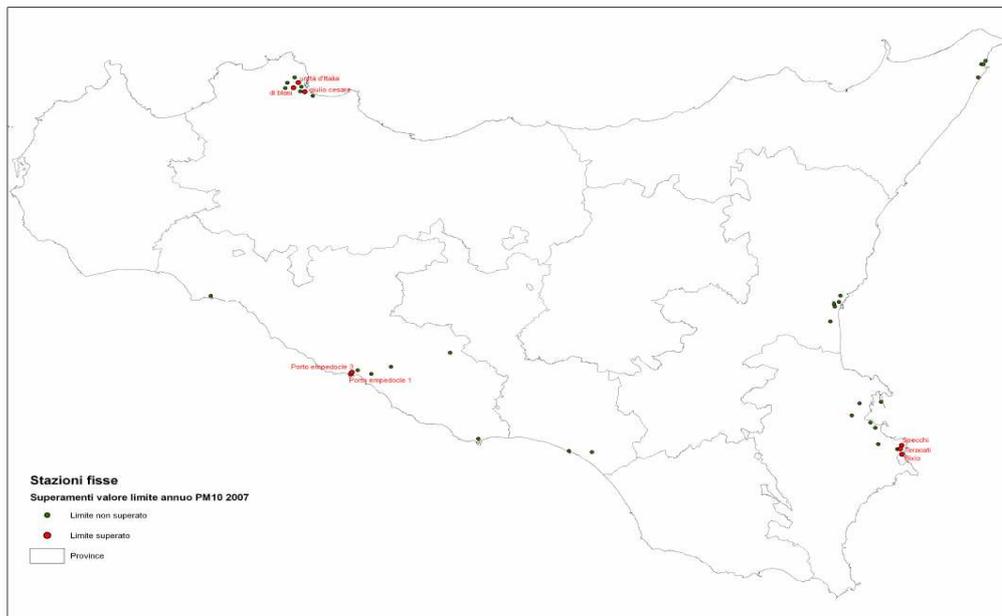
Tabella 2.7: PM₁₀, superamenti del valore limite annuo (2007)

Stazioni per le quali si è avuto il superamento del limite annuo per la protezione della salute umana

40 µg/m ³ per il 2007 media annuale da non superare	
Comune di Palermo	Giulio Cesare, Unità d'Italia, Di Blasi
Comune di Catania	nessuna
Provincia di Agrigento	PortoEmpedocle_1, PortoEmpedocle_3
Provincia di Siracusa Rete Ind.	nessuna
Provincia di Siracusa Rete Urb.	Teracati; Bixio; Specchi
Provincia di Caltanissetta	nessuna
Provincia di Messina	nessuna

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti da enti gestori di reti pubbliche (2008)

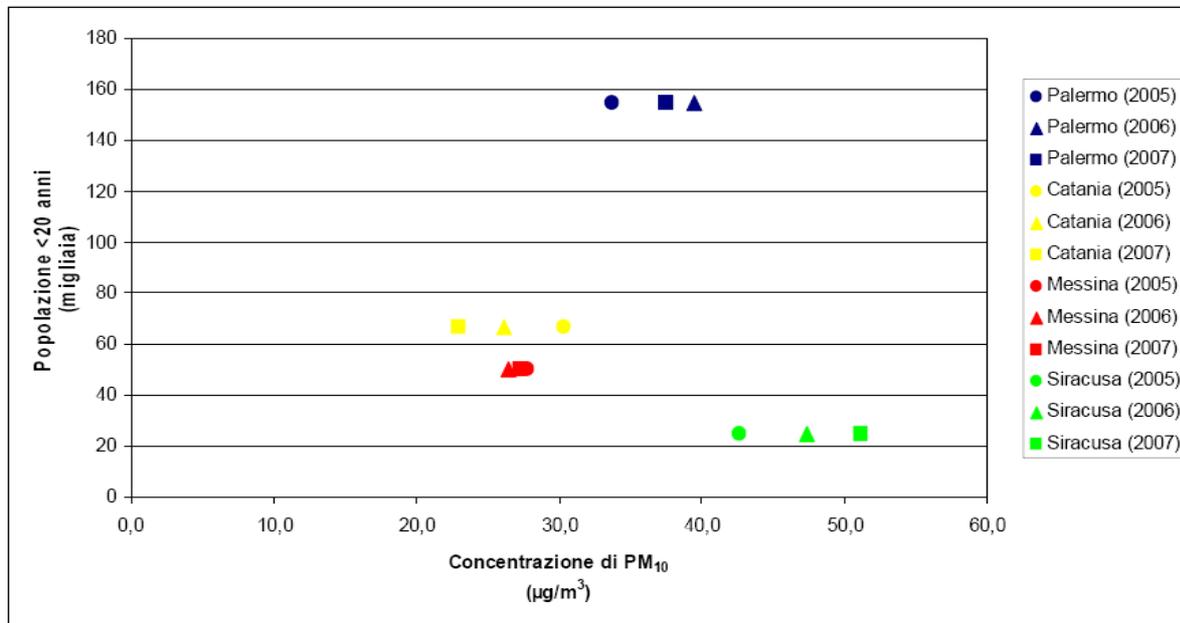
Figura 2.4 Mappatura dei superamenti del valore limite annuo di PM₁₀ (2007)



Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati Enti Gestori reti pubbliche (2008)

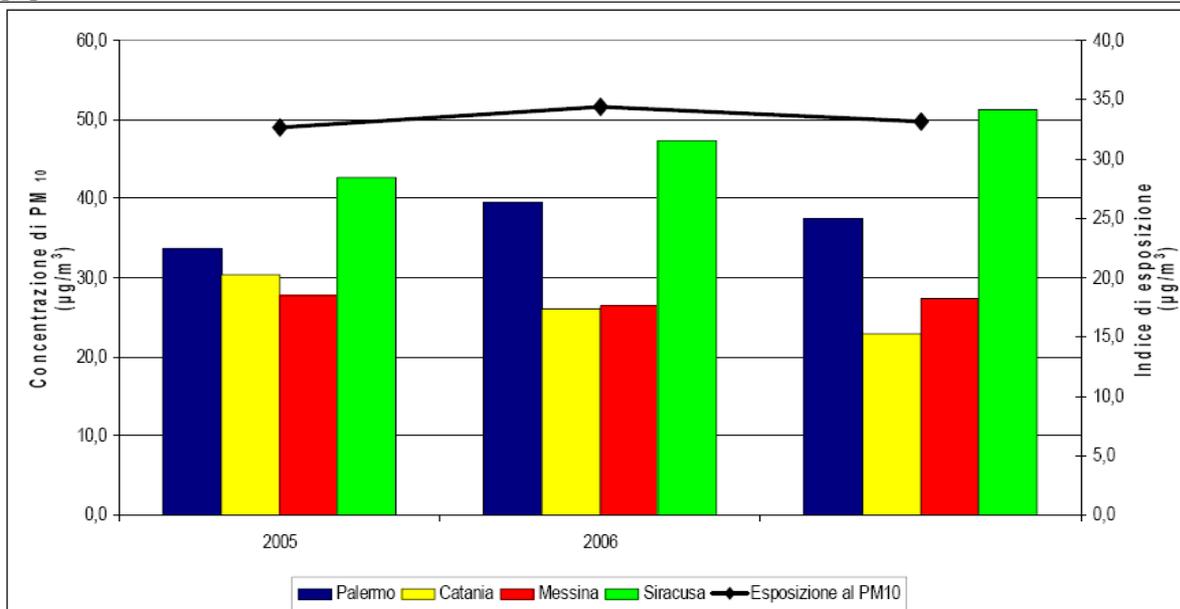


Figura 10.9 Potenziale esposizione della popolazione <20 anni al PM10 in 4 città siciliane 2005-2007



Fonte: Elaborazione ARPA-DOE Sicilia

Figura 10.10 Concentrazione media annua PM10 in 4 città siciliane ed indice di esposizione della popolazione con < 20 anni dal 2005 al 2007



Fonte: Elaborazione ARPA-DOE Sicilia

INDICATORE
SUPERAMENTO DEI LIMITI DI BENZENE (C₆H₆)

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

SCOPO

Il benzene è un idrocarburo aromatico volatile. E' generato dai processi di combustione naturali, quali incendi ed eruzioni vulcaniche, ed inoltre è rilasciato in aria dai gas di scarico degli autoveicoli e dalle perdite che si verificano durante il ciclo produttivo della benzina (preparazione, distribuzione e l'immagazzinamento). Considerato sostanza cancerogena, riveste un'importanza particolare nell'ottica della protezione della salute umana. L'indicatore proposto è volto a verificare che le concentrazioni in aria di benzene non oltrepassino i valori limite prescritti dalla normativa vigente.

DESCRIZIONE

Utilizzando i dati riferiti alle città di Palermo e Catania, e quelli acquisiti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Siracusa, Agrigento, Caltanissetta e Messina, per l'anno 2007 è stato verificato il rispetto del limite della media annuale (D.M. 2 aprile 2002, n. 60).

UNITÀ di MISURA

Microgrammi al metro cubo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

FONTE dei DATI

Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti dagli Enti gestori delle reti pubbliche (2007).

NOTE TABELLE e FIGURE

La tabella 2.8 riporta i superamenti registrati nell'anno 2007.

STATO e TREND

Il D.M. n. 60/02 ha introdotto un valore limite per la protezione della salute umana pari a $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale da raggiungere entro il primo gennaio 2010. Dalla tabella che segue si evince che le concentrazioni medie annue di benzene risultano, per l'anno 2007, inferiori al valore limite di $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nelle aree urbane si raggiungono tuttavia picchi orari di concentrazione di alcune decine di microgrammi al metro cubo.

Tabella 2.8: Benzene, numero di superamenti del valore limite (2007)

Stazioni che superano il valore limite annuale	
$8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per l'anno civile 2007	
Comune di Palermo	nessuna
Comune di Catania	nessuna
Provincia di Agrigento	nessuna
Provincia di Caltanissetta	nessuna
Provincia di Messina	nessuna
Provincia di Siracusa	nessuna

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti da enti gestori di reti pubbliche (2008)

INDICATORE

SUPERAMENTO DEI LIMITI DI OZONO (O₃)

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

SCOPO

L'ozono è un inquinante secondario, generato dalla trasformazione degli ossidi di azoto e dai composti organici volatili (detti inquinanti "precursori") reattivi in presenza di radiazione solare anche a distanze notevoli dalle sorgenti primarie. E' strettamente correlato alle condizioni meteorologiche, infatti, tende ad aumentare durante il periodo estivo e durante le ore di maggiore irraggiamento solare. L'ozono, inoltre, è responsabile, in presenza di talune sostanze organiche, di ulteriori reazioni fotochimiche. L'indicatore proposto è finalizzato a valutare che le concentrazioni in aria rispettino i limiti introdotti dalla normativa vigente.

DESCRIZIONE

Utilizzando i dati riferiti alle città di Palermo e Catania, e quelli acquisiti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria della provincia di Siracusa, Agrigento, Caltanissetta e Messina, per l'anno 2007 è stato verificato il rispetto del livello di attenzione delle concentrazioni medie orarie, il cui valore limite è pari a 180 µg/ m³ (D.M. 16/05/1996).

UNITÀ di MISURA

Microgrammi al metro cubo (µg/ m³).

FONTE dei DATI

Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti dagli enti gestori di Reti pubbliche per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico (2007).

NOTE TABELLE e FIGURE

La tabella 2.9 riporta il numero complessivo di superamenti del livello di attenzione delle concentrazioni medie orarie nel 2007. Al riguardo, è opportuno specificare che il "livello di attenzione", indicato anche come "livello per l'informazione della popolazione", non rappresenta una condizione di rischio ma la possibilità di un aggravarsi del fenomeno nel caso continuassero, per più giorni, condizioni atmosferiche sfavorevoli alla dispersione degli inquinanti che contribuiscono alla formazione dell'ozono. La figura 2.6 riporta la mappatura relativa ai superamenti della soglia di allarme.

STATO e TREND

Dall'analisi della tabella 2.8 dei superamenti si nota un peggioramento con superamenti della soglia di allarme rispetto al 2006. Rimane grave la situazione relativa all'area a rischio di Priolo, dove la presenza di un'elevata concentrazione di precursori nonché delle particolari condizioni atmosferiche causa l'innalzamento dei valori di concentrazione dell'ozono. Anche nelle città di Messina e Siracusa si sono riscontrati nel 2007 superamenti della soglia di allarme."

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Tabella 2.9: Ozono (O₃), numero di superamenti della soglia di informazione (2007)

Concentrazione media di 1 ora: 180 µg/m ³	
Comune di Catania	Moro: 3
Comune di Palermo	0
Provincia di Agrigento	0
Provincia di Caltanissetta	Ospedale V. Emanuele: 2
Provincia di Messina*	Caronte 11 (7)
Provincia di Siracusa (Urb + Ind)*	Priolo: 5; Melilli: 34 (10); San Cusmano: 14 (1) Acquedotto: 14 (2) ; Scalagrecia: 1

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati forniti dagli Enti Gestori (2008)

* tra parentesi i superamenti della soglia di allarme media oraria > 240 µg/m³

Dall'analisi delle fonti si rileva come il livello di NO₂ e PM₁₀ in atmosfera rappresentino una reale minaccia per la salute, soprattutto, per le fasce più deboli ed esposte, quali i bambini e gli adolescenti.

Le recenti misure adottate dall'Amministrazione non sono state in grado di abbattere o, comunque, mitigare l'impatto degli inquinanti.



Infine si riportano i dati APAT e ARPA aggiornati al 2009

Qualità dell'aria

			Dati riferiti all'Agglomerato				
			Superficie dell'Agglomerato (727 km ²)				
Stazione di Fondo							
			NO ₂ ⁽¹⁾	PM ₁₀	SO ₂	O ₃ ^{(2) (3)}	C ₆ H ₆
Numero di stazioni (n.)			1	1	2	1	
Media annua massima (µg/m ³)			17	23	3	1	
Media annua minima (µg/m ³)			17	23	3	1	
Superamenti (n. giorni) massimi			0	15	0	0	
Superamenti (n. giorni) minimi			0	nd	0		
Stazione di Traffico							
			NO ₂ ⁽¹⁾	PM ₁₀	SO ₂	O ₃ ^{(2) (3)}	C ₆ H ₆
Numero di stazioni (n.)			8	8	4	2	
Media annua massima (µg/m ³)			75	45	8	8	
Media annua minima (µg/m ³)			30	32	1	5	
Superamenti (n. giorni) massimi			2	110	0		
Superamenti (n. giorni) minimi			nd	nd	nd		



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

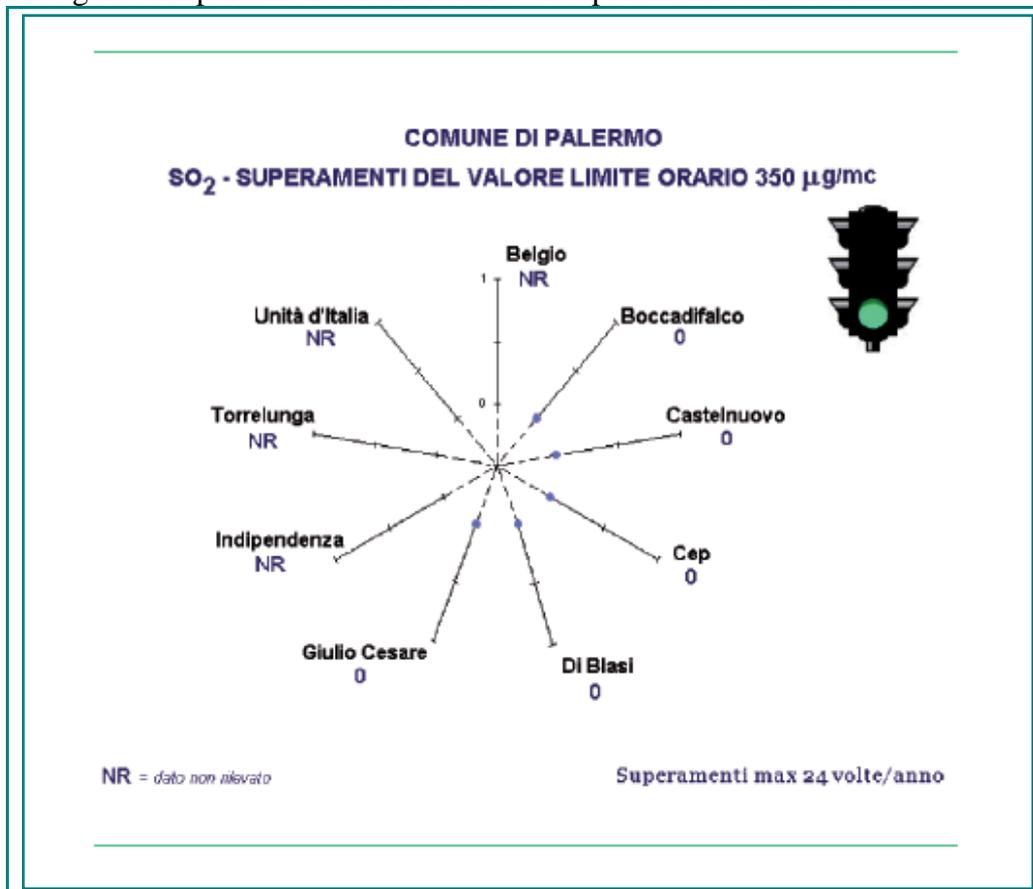
Studio d'Impatto Ambientale

I dati aggiornati dell'ARPA si riferiscono alle seguenti stazioni di monitoraggio:

TABELLA 2.1
RETI DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Tipologia di materiale	Stazione	Tipologia
ARPA SICILIA	Enna	Fondo Urbano
	Misterbianco	Fondo Urbano
	Partinico	Fondo Urbano
	Termini Imerese	Fondo Urbano
	Trapani	Fondo Urbano
	Contrada Gabbia	Industriale
	Ex_Fosfogessi	Industriale rurale
	Megara (SR)	Industriale
	Offshore ASI	Industriale
	Parcheggio AGIP	Industriale suburbana
	SASOL	Industriale
	Termica Milazzo	Fondo suburbano
	Rete Comunale di Palermo	Belgio
Boccadifalco		Fondo suburbano
Castelnuovo		Traffico urbano
CEP		Traffico suburbano
Di Blasi		Traffico urbano
Giulio Cesare		Traffico urbano
Indipendenza		Traffico urbano
Torrelunga		Traffico urbano
Unità d'Italia		Traffico urbano

Di seguito si riportano le tabelle relative ai superamenti dei valori limite:





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

TABELLA 2.3

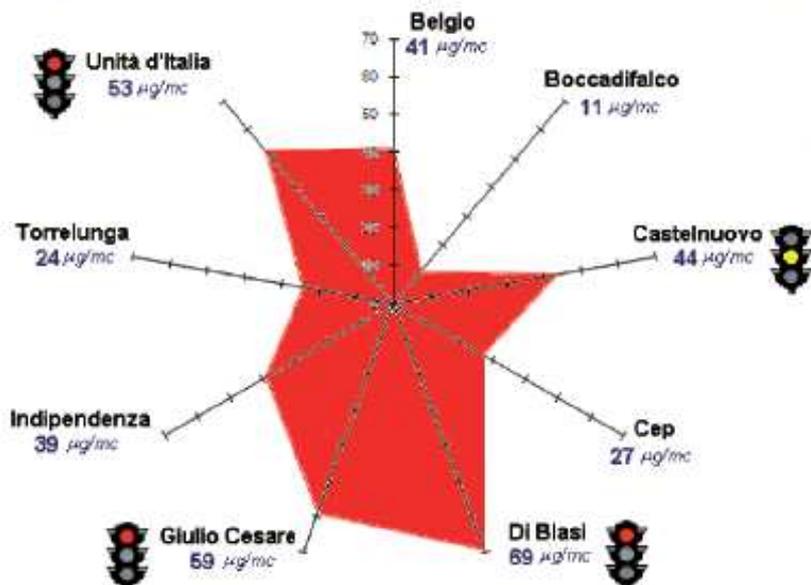
SUPERAMENTI DEL VALORE DEI LIMITE ORARIO E ANNUALE DI NO₂ PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (2008)

Ente gestore rete di monitoraggio	Stazione	Tipologia	N. di superamenti del limite orario di 220 µg/m ³	Superamento del valore limite orario per la protezione della salute umana (220 µg/m ³ max 18 volte/anno)	Valori delle medie annuali µg/m ³	Superamento del limite annuale di 44 µg/m ³
AMIA s.r.l. Comune di Palermo	Di Blasi	Traffico urbano	0	NO	69	SI
	Giulio Cesare	Traffico urbano	0	NO	59	SI
	Unità d'Italia	Traffico urbano	0	NO	53	SI
Comune di Catania	Europa	Traffico urbano	0	NO	49	SI
	Fontana	Traffico urbano	21	SI	62	SI
	Garibaldi	Traffico urbano	0	NO	46	SI
	Gioieni	Traffico urbano	6	NO	66	SI
	Giuffrida	Traffico urbano	15	NO	62	SI
	Michelangelo	Traffico urbano	9	NO	72	SI
	Stesicoro	Traffico urbano	0	NO	77	SI
Provincia Regionale di Caltanissetta	Gori Niscemi	Traffico urbano	1	NO	55	SI
Provincia Regionale di Messina	Archimede	Traffico urbano	107	SI	77	SI
	Bocchetta	Traffico urbano	66	SI	61	SI

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati ARPA ed enti gestori reti pubbliche (2008)

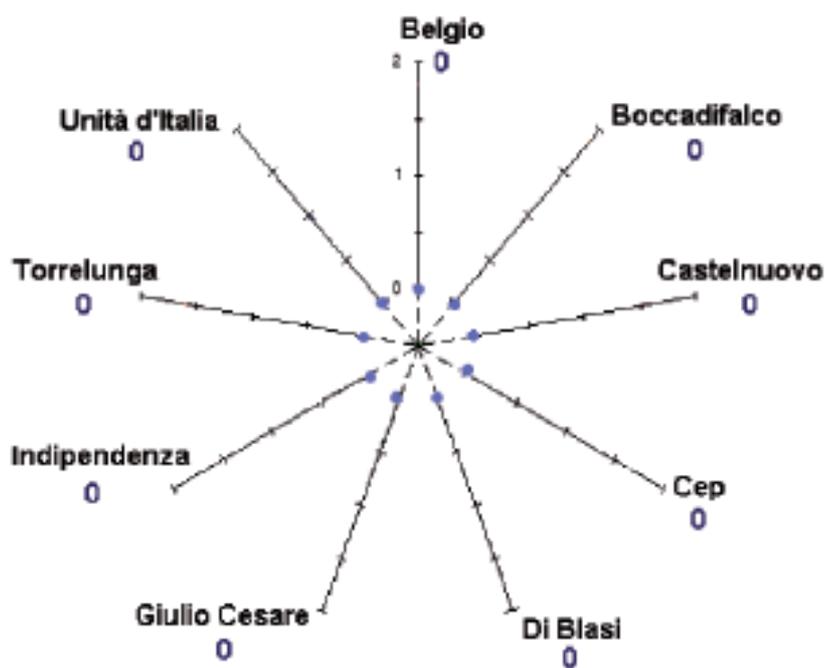
COMUNE DI PALERMO

NO₂ - VALORI DELLE MEDIE ANNUALI. LIMITE ANNUALE 44 µg/mc





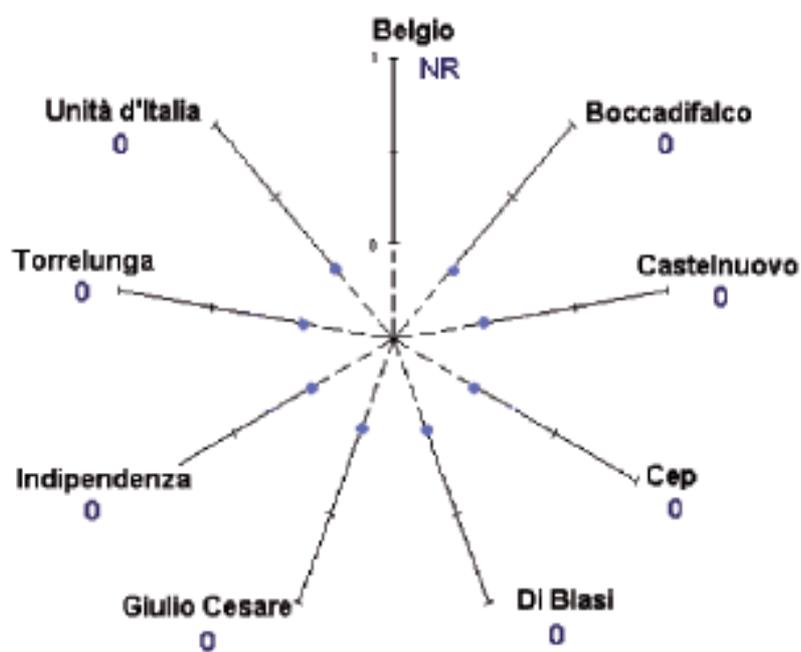
COMUNE DI PALERMO
NO₂ - SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE ORARIO 220 µg/mc



Superamenti max 18 volte/anno



COMUNE DI PALERMO
CO - SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE 10 mg/mc PER 8 ORE



NR = dato non rilevato



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

TABELLA 2.5

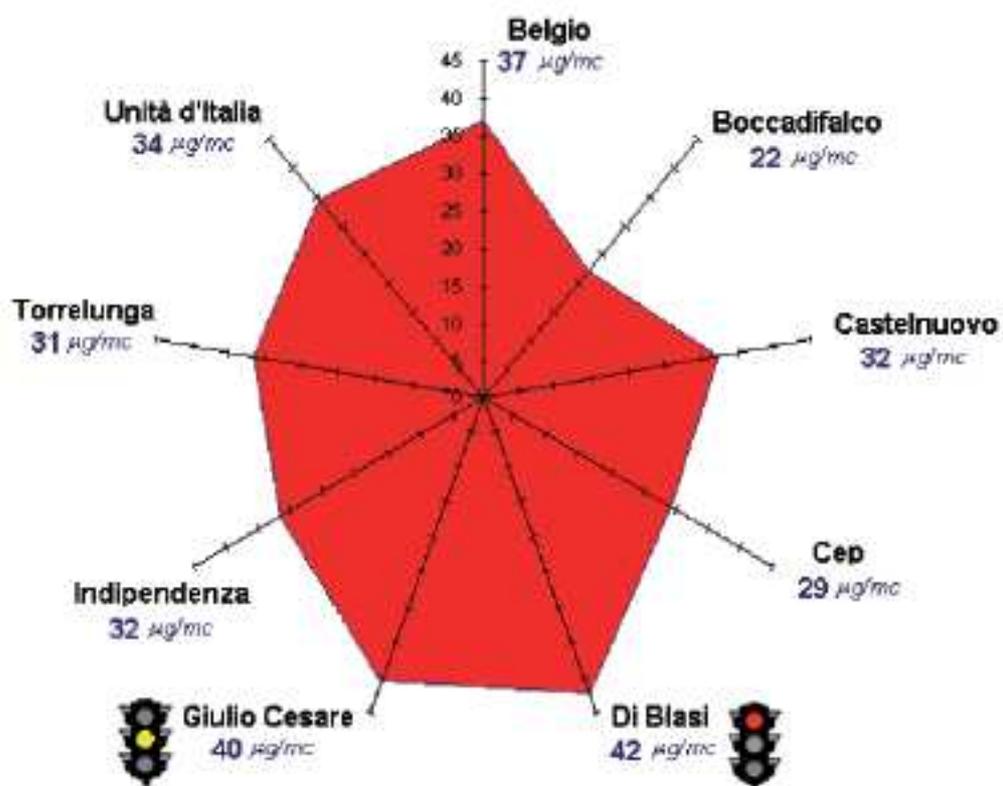
SUPERAMENTI DEI LIMITI GIORNALIERO ED ANNUALE DI PM₁₀ PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (2008)

Ente gestore rete di monitoraggio	Stazione	Tipologia	N. di superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m ³	Superamento del valore limite giornaliero per la protezione della salute umana (50 µg/m ³ max 35/anno)	Valori delle medie annuali µg/m ³	Superamento del limite annuale di 40 µg/m ³
AMIA s.r.l. Comune di Palermo	Belgio	Traffico urbano	47	SI	37	NO
	Castelnuovo	Traffico urbano	40	SI	32	NO
	Di Blasi	Traffico urbano	68	SI	42	SI
	Giulio Cesare	Traffico urbano	61	SI	40	NO
Comune di Catania	Stesicoro	Traffico urbano	46	SI	38	NO
Provincia Regionale di Caltanissetta	Ospedale	Traffico urbano	15	NO	62	SI
	Gori Niscemi	Traffico urbano	55	SI	43	SI
Provincia Regionale di Messina	Archimede	Traffico urbano	48	SI	37	NO
	Bocchetta	Traffico urbano	54	SI	58	SI
	Minissale	Traffico urbano	58	SI	41	SI
Provincia Regionale di Siracusa	Bixio	Traffico urbano	172	SI	55	SI
	Specchi	Traffico urbano	135	SI	50	SI
	Teracati	Traffico urbano	316	SI	85	SI

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati ARPA ed enti gestori reti pubbliche (2008)

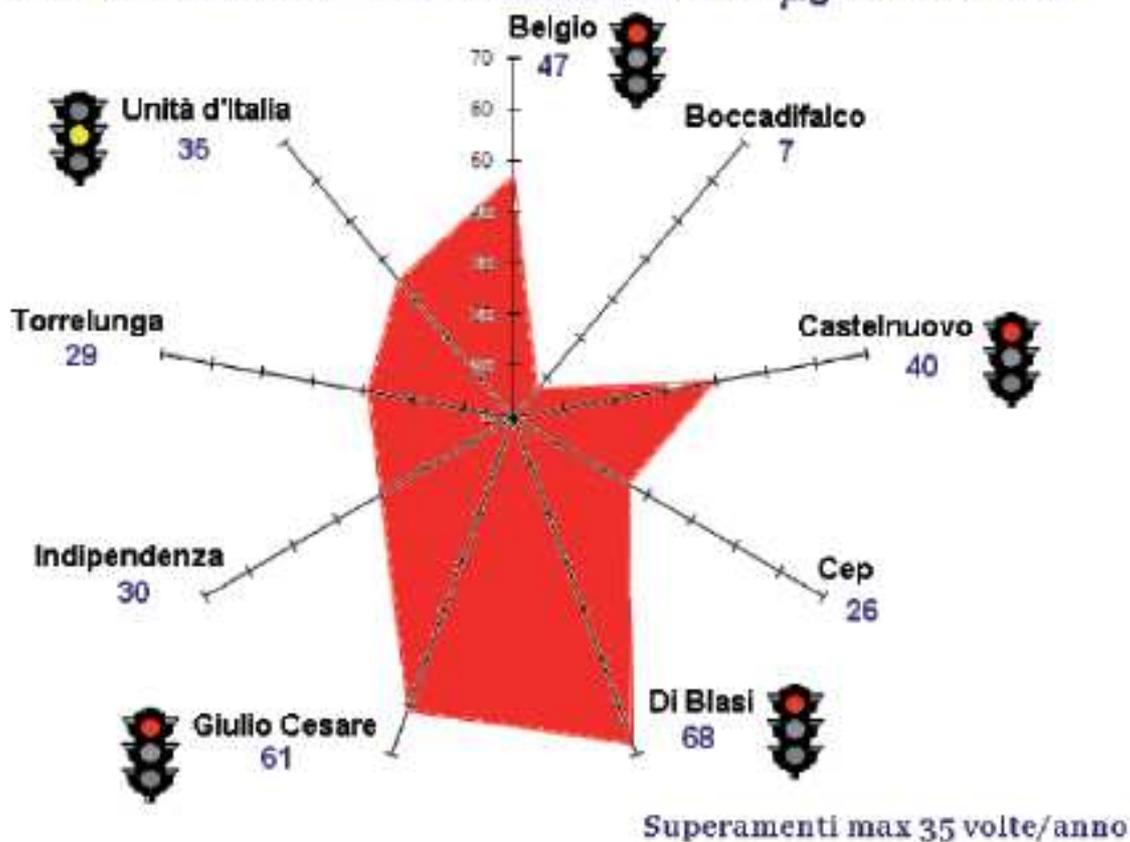


COMUNE DI PALERMO
PM10 - VALORI DELLE MEDIE ANNUALI. LIMITE ANNUALE 40 $\mu\text{g}/\text{mc}$





COMUNE DI PALERMO PM10 - SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE 50 $\mu\text{g}/\text{mc}$ IN 24 ORE





COMUNE DI PALERMO
BENZENE - VALORI DELLE MEDIE ANNUALI. LIMITE ANNUALE 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

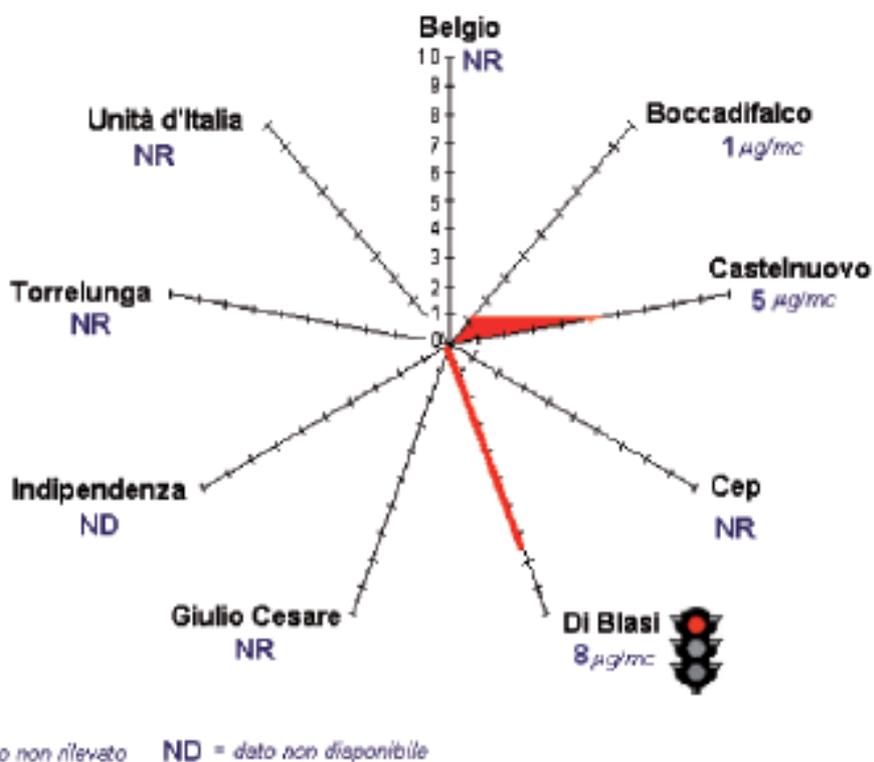


TABELLA 2.6

SUPERAMENTI DEL LIMITE ANNUALE DI C₆H₆ PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE UMANA (2008)

Ente gestore rete di monitoraggio	Tipologia	Stazione	Valore della media annuale	Superamento del limite annuale di 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
AMIA s.r.l. Comune di Palermo	Traffico urbano	Di Blasi	8	SI

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati ARPA ed enti gestori reti pubbliche (2008)



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

TABELLA 2.7

NUMERO DI SUPERAMENTI DELLA CONCENTRAZIONE DI O₃ PER LA PROTEZIONE DELLA SALUTE (2008)

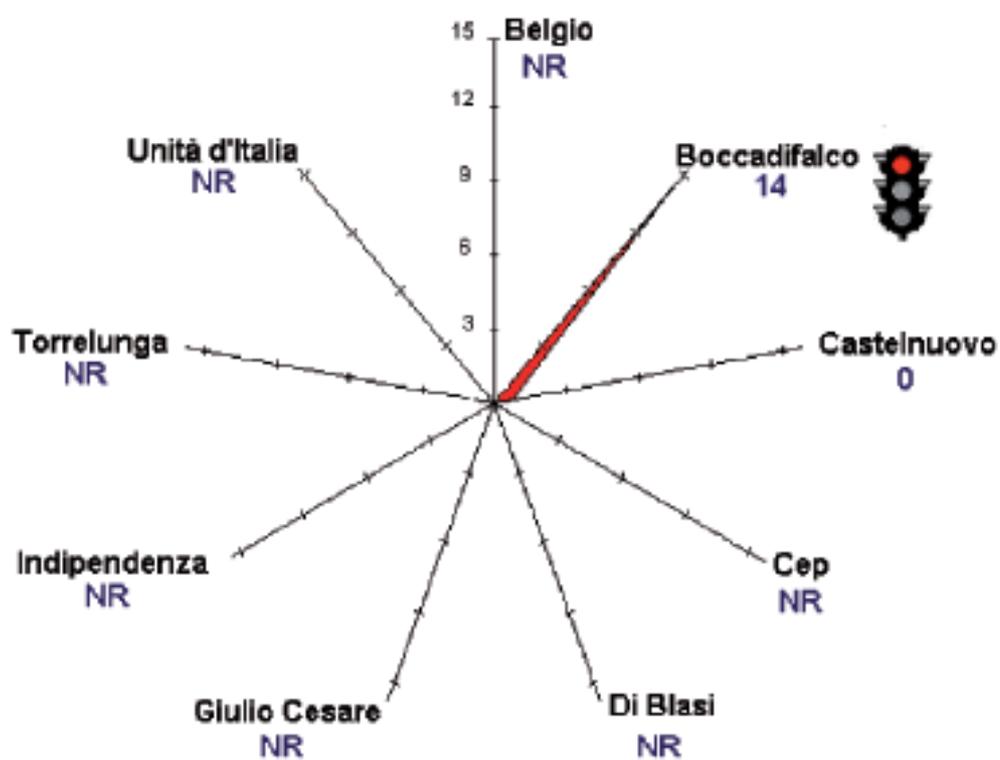
Ente gestore rete di monitoraggio	Stazione	Tipologia	Numero di superamenti del livello di protezione della salute umana 120 µg/m ³	Numero di superamenti della soglia di informazione 180 µg/m ³	Numero di superamenti soglia di allarme 240 µg/m ³
Arpa Sicilia	Enna	Fondo urbano	61*	32*	21*
	Misterbianco	Fondo urbano	2*	9*	7*
	Partinico	Fondo urbano	7*	0*	0*
	Termini Imerese	Fondo urbano	12*	0*	0*
AMIA s.r.l. Comune di Palermo	Boccadifalco suburbano	Fondo	14	0	0
Comune di Catania	Librino	Fondo suburbano	254	0	0
	Moro	Traffico urbano	17	0	0
	Fontana	Traffico urbano	21	0	0
	Gioieni	Traffico urbano	6	0	0
	Giuffrida	Traffico urbano	15	0	0
	Michelangelo	Traffico urbano	9	0	0
Provincia Regionale di Caltanissetta	Ospedale	Traffico urbano	4	1	0
	Venezia	Traffico urbano	2	0	0
Provincia Regionale di Messina	Caronte	Traffico urbano	9	10	7
Rete Urbana Provincia Regionale di Siracusa	Acquedotto	Fondo suburbano	30	0	0
Rete Industriale Provincia Regionale di Siracusa	Melilli	Industriale suburbana	57	6	1
	Priolo	Industriale urbana	2	0	0
	San Cusmano Augusta	Industriale rurale	10	3	0

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati ARPA ed enti gestori reti pubbliche (2008)

* La base temporale di riferimento assunta a base di calcolo è riferita ad una frazione dell'anno (cfr. grafici)



COMUNE DI PALERMO O₃ - SUPERAMENTI DEL VALORE LIMITE 120 $\mu\text{g}/\text{mc}$ PER 8 ORE

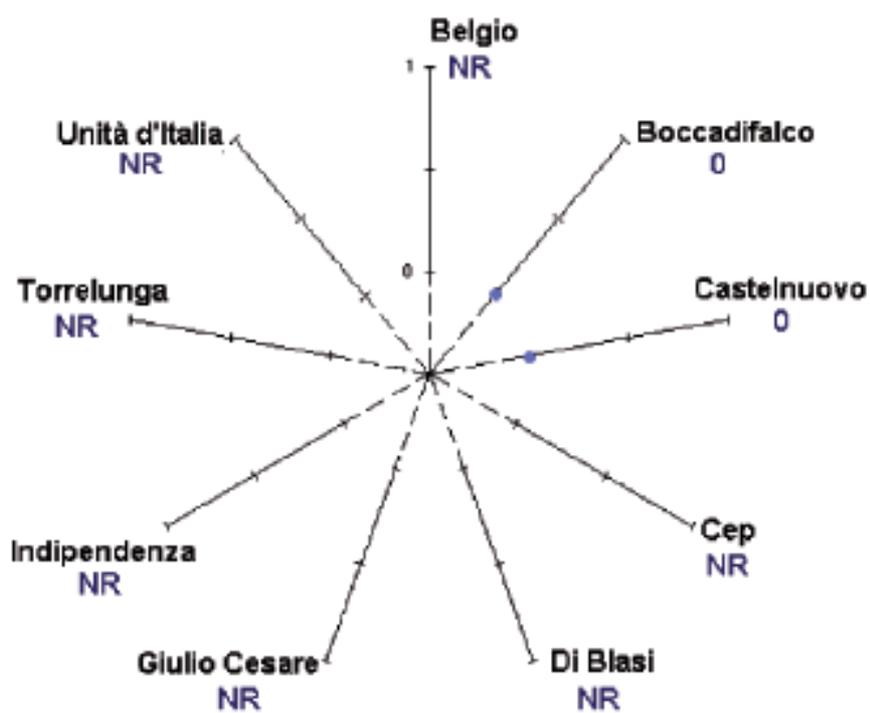


NR = dato non rilevato



COMUNE DI PALERMO

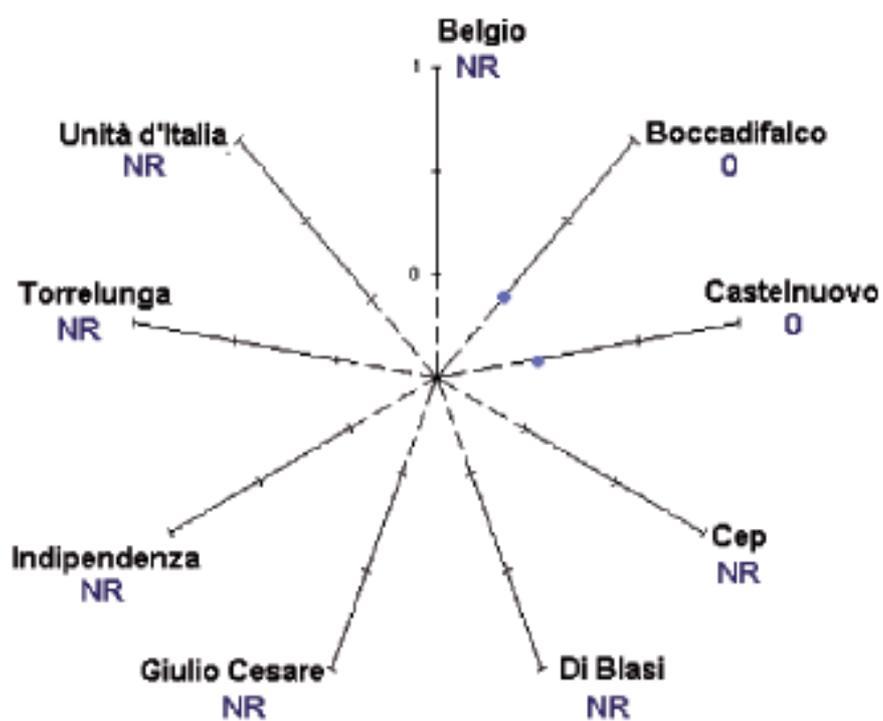
O₃ - SUPERAMENTI DELLA SOGLIA DI INFORMAZIONE 180 µg/mc



NR = dato non rilevato



COMUNE DI PALERMO
O₃ - SUPERAMENTI DELLA SOGLIA DI ALLARME 240 µg/mc



NR = dato non rilevato



Si riportano le analisi mirate effettuate nell'ambito della redazione del PGTU, redatto nel 2008-2009 dal Comune di Palermo.

L'ANALISI DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO¹

L'inquinamento atmosferico

L'inquinamento acustico e atmosferico e le sue ripercussioni sulla salute dei cittadini diventano sempre più preoccupanti nelle città: vanno quindi al più presto stabiliti i rispettivi ruoli dell'autovettura privata e dei trasporti pubblici².

Tra i vari obiettivi che il PGTU si prefigge di raggiungere, il miglioramento della qualità dell'aria rappresenta quello più importante per la salvaguardia della salute dei cittadini. Dopo una sintetica presentazione del sistema di rilevamento, del quadro normativo vigente e dei valori limite previsti in ambito europeo e nazionale, vengono riportati i risultati dell'analisi effettuata sulla base degli oltre 10 anni di rilevamenti continui effettuati dalla rete fissa di monitoraggio del Comune di Palermo.

La rete di monitoraggio

La rete fissa di rilevamento della qualità dell'aria del comune di Palermo si compone di 9 centraline ed è entrata in esercizio il 1° agosto del 1996.

La struttura della rete e l'ubicazione delle stazioni di rilevamento, stabilita tenendo conto delle informazioni e degli studi disponibili alla data di stesura del progetto (1992), delle indicazioni contenute nel DM 20 maggio 1991 "Criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria" e dei risultati ottenuti dall'indagine ambientale appositamente condotta, sono riportate nella tabella che segue e nella fig. 90.

Nome	Indirizzo	Tipo	Ubicazione	Caratteristiche
Boccadifalco	Presidio Ospedaliero "Casa del Sole"	Background suburbano	Posizionata all'interno del parco del Pr. Osp. su uno spazio a quota 141 m slm; a ovest del centro urbano e sottovento con brezza di mare.	L'area, non essendo direttamente interessata da sorgenti di emissioni di inquinanti costituisce il punto per la misura dell'inquinamento di fondo in area periferica.
Indipendenza	P.zza Indipendenza	Traffico urbano	Posizionata sul margine esterno del marciapiede che delimita il giardino di Piazza Indipendenza lato nord.	La zona è caratterizzata da medio traffico e da frequenti ingorghi dovuti a manifestazioni per la vicinanza delle sedi del Governo Regionale.
Giulio Cesare	P.zza Giulio Cesare	Traffico urbano	Posizionata sul lato del tratto di strada che congiunge Piazza Giulio Cesare con Piazza S. Antonino.	La zona è caratterizzata da intenso traffico veicolare, in particolare autobus urbani ed extraurbani per la vicinanza della stazione

¹ Documento curato dall'ing. Marcello Voltaggio di AMIA s.p.a.

² Vds. Libro Bianco - La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte (parte III).



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

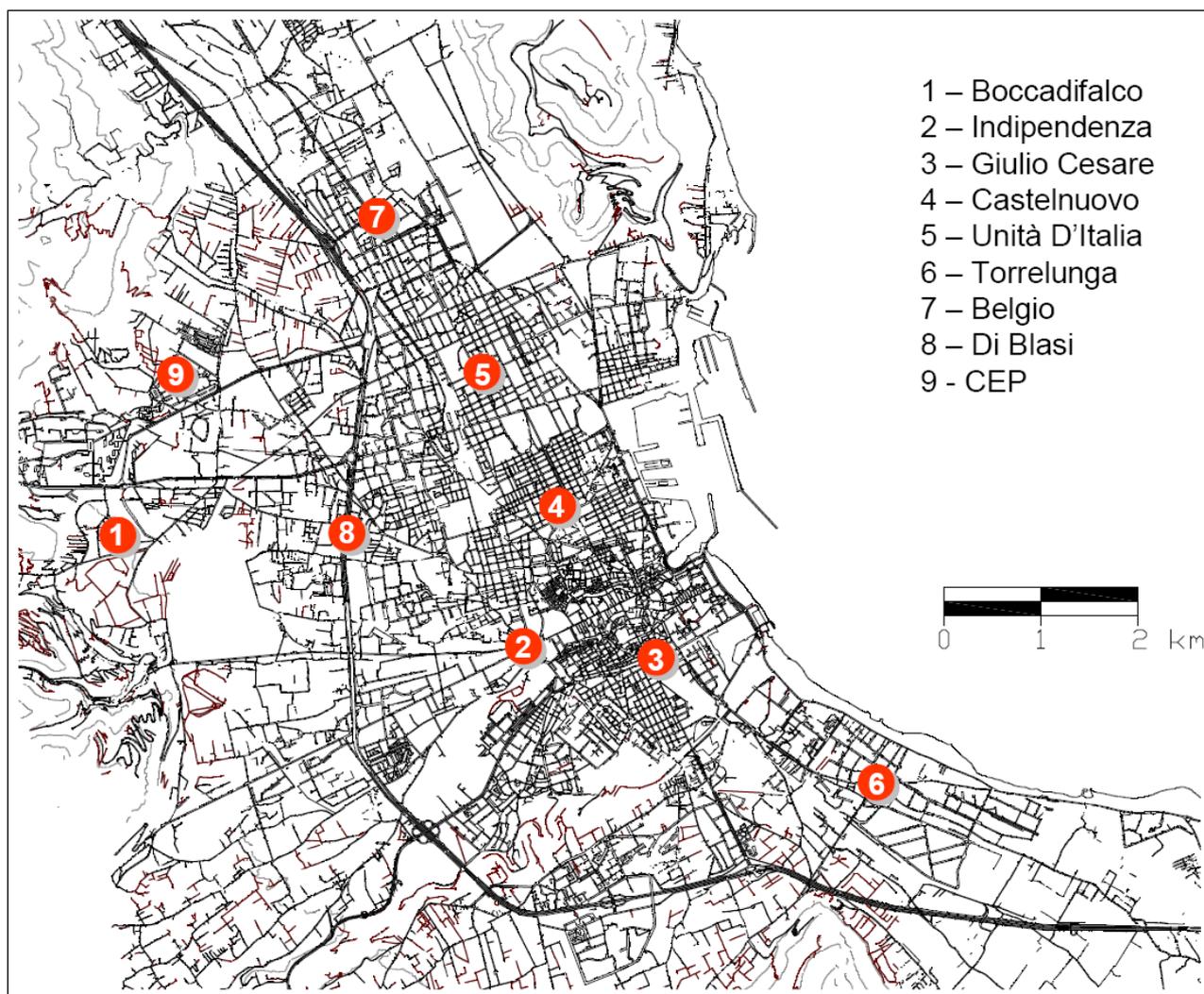
Studio d'Impatto Ambientale

				ferroviaria Palermo Centrale.
Castelnuovo	P.zza Castelnuovo	Traffico urbano	Posizionata sul lato ovest della piazza nel tratto di marciapiede compreso tra via Dante e via Folengo alle spalle del Palchetto della Musica.	La zona, posta al centro della città, è sede di uffici ed attività commerciali varie. Caratterizzata da traffico sostenuto nelle ore serali e notturne dei fine settimana.
Unità d'Italia	V.le Piemonte	Traffico urbano	Posizionata all'interno del giardino che circonda l'edificio degli uffici comunali per gli Affari Sociali (Ufficio H) sul lato di Via G. Leopardi.	La zona è caratterizzata da alta densità abitativa, e da traffico medio su strada a senso unico di circolazione.
Torrelunga	P.zza Torrelunga	Traffico urbano	Posizionata in piazza Torrelunga in corrispondenza ai numeri civici 7/8.	La zona è caratterizzata da periodici ingorghi per la confluenza di 5 strade che sboccano nella piazza. Il lunedì in una via nelle immediate vicinanze ha luogo un mercatino rionale.
Belgio	V.le Strasburgo, V.le Praga	Traffico urbano	Posizionata su una zona antistante il giardino esistente all'incrocio tra via Praga e viale Strasburgo	La zona è caratterizzata da un incrocio stradale di ampia carreggiata con medio traffico e dalla vicinanza di uno svincolo della circonvallazione (via Belgio).
Di Blasi	Viale Regione Siciliana tra via Perpignano e via E. Di Blasi	Traffico urbano	Posizionata su uno spiazzo posto lungo la corsia laterale, direzione Trapani, altezza n. civ. 2059	La zona è caratterizzata da un intenso traffico veicolare, sia leggero che pesante, su strada a quattro corsie dotata di incroci e attraversamenti pedonali semaforizzati.
CEP	Via F. Paladini	Background urbano residenziale	Posizionata nel giardino posto lungo la via Paladini, quartiere S. Giovanni Apostolo (ex CEP) a nord-ovest del centro urbano.	La zona è posta sottovento rispetto alla discarica RU di Bellolampo per venti provenienti dal settore ovest (brezza di monte).

Tra tutte le sostanze inquinanti rilevate dalla rete (biossido di zolfo, ossido di carbonio, ossidi di azoto, ozono, benzene, etc.) grande attenzione viene dedicata al controllo della concentrazione delle polveri fini in aria. Tale tipo di polvere, definito sinteticamente PM10 (*particulate matter*), costituisce la quota parte di pulviscolo atmosferico caratterizzato da particelle aventi diametro aerodinamico equivalente inferiore a 10 µm (si definisce diametro aerodinamico equivalente il



diametro di una particella sferica di densità 1 g/cm^3 che ha la stessa velocità terminale sotto l'azione della forza di gravità in aria calma a parità di temperatura, pressione e umidità relativa).



Dal PGTU: Fig. 95 - Ubicazione delle stazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria.

La sua pericolosità risiede oltre che nella sua eterogenea composizione (solfuri, metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici, etc.) anche nella capacità di oltrepassare le barriere naturali delle alte vie respiratorie e di penetrare e fissarsi nella zona toracica.

Un sottoinsieme del PM10, denominato PM2,5 (pulviscolo atmosferico caratterizzato da particelle aventi diametro aerodinamico equivalente inferiore a $2,5 \mu\text{m}$) raggiunge gli alveoli polmonari ed, in certi casi, alcune particelle penetrano nel sistema arterioso. Gli inquinanti rilevati, ripartiti per centralina, sono indicati nella seguente tabella.



Parametri rilevati	Stazioni di monitoraggio								
	Boccardi - falco	Indipendenza	Giulio Cesare	Castelnuovo	Unità d'Italia	Torrelunga	Belgio	Di Blasi	CEP
Biossido di zolfo (SO ₂)	☐		☐	☐				☐	☐
Ossidi di azoto (NO, NO ₂ , NO _x)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ossido di carbonio (CO)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Polveri - PM10 (metodo beta e gravimetrico)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Polveri - PM2,5 (metodo gravimetrico)				☐				☐	
Idrocarburi totali non metanici	☐		☐				☐		☐
Ozono (O ₃)	☐			☐					
BTX (benzene, toluene, xilene)	☐			☐				☐	
Rumore	☐		☐	☐	☐	☐	☐	☐	
Acidità pioggia			☐				☐		

In particolare, la nuova normativa introduce il numero massimo annuo di superamenti ammessi per i seguenti limiti:

- limite orario per la protezione della salute umana da biossido di zolfo pari a 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 24 volte per anno civile;
- limite giornaliero per la protezione della salute umana da biossido di zolfo pari a 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 3 volte per anno civile;
- limite orario per la protezione della salute umana da biossido di azoto pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 18 volte per anno civile;
- limite giornaliero per la protezione della salute umana da PM10 pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare più di 35 volte per anno civile.

Ai fini della verifica del rispetto del limite del numero massimo di superamenti per anno civile si precisa che vanno conteggiati i superamenti di ogni singola stazione (e non la loro somma) ovvero, nel caso di più stazioni facenti parte dello stesso agglomerato (definito al comma 9, art. 2, Direttiva 1999/30/CE del 22/4/1999 come “zona con una concentrazione di popolazione superiore a 250 000 abitanti o, allorché la concentrazione di popolazione è pari o inferiore a 250.000 abitanti, una densità di popolazione per km² tale da rendere necessarie per gli Stati membri la valutazione e la gestione della qualità dell’aria ambiente;) la stazione avente il numero massimo di superamenti.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Tutte le stazioni della rete di Palermo fanno capo ad un unico agglomerato ai sensi della citata direttiva.

Inoltre, per tutti i limiti di protezione della salute umana viene concesso un margine di tolleranza (MDT) con andamento annuale decrescente. La somma del valore limite e di tale margine di tolleranza costituiscono il valore limite intermedio riportato per ciascun inquinante nelle tabelle seguenti.

Parametro	Periodo di mediazione	Valore limite	Condizioni aggiuntive	Data di entrata in vigore del limite	Valori limite intermedi	
Limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³	da non superare più di 24 volte per anno civile	01/01/2005	fino al 31/12/2000	500 µg/m ³
					01/01/2001-31/12/2001	470 µg/m ³
					01/01/2002-31/12/2002	440 µg/m ³
					01/01/2003-31/12/2003	410 µg/m ³
					01/01/2004-31/12/2004	380 µg/m ³
					01/01/2005 in poi	350 µg/m ³
Limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³	da non superare più di 3 volte per anno civile	01/01/2005	-	
Limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e inverno (1 ott-31 mar)	20 µg/m ³	-	19/07/2001	-	
Soglia di allarme	3 ore consecutive	500 µg/m ³	-	-	-	

Valori limite per il biossido di zolfo

Parametro	Periodo di mediazione	Valore limite	Condizioni aggiuntive	Data di entrata in vigore del limite	Valori limite intermedi	
Limite orario per la protezione della salute umana NO ₂	1 ora	200 µg/m ³	da non superare più di 18 volte per anno civile	01/01/2010	fino al 31/12/2000	300 µg/m ³
					01/01/2001-31/12/2001	290 µg/m ³
					01/01/2002-31/12/2002	280 µg/m ³
					01/01/2003-31/12/2003	270 µg/m ³
					01/01/2004-31/12/2004	260 µg/m ³
					01/01/2005-31/12/2005	250 µg/m ³
					01/01/2006-31/12/2006	240 µg/m ³
					01/01/2007-31/12/2007	230 µg/m ³
					01/01/2008-31/12/2008	220 µg/m ³
					01/01/2009-31/12/2009	210 µg/m ³
					01/01/2010 in poi	200 µg/m ³
Limite annuale per la protezione della salute umana NO ₂	Anno civile	40 µg/m ³	-	01/01/2010	fino al 31/12/2000	60 µg/m ³
					01/01/2001-31/12/2001	58 µg/m ³
					01/01/2002-31/12/2002	56 µg/m ³
					01/01/2003-31/12/2003	54 µg/m ³
					01/01/2004-31/12/2004	52 µg/m ³
					01/01/2005-31/12/2005	50 µg/m ³
					01/01/2006-31/12/2006	48 µg/m ³
					01/01/2007-31/12/2007	46 µg/m ³
					01/01/2008-31/12/2008	44 µg/m ³
					01/01/2009-31/12/2009	42 µg/m ³
01/01/2010 in poi	40 µg/m ³					
Limite per la protezione della vegetazione NOx	Anno civile	30 µg/m ³	-	19/07/2001	-	
Soglia di allarme NO ₂	3 ore consecutive	400 µg/m ³	-	-	-	

Valori limite per l'ossido di azoto e il biossido di azoto



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Parametro	Periodo di mediazione	Valore limite	Condizioni aggiuntive	Data di entrata in vigore del limite	Valori limite intermedi	
Limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³	da non superare più di 35 volte per anno civile	01/01/2005	fino al 31/12/2000	75 µg/m ³
					01/01/2001-31/12/2001	70 µg/m ³
					01/01/2002-31/12/2002	65 µg/m ³
					01/01/2003-31/12/2003	60 µg/m ³
					01/01/2004-31/12/2004	55 µg/m ³
					01/01/2005 in poi	50 µg/m ³
Limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	-	01/01/2005	fino al 31/12/2000	48 µg/m ³
					01/01/2001-31/12/2001	46,4 µg/m ³
					01/01/2002-31/12/2002	44,8 µg/m ³
					01/01/2003-31/12/2003	43,2 µg/m ³
					01/01/2004-31/12/2004	41,6 µg/m ³
					01/01/2005 in poi	40 µg/m ³

Valori limite per le polveri PM10

Parametro	Periodo di mediazione	Valore limite	Condizioni aggiuntive	Data di entrata in vigore del limite	Valori limite intermedi	
Limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	0,5 µg/m ³	-	01/01/2005	fino al 31/12/2000	1 µg/m ³
					01/01/2001-31/12/2001	0,9 µg/m ³
					01/01/2002-31/12/2002	0,8 µg/m ³
					01/01/2003-31/12/2003	0,7 µg/m ³
					01/01/2004-31/12/2004	0,6 µg/m ³
					01/01/2005 in poi	0,5 µg/m ³

Valori limite per il piombo

Parametro	Periodo di mediazione	Valore limite	Condizioni aggiuntive	Data di entrata in vigore del limite	Valori limite intermedi	
Limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	-	01/01/2010	fino al 31/12/2005	10 µg/m ³
					01/01/2006-31/12/2006	9 µg/m ³
					01/01/2007-31/12/2007	8 µg/m ³
					01/01/2008-31/12/2008	7 µg/m ³
					01/01/2009-31/12/2009	6 µg/m ³
					01/01/2010 in poi	5 µg/m ³

Valori limite per il benzene

Parametro	Periodo di mediazione	Valore limite	Condizioni aggiuntive	Data di entrata in vigore del limite	Valori limite intermedi	
Limite per la protezione della salute umana	media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	-	01/01/2005	fino al 31/12/2002	16 mg/m ³
					01/01/2003-31/12/2003	14 mg/m ³
					01/01/2004-31/12/2004	12 mg/m ³
					01/01/2005 in poi	10 mg/m ³

Valori limite per l'ossido di carbonio

Il periodo di mediazione di ciascun parametro di protezione (1 ora, 24 h, 1 anno) è strettamente connesso alle caratteristiche di pericolosità di ciascun inquinante. Per gli inquinanti caratterizzati da effetti somatici acuti (come per esempio il monossido di carbonio, tossico; il biossido di azoto, irritante) la loro concentrazione massima deve essere mantenuta al di sotto dei limiti nel brevissimo e breve termine (rispettivamente 8 h e 1 h). Per quegli inquinanti con effetti prevalentemente di tipo somatico stocastico o genetico (come per esempio il PM10 o il benzene, definito cancerogeno dallo IARC - Agenzia Internazionale di Ricerca sul Cancro) la loro concentrazione massima deve essere mantenuta al di sotto dei limiti nel medio e lungo termine (24 h, 1 anno).

Con il D. Lgs 21/5/2005, n. 183 vengono stabiliti i nuovi valori limite per l'ozono. In particolare, per le caratteristiche chimico-fisiche dell'inquinante, il decreto introduce anche un nuovo tipo di limite: AOT 40 (Accumulated exposure Over a Threshold of 40 ppb). Tale limite consente di tenere conto degli effetti stagionali e sul lungo periodo (3-5 anni) prodotti dall'ozono sulla vegetazione.



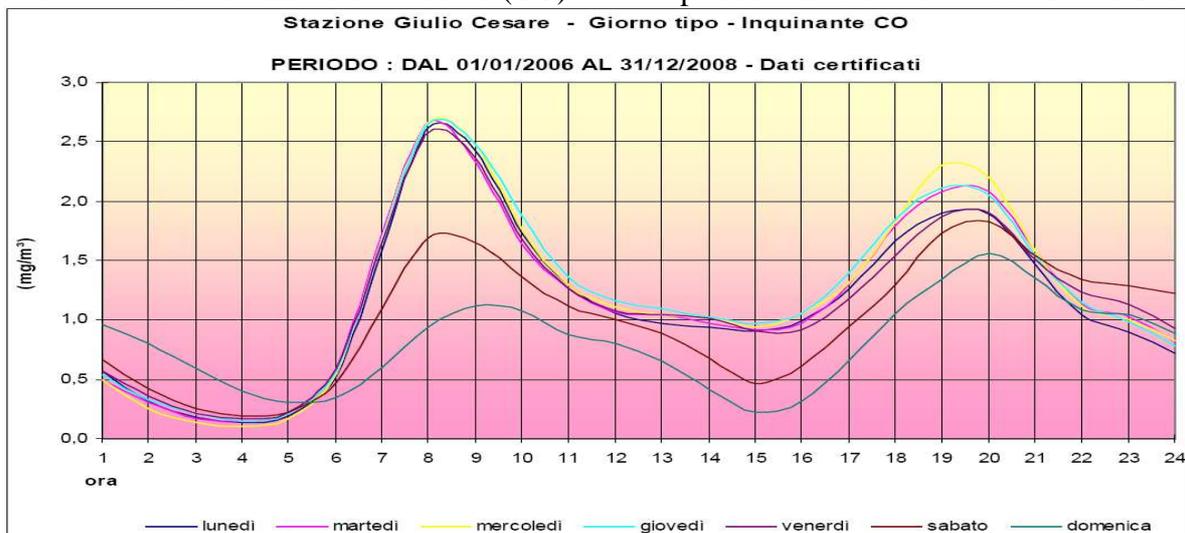
Analisi dei dati

L'inquinamento atmosferico nella città di Palermo è determinato prevalentemente dal traffico veicolare e, nelle aree prospicienti il porto, anche dalle emissioni delle navi ormeggiate.

Per l'assenza di impianti industriali significativi in prossimità della città e per il clima invernale mite non si rilevano concentrazioni tecnicamente apprezzabili di inquinanti riconducibili ad emissioni industriali o ad impianti di riscaldamento.

La concentrazione degli inquinanti in atmosfera è, in generale, un dato estremamente variabile nel tempo e può essere grandemente determinata dalle condizioni meteo-climatiche (come per esempio: direzione e velocità del vento, gradiente termico, radiazione solare).

Nell'area urbana della città di Palermo l'evoluzione giornaliera ferialle (lunedì-venerdì) della concentrazione atmosferica degli inquinanti di tipo primario è direttamente proporzionale al volume di traffico veicolare ed è caratterizzata da due valori massimi: il primo alle ore 09.00 (concentrazione media dei valori istantanei rilevati tra le ore 08.00 e le 09.00) coincidente con l'ora media di inizio delle attività lavorative e da un secondo (meno netto del precedente in ragione dei diversi orari di termine delle attività lavorative) tra le ore 18.00 e le 20.00. Da notare il diverso andamento delle concentrazioni rilevate nel corso del sabato e della domenica e la meno marcata riduzione delle concentrazioni nelle ore notturne tra il venerdì ed il sabato e tra il sabato e la domenica. A titolo di esempio (fig. 96) si riportano gli andamenti per il giorno tipo³ 2006-2008 delle concentrazioni di ossido di carbonio (CO) rilevate presso la stazione di Piazza Giulio Cesare.



Dal PGTU: Fig. 96 - Andamenti per il giorno tipo 2006-08 delle concentrazioni di ossido di carbonio (CO) rilevate presso la stazione di piazza Giulio Cesare.

Per quanto riguarda le concentrazioni di biossido di zolfo (SO₂), anch'esso inquinante di tipo primario, per quasi tutte le stazioni di rilevamento, l'evoluzione giornaliera ricalca quella osservata per il CO ad eccezione della stazione di Piazza Castelnuovo.

Per tale stazione si evidenziano concentrazioni medie leggermente superiori al resto della città (fig. 97 e 98) e andamenti (in particolar modo nel giorno tipo di martedì) tipici delle emissioni dovute allo stazionamento diurno delle navi ormeggiate nel porto e del corrispondente traffico veicolare indotto.

³ Giorno tipo: andamento giornaliero delle concentrazioni orarie risultanti dalla media aritmetica dei valori rilevati nelle corrispondenti ore di un dato intervallo di tempo.

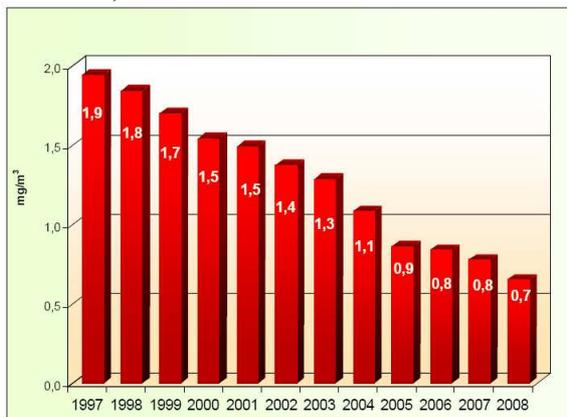


Fig. 97: Andamenti per il giorno tipo 2006-08 delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO₂) rilevate presso la stazione di piazza Castelnuovo.

Fig. 98: Andamenti per il giorno tipo 2006-08 delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO₂) rilevate presso la stazione di piazza Giulio Cesare.

Figure tratte dal PGTU

La fig. 99 riporta l'andamento della concentrazione media annuale di ossido di carbonio (CO) nel periodo 1997-2008. Dalla figura risulta evidente la riduzione della concentrazione in aria di questo inquinante dovuta alla progressiva sostituzione del parco veicolare circolante con modelli via via sempre più allineati al progresso tecnologico dei motori a combustione interna (da EURO 1 a EURO 5).



PGTU: Fig. 99 - Concentrazione media annuale del CO.

Analoga osservazione, sulla progressiva riduzione del CO, è confermata dalla tabella seguente che riporta i valori massimi annuali delle concentrazioni medie su 8 ore.

Stazioni	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Boccadifalco	2	2	2	1	2	1	1	1
Indipendenza	7	10	5	5	4	6	5	4
Giulio Cesare	12	8	7	7	5	6	7	4
Castelnuovo	8	11	6	5	5	6	6	6
Unità d'Italia	9	10	7	8	6	6	7	5
Torrelunga	4	6	5	5	4	4	3	3
Belgio	7	9	5	7	5	4	7	4
Di Blasi	-	8	7	6	5	5	5	5
CEP	-	-	-	-	3	2	3	3

Dal 2003 non si sono più registrati, in alcuna stazione di rilevamento, superamenti del valore limite di protezione della salute umana (10 mg/m³ su 8 ore).

Dall'esame dei dati storici, i valori di concentrazioni di SO₂ rilevati negli ultimi anni si sono mantenuti abbondantemente entro i limiti previsti per quasi tutte le zone della città (vds tabella seguente). Nel 2006 il limite orario di protezione della salute umana (350 µg/m³) è stato superato in tre diversi giorni tra maggio e giugno per un totale complessivo di 6 ore nella stazione di piazza Castelnuovo a causa delle emissioni provenienti dalle navi presenti nel porto. In un giorno di quello stesso periodo (23/05/2006) è stato anche superato il valore limite giornaliero di protezione della salute umana (125 µg/m³) raggiungendo una concentrazione di 157 µg/m³. La concomitanza di



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

elevati flussi di traffico e condizioni atmosferiche avverse alla diffusione degli inquinanti a bassa quota è, invece, all'origine del superamento registrato nel 2008 presso la stazione di via Regione Siciliana (Di Blasi).

Stazioni	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Boccadifalco	0	0	0	0	0	0	0	0
Indipendenza	0	0	0	0	0	0	0	0
Giulio Cesare	0	0	0	0	0	0	0	0
Castelnuovo	0	0	0	0	0	6	0	0
Unità d'Italia	0	0	0	0	0	0	0	0
Torrelunga	0	0	0	0	0	0	0	0
Belgio	0	0	0	0	0	0	0	0
Di Blasi	-	0	0	0	0	0	0	1
CEP	-	-	-	-	0	0	0	0

Numero dei superamenti del valore limite orario di protezione della salute umana per SO₂ (350 µg/m³)

La tabella che segue riporta il numero di superamenti del valore limite orario di protezione della salute umana per il biossido di azoto (NO₂) rilevati nell'intervallo 2001-2008. Anche non considerando il margine di tolleranza (linearmente decrescente fino al 2010) dall'esame dei dati si evidenzia che non è mai stato superato il numero massimo di superamenti consentiti (pari a 18) e che il numero annuo di superamenti si è progressivamente ridotto a valori inferiori alla decina dal 2004 in poi.

Stazioni	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008	
	> 290 µg/m ³	> 200 µg/m ³	> 280 µg/m ³	> 200 µg/m ³	> 270 µg/m ³	> 200 µg/m ³	> 260 µg/m ³	> 200 µg/m ³	> 250 µg/m ³	> 200 µg/m ³	> 240 µg/m ³	> 200 µg/m ³	> 230 µg/m ³	> 200 µg/m ³	> 220 µg/m ³	> 200 µg/m ³
Boccadifalco	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Indipendenza	0	4	3	11	0	2	2	7	0	0	0	2	0	4	0	0
Giulio Cesare	0	13	5	14	1	7	2	6	0	0	0	3	0	4	0	0
Castelnuovo	0	8	3	14	0	4	1	8	0	3	3	6	2	3	0	1
Unità d'Italia	0	3	2	13	2	12	0	2	0	0	1	6	0	3	1	2
Torrelunga	0	10	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Belgio	1	5	4	10	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0
Di Blasi	-	-	3	10	1	12	0	3	0	0	2	4	0	3	2	4
CEP	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	0	0	0	0	0	0

Numero di superamenti del valore limite orario di protezione della salute umana per NO₂

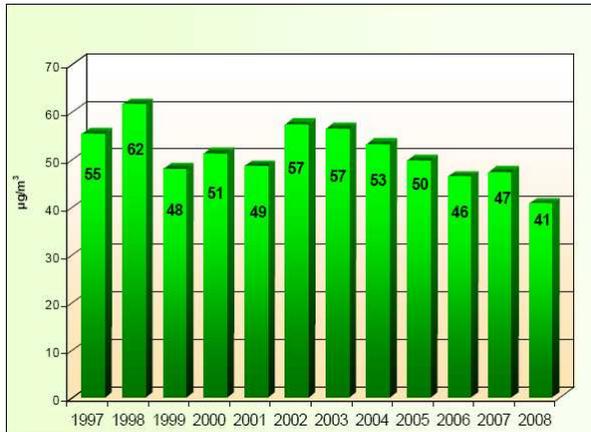
Le concentrazioni medie annuali di NO₂, riportate nella tabella che segue, mostrano, invece, dei frequenti superamenti del valore limite di protezione annuale della salute umana (pari a 40 µg/m³) anche tenendo conto del margine di tolleranza.

Stazioni	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	VL + MDT 58 µg/m ³	VL + MDT 56 µg/m ³	VL + MDT 54 µg/m ³	VL + MDT 52 µg/m ³	VL + MDT 50 µg/m ³	VL + MDT 48 µg/m ³	VL + MDT 46 µg/m ³	VL + MDT 44 µg/m ³
Boccadifalco	12	19	15	19	21	14	17	11
Indipendenza	42	59	57	58	50	42	49	39
Giulio Cesare	73	73	84	71	67	64	67	59
Castelnuovo	57	67	58	62	56	47	54	44
Unità d'Italia	51	70	70	55	46	52	53	52
Torrelunga	50	45	41	40	43	46	37	24
Belgio	54	60	55	48	53	52	45	41
Di Blasi	-	67	73	71	77	78	75	69
CEP	-	-	-	-	34	23	30	27

Concentrazione media annuale di NO₂



Pur mantenendosi al di sopra del valore limite, a parte alcune variazioni determinate da situazioni meteo climatiche particolari, l'andamento dei valori medi annuali di tutte le stazioni (fig. 100) presenta una progressiva riduzione dal 2002 in poi.



PGTU: Fig. 100 - Valori medi annuali di NO₂.

La tabella che segue riporta il numero di superamenti del valore limite giornaliero di protezione della salute umana per la frazione PM10 del particolato atmosferico nell'intervallo 2001-2008. A partire dal 2003 il numero di superamenti è stato calcolato anche al netto degli eventi eccezionali dovuti a cause esterne o non di origine antropica quali per esempio: incendi, vento di scirocco, etc. (valori in carattere corsivo nella colonna di destra). I dati mostrano che il valore limite di superamenti annuo previsto (pari a 35) è costantemente superato presso le stazioni ubicate in zone ad alto volume di traffico (piazza Giulio Cesare, via Belgio, Via Regione Siciliana).

Stazioni	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		
	> 70 µg/m ³	> 50 µg/m ³	> 65 µg/m ³	> 50 µg/m ³	> 60 µg/m ³	> 50 µg/m ³	> 55 µg/m ³	> 50 µg/m ³									
Bocadifalco	3	10	13	19	13	12 23	22	12	9 17	13	10 7	18	17	14	8 7	3	
Indipendenza	9	27	16	52	16	15 36	35	13	8 28	23	13 11	38	33	65	56	29 20	
Giulio Cesare	11	59	28	94	43	41 10	10	45	37 66	58	65 58	65	61	76	65 61	50	
Castelnuovo	25	93	30	72	30	29 69	68	41	35 59	53	37 30	57	53	41	29 40	28	
Unità d'Italia	27	96	36	88	33	32 73	72	44	38 60	54	54 47	80	75	81	59 33	25	
Torrelunga	9	28	11	18	8	7 18	17	8	6 11	9	9 7	27	26	39	28 25	17	
Belgio	8	30	12	37	31	30 67	66	41	36 53	48	48 42	89	84	42	33 50	40	
Di Blasi	-	-	33	77	50	47 10	10	47	42 72	67	80 73	210	20	109	100 69	59	
CEP	-	-	-	-	-	- -	-	-	- -	-	- 31	26	49	47	27	20 24	16

Numero di superamenti del valore limite giornaliero di protezione della salute umana per PM10



L'analisi statistica della distribuzione settimanale (fig. 101) e annuale (fig. 102) dei superamenti del valore limite giornaliero evidenzia una maggiore frequenza su base settimanale nei giorni feriali della settimana con il massimo nel giorno di venerdì. Su base annuale, la maggiore frequenza si osserva nei mesi di transizione stagionale e in quelli caratterizzati da maggiore stabilità atmosferica (marzo, ottobre-novembre).

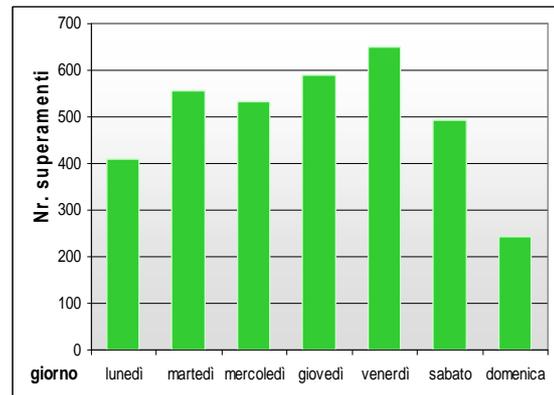
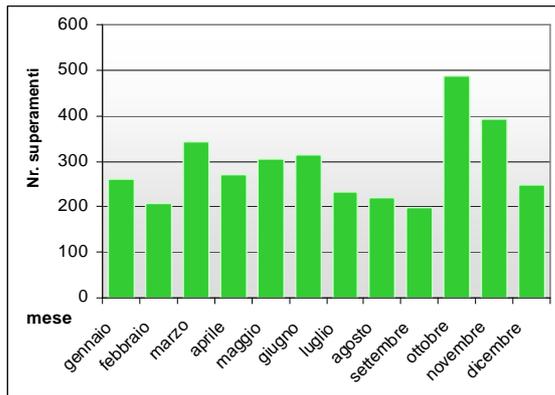


Fig. 101: PM10 distribuzione settimanale del numero complessivo di superamenti del valore limite giornaliero (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dal 2001 al 2008
Fig. 102: PM10 distribuzione annuale del numero complessivo di superamenti del valore limite giornaliero (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dal 2001 al 2008

Figure tratte dal PGTV

Le concentrazioni medie annuali di PM10, riportate nella tabella che segue, confermano il superamento del valore limite di protezione annuale della salute umana (pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) presso le stazioni ubicate in zone ad alto volume di traffico.

Stazioni	2001 VL + MDT 46,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2002 VL + MDT 44,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2003 VL + MDT 43,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2004 VL + MDT 41,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2005 VL 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2006 VL 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2007 VL 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2008 VL 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Boccadifalco	26	28	29	28	22	23	23	22
Indipendenza	33	38	34	32	28	34	39	32
Giulio Cesare	40	45	45	42	40	40	44	40
Castelnuovo	45	44	41	39	34	41	37	35
Unità d'Italia	45	43	41	40	37	42	43	34
Torrelunga	34	32	31	29	28	33	34	31
Belgio	34	32	39	38	35	43	35	37
Di Blasi	-	49	46	43	43	58	45	42
CEP	-	-	-	-	29	32	32	29

Concentrazione media annuale di PM10



Dall'andamento dei valori medi annuali di tutte le stazioni (fig. 103) si evidenzia che la concentrazione di PM10, a parte le oscillazioni dovute alle particolarità meteo-climatiche di alcuni anni, è costante e non evidenzia apprezzabili tendenze in diminuzione.

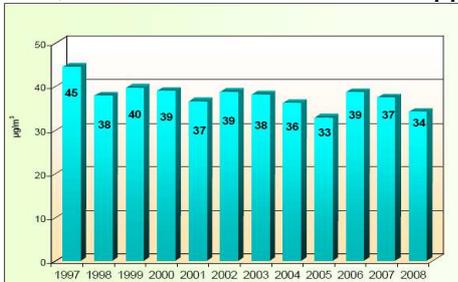


Fig. 103- PGTU : PM10 valori medi annuali di PM10.

La tabella che segue riporta le concentrazioni medie annuali di benzene (C₆H₆) nell'intervallo 2003-2008. Tenendo conto del margine di tolleranza, le concentrazioni rilevate risultano entro i limiti e mostrano, analogamente al CO, una tendenza in diminuzione. Con l'azzeramento al 31/12/2009 del margine di tolleranza e in assenza di ulteriori riduzioni dei valori di concentrazione è probabile che gran parte dell'agglomerato urbano non rispetterà il limite previsto di 5 µg/m³.

Stazioni	2003 VL + MDT 10 µg/m ³	2004 VL + MDT 10 µg/m ³	2005 VL + MDT 10 µg/m ³	2006 VL + MDT 9 µg/m ³	2007 VL + MDT 8 µg/m ³	2008 VL + MDT 7 µg/m ³
Boccadifalco	2,1	1,7	1,5	1,6	1,2	1,1
Castelnuovo	5,5	5,2	5,9	5,3	5,0	5,0
Di Blasi	8,2	10,5	7,8	8,0	7,9	7,6

PGTU - Concentrazione media annuale di benzene

Conclusioni

L'ossido di carbonio da alcuni anni non costituisce più un inquinante critico per la città di Palermo. Negli ultimi 6 anni non sono mai stati registrati superamenti del valore limite e i valori massimi di concentrazione rilevati raggiungono la metà circa del valore limite solo in poche occasioni all'anno e sotto particolari condizioni meteo (inversione termica).

Il biossido di zolfo, per quasi tutta la città di Palermo non ha mai rappresentato un problema. Solo negli ultimi anni e solo per le aree prospicienti la zona portuale sono stati superati, sotto particolari condizioni atmosferiche, i valori limite orario e giornaliero.

Il biossido di azoto risulta tra gli inquinanti più critici per il territorio, con valori superiori al limite della media annuale nella zona centrale dell'agglomerato urbano e qualche superamento del valore limite orario abbondantemente entro il limite massimo previsto. I dati mostrano negli anni un andamento stabile con un accenno di riduzione dal 2002 in poi.

Anche il PM10 risulta essere un inquinante particolarmente critico per la città di Palermo sia per il numero di superamenti del valore limite giornaliero di protezione della salute umana che per il valore limite annuale. Il problema riguarda l'intera area urbana ed è maggiormente accentuato in prossimità delle aree interessate da intenso traffico veicolare o frequenti ingorghi o rallentamenti.

Il benzene non costituisce attualmente un inquinante critico in quanto i valori rilevati rientrano entro il limite maggiorato del margine di tolleranza. E' molto probabile che nel 2010, con l'azzeramento del margine di tolleranza, in buona parte della città non venga più rispettato tale limite e che il benzene si aggiunga agli altri inquinanti critici esistenti.



Si ritiene opportuno, anzi indispensabile, per incidere in modo apprezzabile sulle concentrazioni degli inquinanti, attuare degli interventi mirati alla riduzione complessiva delle emissioni sull'intero territorio comunale e alla proporzionale diminuzione del volume di traffico giornaliero.

Per quanto riguarda gli interventi che mirano alla razionalizzazione delle emissioni (fluidificazione del traffico, variazione dei sensi di marcia, etc...) l'esperienza dimostra che si possono ottenere degli effetti positivi, ma solo su scala locale.

Mobilità e trasporti

Il Documento di Analisi del PGTU, presenta i seguenti dati⁴:

“Analisi dei dati rilevati nella campagna di rilievi 2009

I risultati della campagna di indagini sui flussi di traffico, svolta nel 2009, sono riportati interamente nell'Elaborato “Indagini sul Traffico”.

In virtù dei dati rilevati, confrontati con quelli acquisiti nella campagna di rilievi del 1995, si riportano di seguito le tabelle riassuntive relative al confronto, in termini assoluti e percentuali, dei dati rilevati lungo la circonvallazione ed in ambito urbano. Si precisa i dati rilevati nel 1996 sono relativi alla fascia oraria 08,00÷11,00 e pertanto il confronto non tiene conto dell'intervallo 07,30÷08,00.

In particolare si fa osservare che i dati 1996 relativi ai rilievi effettuati in ambito urbano riguardano la fascia oraria 08,00÷10,00 e, nelle tabelle che seguono, sono stati confrontati con gli analoghi rilievi del 2009.

Confronto flussi auto e moto						
Ubicazione delle sezioni di rilevamento	Auto 96	Auto 09	Confronto	Moto 96	Moto 09	Confronto
Sezioni a monte della circonvallazione	23.860	29.985	+25,7%	1.603	9.330	+482,0%
Sezioni a valle della circonvallazione	69.218	79.904	+15,4%	3.944	16.879	+328,0%
Sezioni passanti lungo la Circonvallazione	61.674	27.883	-54,8%	2.336	6.095	+160,9%
Sezioni urbane (8,00-10,00)	29.906	18.891	-36,8%	5.756	6.402	+11,2%

Confronto flussi Bus urbani ed extraurbani						
Ubicazione delle sezioni di rilevamento	Bus extra Urbani 96	Bus extra Urbani 09	Confronto	Bus Urbani 96	Bus Urbani 09	Confronto
Sezioni a monte della circonvallazione	29	198	+582,8%	235	310	+31,9%
Sezioni a valle della circonvallazione	41	392	+856,1%	659	637	-3,3%
Sezioni passanti lungo la Circonvallazione	92	848	+821,7%	331	83	-74,9%
Sezioni urbane (8,00-10,00)	82	76	-7,3%	264	185	-29,9%

⁴ N.B. Il testo e la numerazione delle immagini sono tratte dal PGTU



Confronto flussi Autocarri			
Ubicazione delle sezioni di rilevamento	Autocarri 96	Autocarri 09	Confronto
Sezioni a monte della circonvallazione	240	1.581	+558,8%
Sezioni a valle della circonvallazione	681	2.645	+288,4%
Sezioni passanti lungo la Circonvallazione	6.199	2.830	-54,3%
Sezioni urbane (8,00-10,00)	1.340	1.413	5,4%

Occorre evidenziare che i dati del 1996, oggetto di confronto con quelli del 2009, non tengono conto della fascia oraria 07,30÷8,00 che risulta essere molto congestionata. Pertanto laddove sembrerebbe esserci una riduzione dei flussi di traffico, come ad esempio lungo le sezioni passanti la circonvallazione o nelle sezioni urbane, in realtà vi è stato un forte spostamento dei flussi nella fascia oraria 07,30÷08,00 che di fatto risulta fortemente congestionata (vedi relazione sui flussi di traffico).

Si evidenzia altresì il notevole incremento di flussi di traffico veicolare (auto e moto) lungo gli attraversamenti della circonvallazione in particolare, per le auto, con un +25,7% da monte e con un +15,4% proveniente dalle sezioni di valle.

Per le **sezioni a valle del viale Regione Siciliana**, si sono riscontrati, nella maggioranza delle stesse, aumenti di flussi nel verso in entrata alla circonvallazione, con una punta massima del 371% in via Perpignano⁵. Sono stati invece riscontrati dei decrementi nelle sezioni delle vie Pitrè (-38,9%), Pomara (-35%) e corso dei Mille (-41,1%). Nel verso contrario, cioè in uscita dalla circonvallazione e quindi in ingresso nelle varie strade, è stata registrata la predominanza di incrementi dei flussi, rispetto al 1995, con scarti percentuali significativi in corrispondenza delle vie Perpignano, Lazio, Leonardo da Vinci, Conte Federico e via Pitrè, ove si è palesato un valore di picco (+255%), mentre valori decrescenti sono stati appurati nelle sezioni di via Pomara (-37,6%) e di corso dei Mille (-52%).

Per le **sezioni a monte del viale Regione Siciliana**, sono stati osservati aumenti dei flussi veicolari in entrambe le direzioni (da e per la circonvallazione) per tutte le sezioni, tranne che in viale Michelangelo, dove è stato appurato un decremento in entrambi i sensi con un valore max intorno al 52%. In particolare l'incremento generalizzato, cui prima si è fatto cenno, è notevole:

nella sezione di corso Calatafimi, con punte del 589% in uscita dalla circonvallazione (ed ingresso in corso Calatafimi in direzione monte) e del 438% nel verso opposto (in entrata);

nella sezione di via Altofonte in entrata (da via Altofonte verso la circonvallazione), ove è stato appurato un valore di +252%;

nella sezione del viale Leonardo da Vinci in uscita dalla circonvallazione in direzione monte, ove è stato appurato un valore di +105,9%.

⁵ L'analisi comparata effettuata ha evidenziato l'esistenza di valori anomali nella sezione di via Villagrazia in uscita verso la circonvallazione, circostanza che evidenzia la necessità che tale sezione sia oggetto di successive specifiche analisi di approfondimento.



Per le **sezioni passanti del viale Regione Siciliana**, si nota mediamente un decremento, rispetto al 1995, che oscilla dal 40 all'80% per i flussi in direzione Catania con l'eccezione della sezione in corrispondenza del ponte Pomara, dove il decremento è solo dello 0,5%. Anche in direzione Trapani si registra un decremento dei flussi passanti, che varia dal 3%, calcolato nella sezione del ponte di via Pitrè, all'83,8% calcolato nella sezione all'altezza dello svincolo di via Basile, con valori intermedi nelle altre sezioni.

Le considerazioni sopra svolte evidenziano, ancora una volta, la circostanza che il viale della Regione Siciliana (pur essendo l'unica circonvallazione di Palermo) non è interessata da rilevanti flussi di transito che la percorrono per l'intera sua lunghezza (da un'autostrada all'altra), visti i decrementi di flusso rilevati nelle sezioni passanti.

La circonvallazione svolge invece un compito specifico di strada urbana di collegamento ed in particolare di raccordo trasversale tra i vari assi radiali che congiungono le periferie alla zona centrale di Palermo, con un addensamento dei flussi proprio nel tratto tra i nodi "Calatafimi" e "Lazio". Tale fenomeno, come detto, è addebitabile alle funzioni svolte dal viale Regione Siciliana, asse fortemente utilizzato:

per smistare i rilevanti flussi veicolari determinati dagli spostamenti da un quartiere all'altro della città (spostamenti interno-interno)

per consentire le connessioni fra la città e i paesi dell'hinterland, (spostamenti interno/esterno ed esterno/interno), visto il forte aumento del pendolarismo (vds par. 2.1.2) ⁶.

Per quanto riguarda i rilievi nelle **sezioni interne alla città**, l'esiguo numero di sezioni rilevate nel 1995, rispetto a quelle monitorate con la campagna svolta nel 2009, consente il confronto soltanto per sei sezioni e limitatamente alle fasce orarie 08,00 ÷ 09,00 e 09,00 ÷ 10,00.

Per quasi tutte dette sezioni si registra un decremento percentuale dei flussi veicolari; nello specifico si osserva:

un valore di picco del decremento lungo viale del Fante, pari a -70,4%, in direzione Trapani, nella fascia oraria 09,00 ÷ 10,00;

un valore di piccolo decremento lungo Foro Umberto I°, pari a -2,6%, in direzione Catania, nella fascia oraria 09,00 ÷ 10,00;

un decremento notevole su corso Re Ruggero, pari a -69,6%, nella direzione corso Tukory – piazza Indipendenza, nella fascia oraria 08,00 ÷ 09,00.

Il trend di decremento sopra descritto registra fenomeni in controtendenza in via Roma (altezza Via Principe di Belmonte), dove è stato calcolato invece un incremento del +31,4%, nella fascia oraria 09,00 ÷ 10,00; al contrario, nella medesima sezione, ma nella fascia oraria 08,00 ÷ 09,00 si è rilevato un decremento percentuale dei flussi veicolari pari a -7,4%.

Andamento dei flussi giornalieri

⁶

Tale analisi suggerirebbe la necessità di:

incrementare il numero di svincoli e sbocchi sulla circonvallazione (realizzando le previsioni degli strumenti di pianificazione del territorio previste nel viale Francia, nel viale De Gasperi e nella Via Oreto), realizzare gli interventi infrastrutturali già progettati ed appaltati (quali il nodo di via Perpignano ed il completamento dei ponti sul fiume Oreto), nonché di potenziare quelli esistenti (in particolare Via Pitrè, C.so Calatafimi e Via E. Basile);

porre in essere interventi infrastrutturali atti a consentire permeabilità trasversale pedonale del viale Regione Siciliana, tramite la costruzione di una serie di sovrappassi pedonali, atti da un lato a garantire un adeguato livello di accessibilità pedonale con soluzioni che garantiscono la massima sicurezza e dall'altro a contribuire alla fluidificazione del traffico veicolare tramite l'abolizione degli impianti semaforici esistenti;

attuare iniziative infrastrutturali (anche in variazione agli strumenti urbanistici vigenti) di ulteriore potenziamento del sistema del trasporto pubblico, a guida vincolata e non, onde poter orientare le abitudini degli utenti, in modo da concretizzare una diversa ripartizione modale che tenda a decrementare fortemente l'uso del mezzo privato a favore di quello collettivo.



L'andamento dei flussi giornalieri è stato oggetto di studio da parte del “Piano Strategico della Mobilità Sostenibile”, i cui dati, riportati nel presente paragrafo, sono considerati patrimonio comune dal presente Piano.

Gli studi sono stati condotti avvalendosi dei dati sui flussi rilevati dalle spire semaforiche posizionate nelle principali intersezioni stradali di Palermo, relativi al triennio 2003-2005, integrati con ulteriori rilievi effettuati ad hoc al cordone esterno finalizzati alla calibrazione del modello di simulazione

Sono stati elaborati i dati riferiti alla settimana tipo invernale ed estiva al fine di evidenziare la variazione del flusso veicolare nel corso della settimana. Assunto come base il valore del flusso totale giornaliero del lunedì, l'andamento della settimana invernale mostra un leggero picco il venerdì, mentre nel fine settimana la diminuzione di traffico risulta minima il sabato (-5%) ed è invece molto più marcata nel giorno festivo.

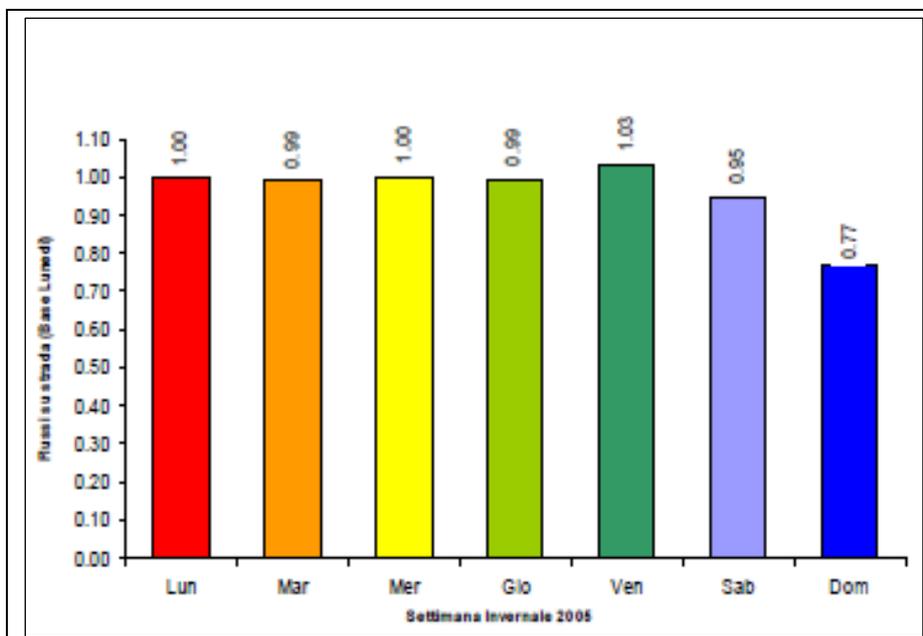


Fig. 60: Andamento dei flussi giornalieri totali nella settimana invernale tipo

L'andamento per la settimana estiva non presenta il massimo flusso nel giorno di venerdì ma è caratterizzato da una sostanziale omogeneità nei primi 4 giorni della settimana, che si riduce invece significativamente e in modo costante fino al minimo domenicale che – sempre in rapporto al lunedì 100% – vale ancora meno del festivo invernale.⁷

⁷ I capoversi riportati in corsivo sono integralmente tratti dal “Piano degli interventi strategici di mobilità sostenibile per la città di Palermo”.

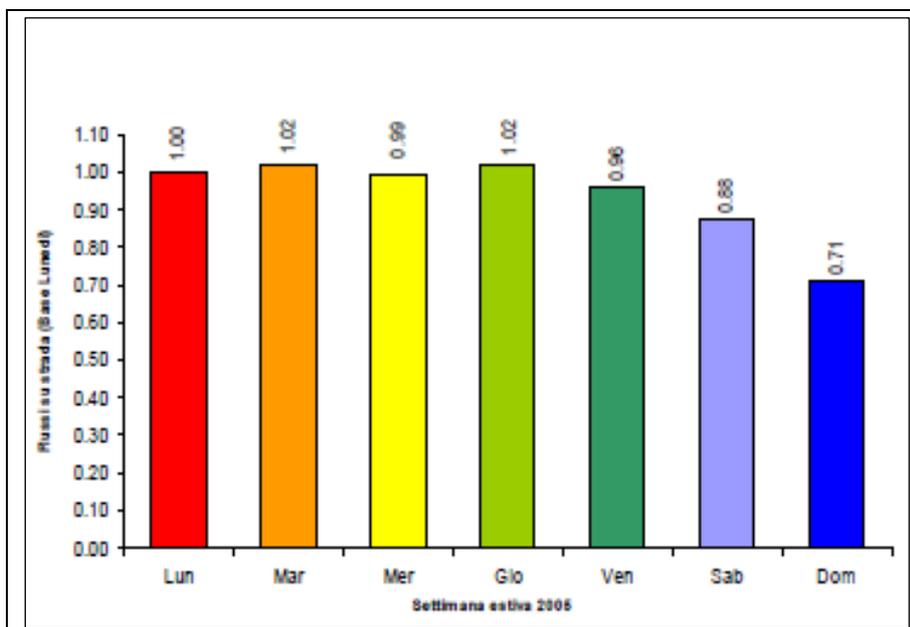


Fig. 61: Andamento dei flussi giornalieri totali nella settimana estiva tipo

Andamento giornaliero del flusso veicolare⁸

Per l'anno 2005 è stato analizzato il flusso veicolare rilevato nei giorni invernali, ricostruendo (per un limitato numero di sezioni ancora funzionanti) l'andamento giornaliero dei flussi, al fine di individuare la fascia oraria di massimo carico.

I dati delle spire semaforiche rilevate sono stati esaminati per i giorni invernali; in particolare, per il dato feriale – anche a seguito della distribuzione settimanale di flussi, che ha suggerito di scartare il lunedì e il venerdì – sono stati presi in esame i valori medi dal martedì al giovedì. I valori medi del sabato e della domenica sono stati analizzati distintamente.

Periodo invernale

Di seguito si riportano le cumulate sul totale delle spire rilevate in una settimana invernale (successivamente viene riportato il dato per il periodo estivo), da cui risulta che nei giorni feriali invernali (dal martedì al giovedì) l'ora di punta risulta essere la mattina fra le 08.00 e le 09.00.

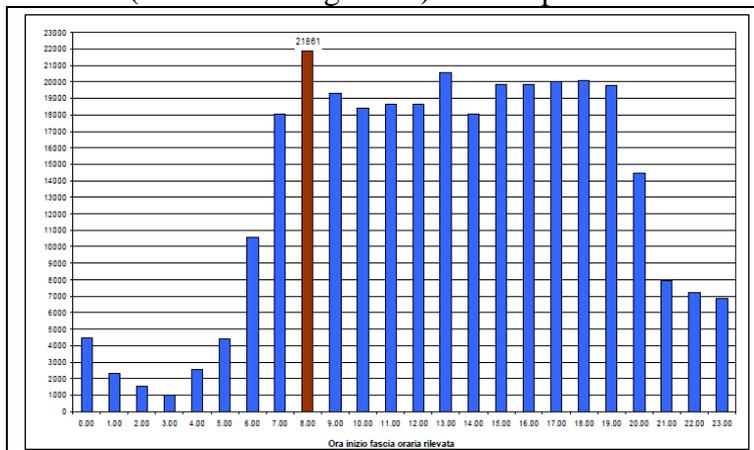


Fig. 62: Cumulata Totale dei flussi rilevati il martedì invernale

⁸ Paragrafo tratto integralmente dal “Piano degli interventi strategici di mobilità sostenibile per la città di Palermo”.

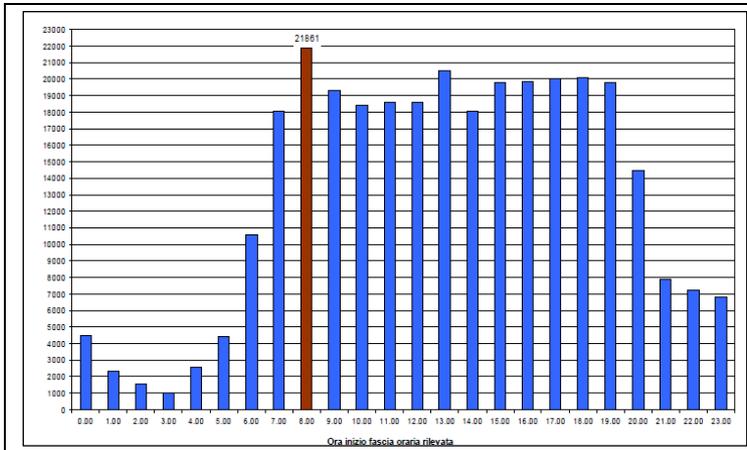


Fig. 63: Cumulata Totale dei flussi rilevati il mercoledì invernale

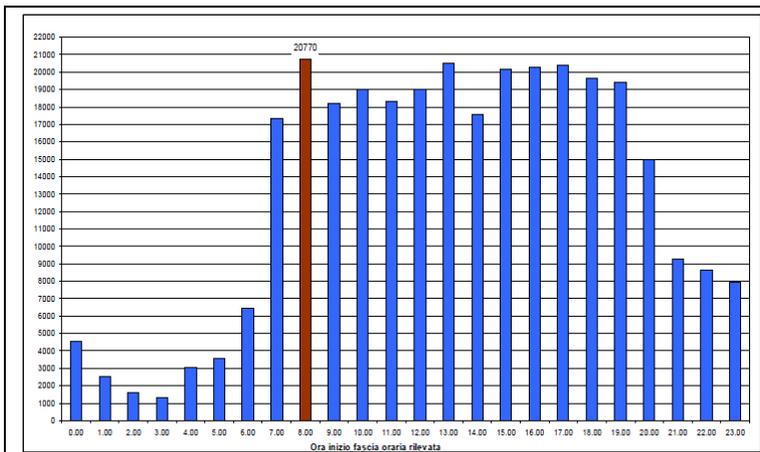


Fig. 64: Cumulata Totale dei flussi rilevati il giovedì invernale

Di seguito si riporta l'esame giornaliero condotto per il sabato e la domenica invernali. Per questi giorni la media dei valori di flusso rilevati dalle spire semaforiche evidenzia una diversa ora di punta complessiva, che nel caso del sabato si riscontra la mattina fra le 11.00 e le 12.00, mentre la domenica l'ora di punta assoluta si sposta al pomeriggio, fra le 17.00 e le 18.00, nonostante tra le 12.00 e le 13.00 si verifichi un valore in tutto paragonabile a quello massimo.

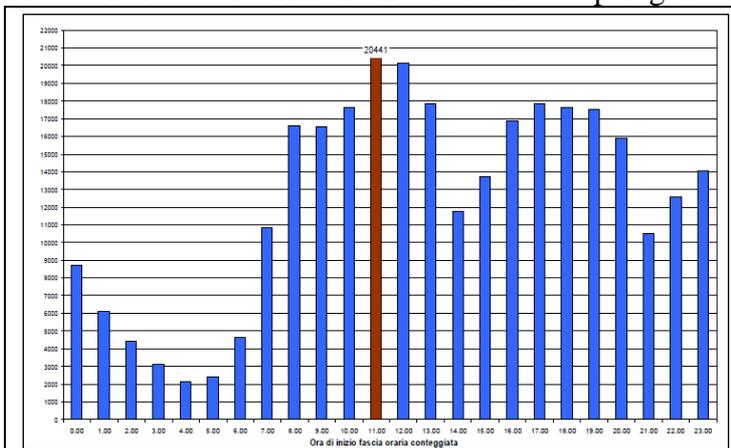




Fig. 65: Cumulata Totale dei flussi rilevati il sabato invernale

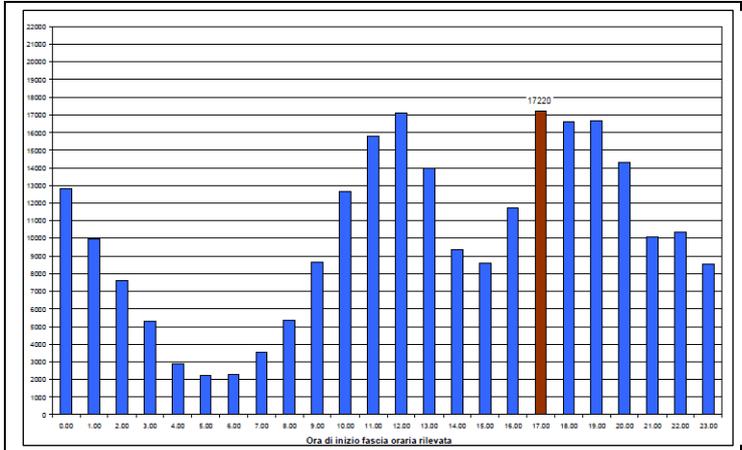


Fig. 66: Cumulata Totale dei flussi rilevati la domenica invernale

Periodo estivo

Il dato di dettaglio sul periodo estivo di seguito presentato non riguarda le medesime sezioni di rilievo (spire semaforiche) utilizzate per la cumulata invernale, in quanto alcune di queste non hanno effettuato registrazioni in entrambi i periodi. I grafici di seguiti riportati vanno pertanto intesi come indicativi dell'andamento orario del traffico, e non dei valori assoluti. Dai grafici appare evidente come in periodo estivo l'ora di massimo carico si sposti al pomeriggio, con una traslazione in avanti dell'onda di traffico.

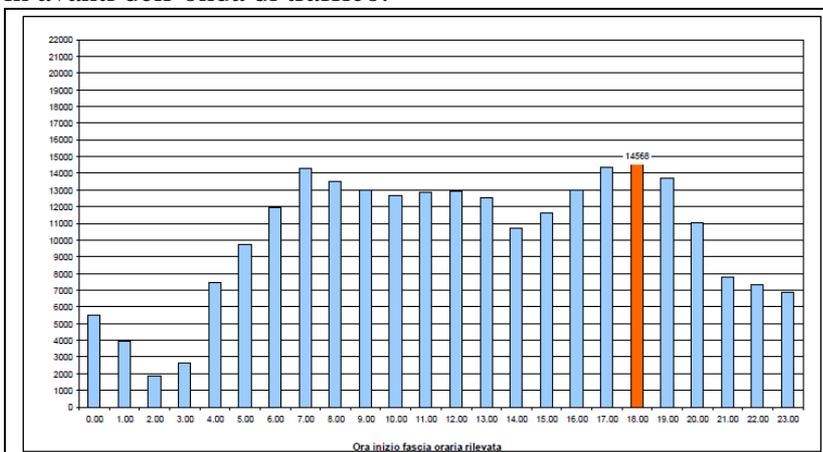


Fig. 67: Cumulata Totale dei flussi rilevati il martedì estivo



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

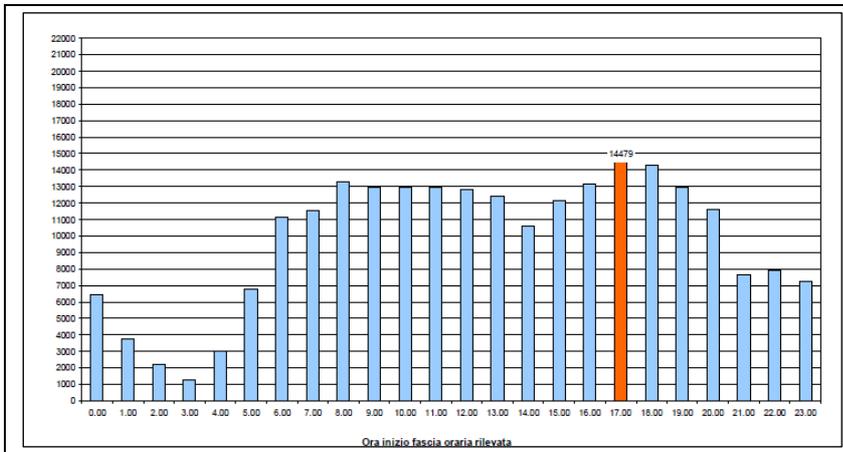


Fig. 68: Cumulata Totale dei flussi rilevati il mercoledì estivo

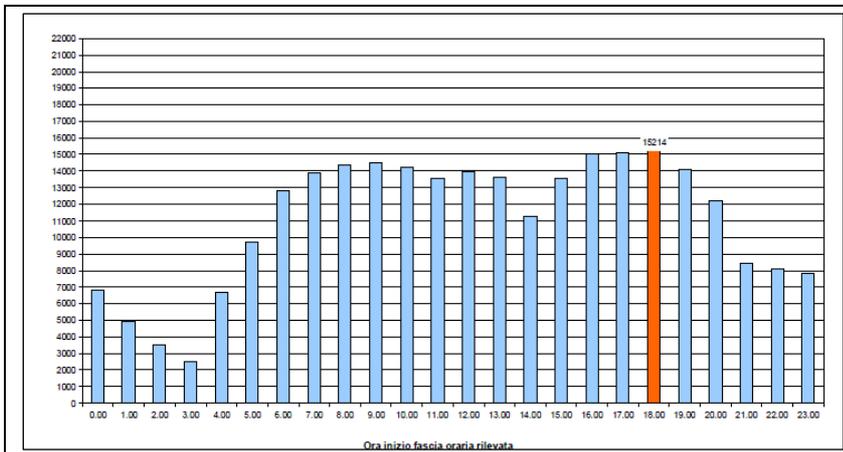


Fig. 69: Cumulata Totale dei flussi rilevati il giovedì estivo

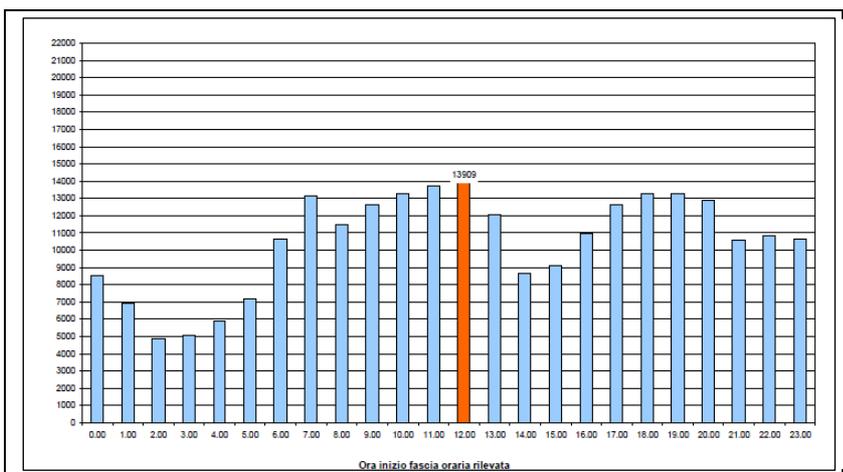


Fig. 70: Cumulata Totale dei flussi rilevati il sabato estivo

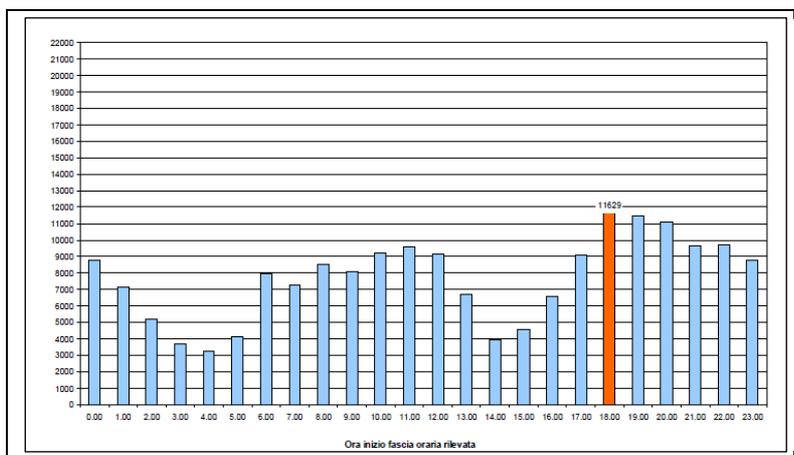


Fig. 71: Cumulata Totale dei flussi rilevati la domenica estiva

Rumore

Per quanto attiene all'adeguamento normativa in materia di protezione dall'inquinamento da rumore e il relativo Piano di zonizzazione acustica, il Comune di Palermo ha aderito al programma triennale tutela ambiente 1994-1996 del Ministero dell'ambiente. una delle azioni previste dal programma è la redazione di un piano di disinquinamento acustico (progetto n. 47).

A tal uopo è stato avviato l'iter per la redazione di un primo stralcio relativo al piano, consistente nella zonizzazione acustica del territorio urbano, e avviate le procedure propedeutiche per l'affidamento di un incarico professionale al consorzio di università CIRIAF (centro interuniversitario di ricerca sugli agenti fisici) di perugia. le attività finalizzate alla "zonizzazione acustica del territorio" saranno articolate nelle fasi:

- 1) *progetto esecutivo delle attività* (scheda di rilevazione acustica – principali riferimenti procedurali e normativi – elaborazione del piano di misure acustiche – progetto di mappatura acustica del territorio comunale – linee guida per la predisposizione del piano di bonifica acustica);
- 2) *predisposizione del piano di zonizzazione acustica di primo tentativo* (individuazione di aree territoriali omogenee – assegnazione a tali aree dei limiti previsti dal d.p.c.m. 1/03/91 - realizzazione di cartografie in scala 1:5000 per le zone urbane ed in scala 1:10.000 per le zone periferiche con la rappresentazione della zonizzazione);
- 3) *misure di rumore in aree o siti particolarmente critici* -realizzazione di alcune misure fonometriche - campione, finalizzate alla definizione della campagna di misure per la redazione della mappatura acustica della città.
- 4) *predisposizione del piano di zonizzazione acustica finale*.

In atto il Piano non è stato redatto.

L'AMIA S.p.A. ha effettuato una campagna di rilevamento nel 2007. Le pagine che seguono sono tratte dalla Relazione di commento alla campagna di rilevamento.

“L'emanazione di provvedimenti legislativi specifici per la tutela dall'inquinamento acustico ha inizio con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 01/03/1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno” (G.U. 08/03/1991, n. 57). Con tale decreto vengono definiti i limiti di accettabilità dei livelli di rumore validi su tutto il territorio nazionale quale misura urgente per la salvaguardia della qualità ambientale nonché la definizione delle modalità di classificazione acustica delle varie zone del territorio.

A seguito di una sentenza della Corte Costituzionale (n. 517 del 30/12/1991), il decreto è stato parzialmente abrogato. Pertanto, la prima effettiva normativa in materia di tutela dell'ambiente



esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico è la Legge 26/10/1995 n. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" (Suppl. Ord. G. U. 30/09/1995 n. 254).

Nell'ambito di tale legge vengono introdotte le seguenti definizioni:

valore limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa;

valore limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori;

valori di attenzione: il valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente;

valori di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla legge.

La concreta attuazione dei principi definiti in tale legge quadro è delegata ad una serie di provvedimenti esecutivi.

I più importanti, ai fini del presente rapporto sono costituiti dal D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" (G. U. 01/12/1997 n. 280) e dal Decreto del Ministero dell'Ambiente 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" (G. U. 01/04/1998 n. 76).

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

Tab. 7.1-3 Classi di destinazione d'uso del territorio (D.P.C.M. 14/11/1997)



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (06-22)	notturno (22 - 06)
Classe I aree protette	45	35
Classe II aree residenziali	50	40
Classe III aree miste	55	45
Classe IV aree di intensa attività	60	50
Classe V aree prev. Industriali	65	55
Classe VI aree escl. Industriali	65	65

Tab. 7.1-4
Valori limite di emissione
Leq in dB(A)
(Tabella B allegata al
D.P.C.M. 14/11/1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (06-22)	notturno (22 - 06)
Classe I aree protette	50	40
Classe II aree residenziali	55	45
Classe III aree miste	60	50
Classe IV aree di intensa attività	65	55
Classe V aree prev. Industriali	70	60
Classe VI aree escl. Industriali	70	70

Tab. 7.1-5
Valori limite assoluti di
immissione - Leq in dB(A)
(Tabella C allegata al
D.P.C.M. 14/11/1997)

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	diurno (06-22)	notturno (22 - 06)
Classe I aree protette	47	37
Classe II aree residenziali	52	42
Classe III aree miste	57	47
Classe IV aree di intensa attività	62	52
Classe V aree prev. Industriali	67	57
Classe VI aree escl. Industriali	70	70

Tab. 7.1-6
Valori di qualità - Leq in dB(A)
(Tabella D allegata al
D.P.C.M. 14/11/1997)

Il paragrafo riporta, sia in forma grafica che tabellare, per ciascuna delle sette stazioni di monitoraggio, i valori del livello equivalente giornaliero (0-24h), diurno (6-22h) e notturno (22-6h) rilevati nel corso del 2007.

Tutti i valori sono stati calcolati secondo quanto specificato dal D.M. 16 marzo 1998 “Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico” - Allegato A.

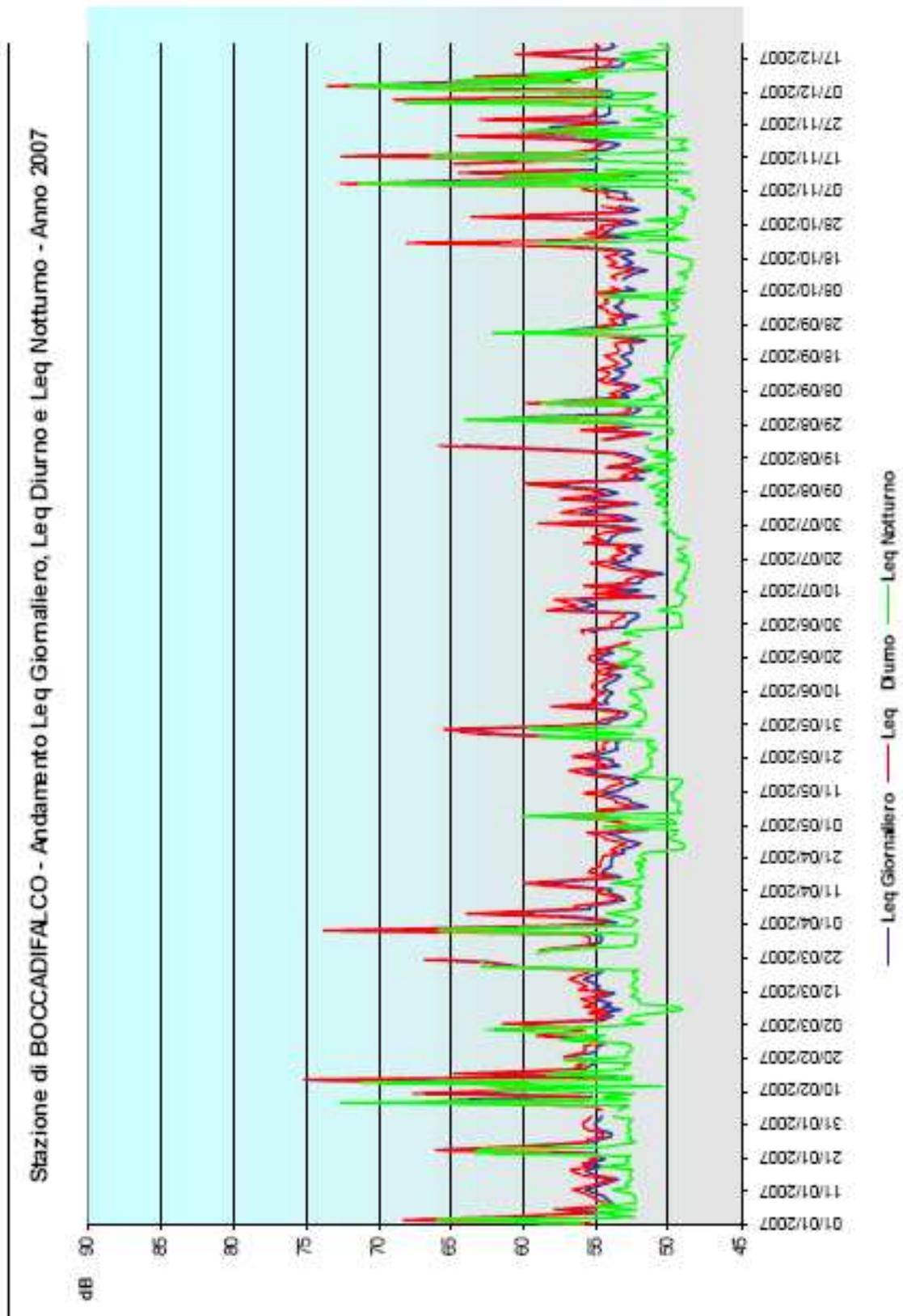
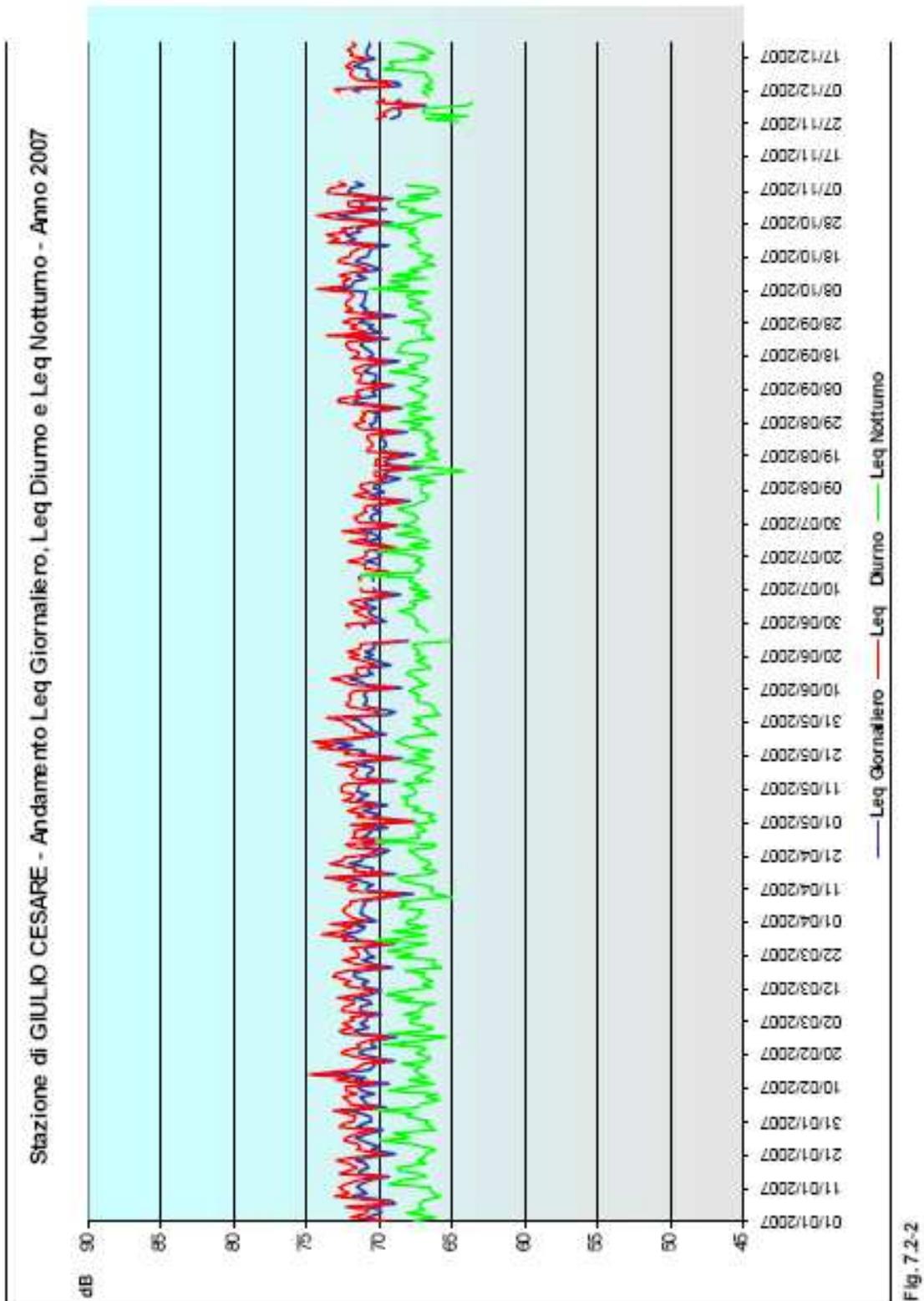


Fig. 7.2-1



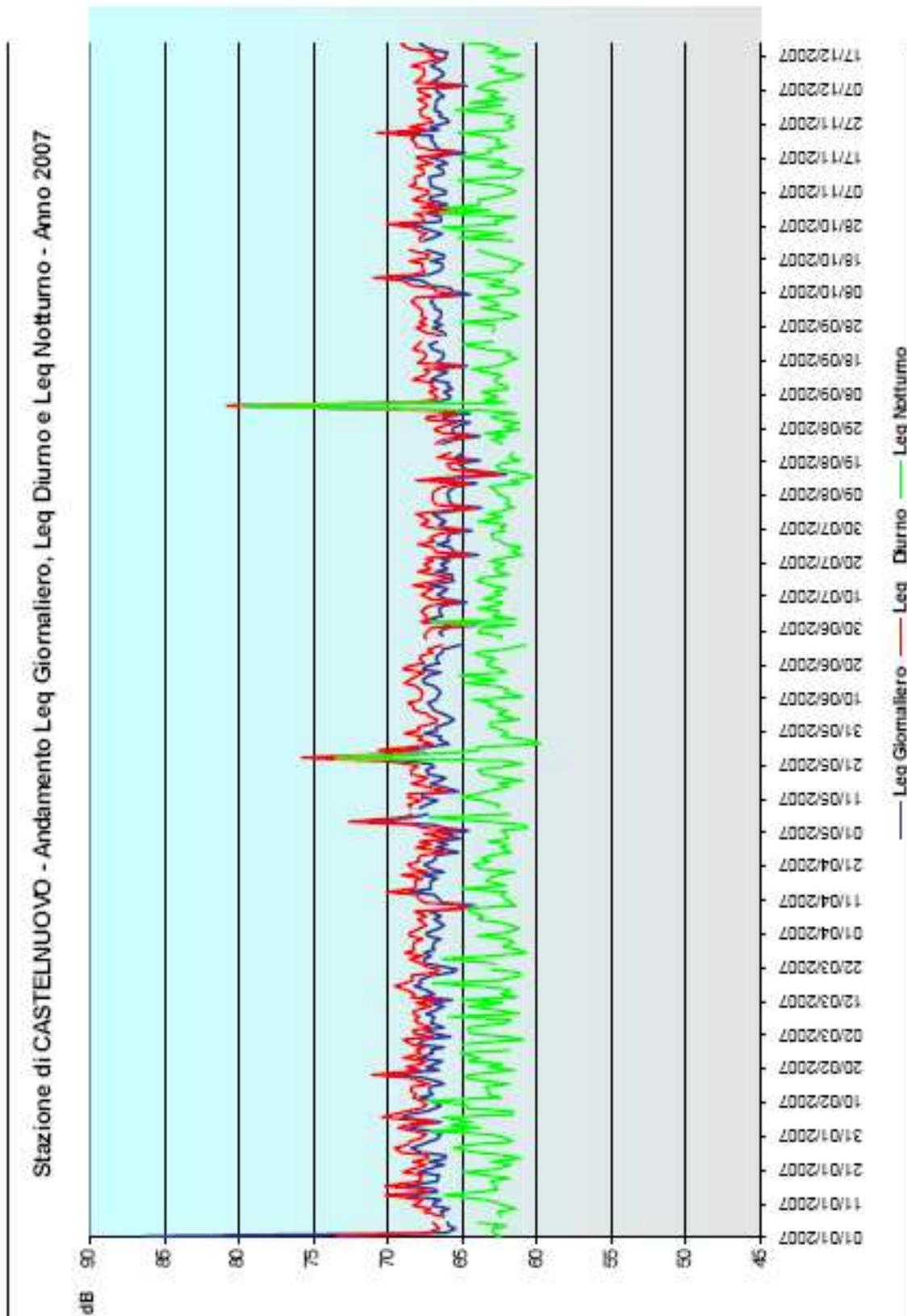


Fig. 7.2-3

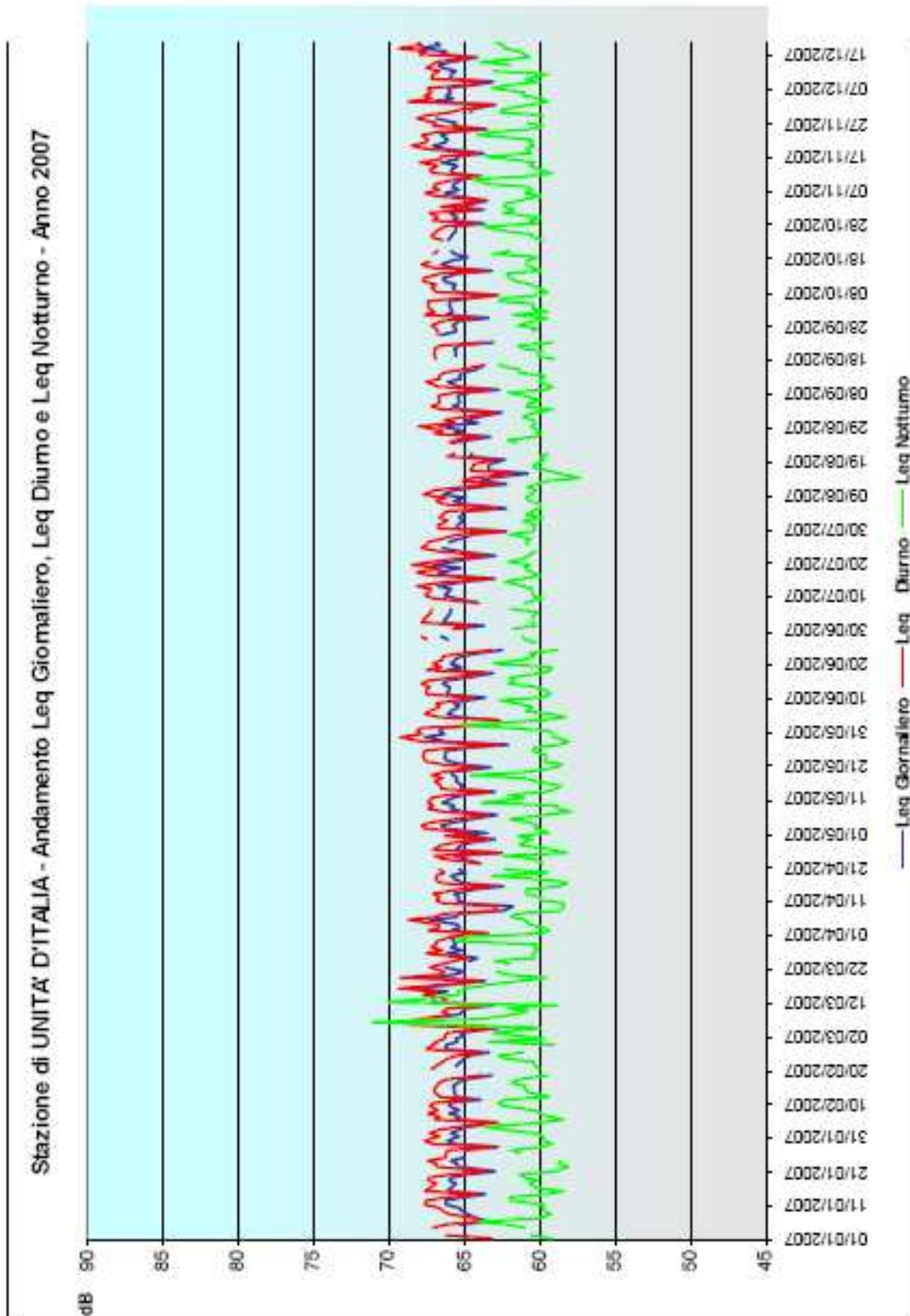


Fig. 7.2-4

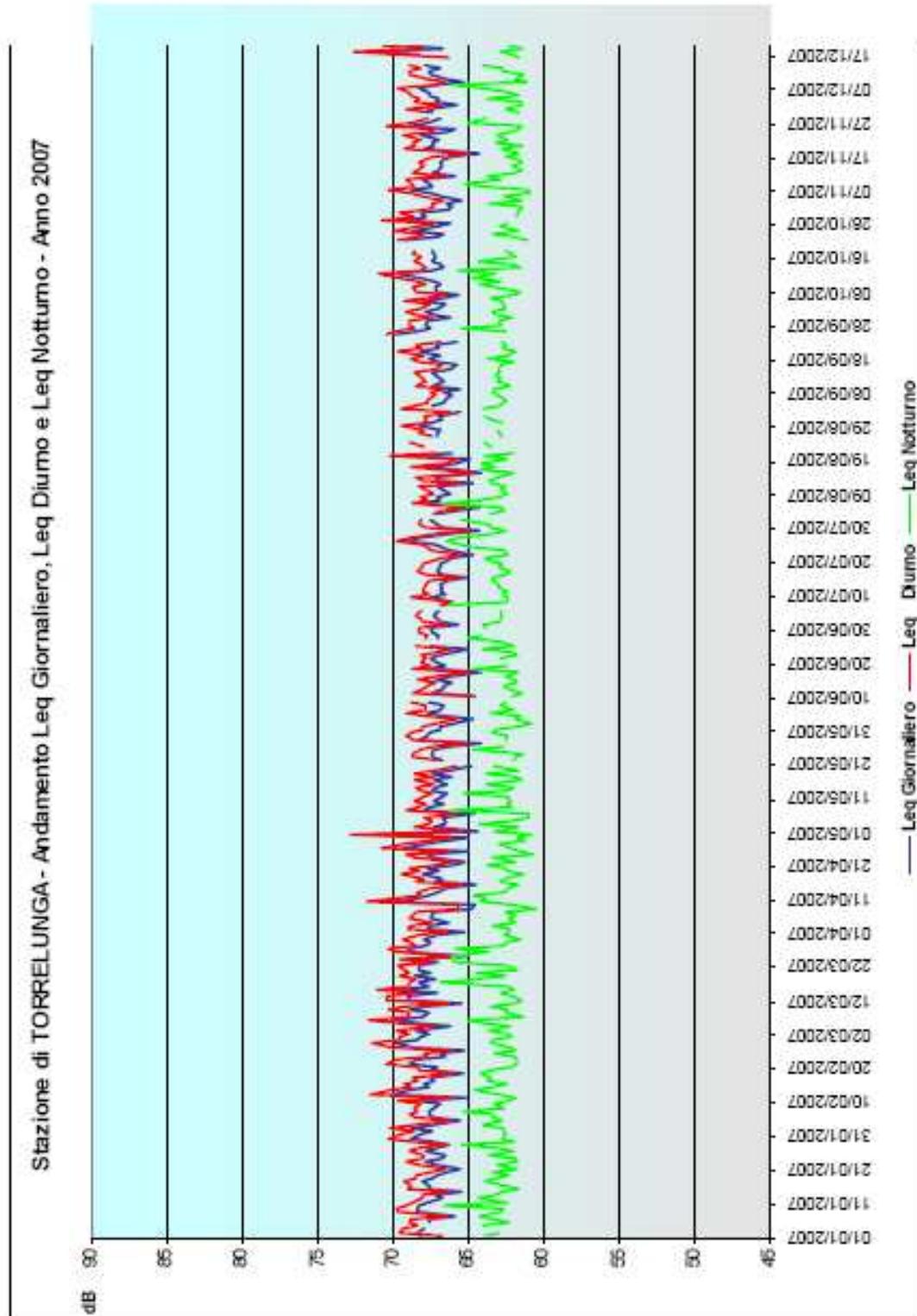
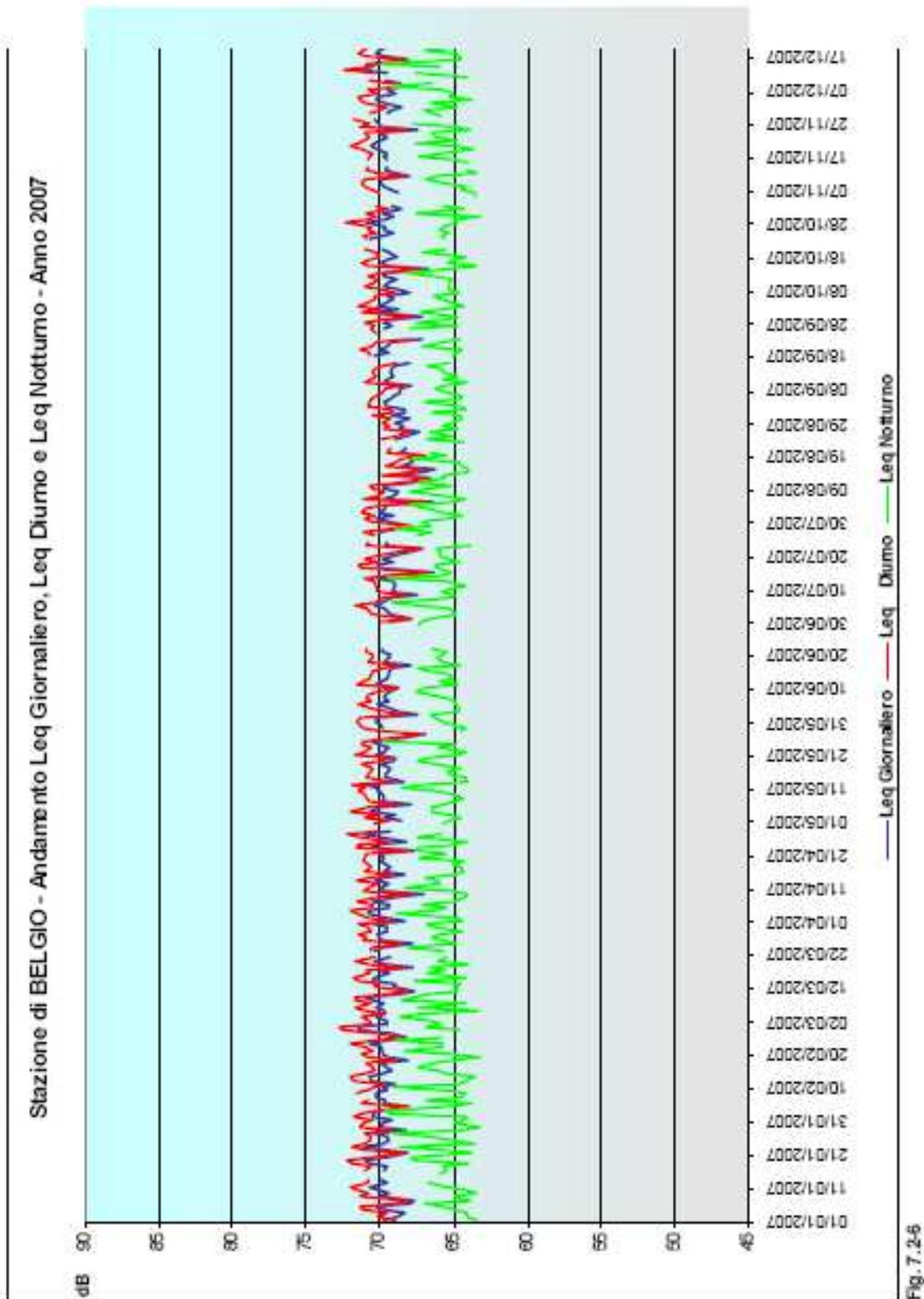
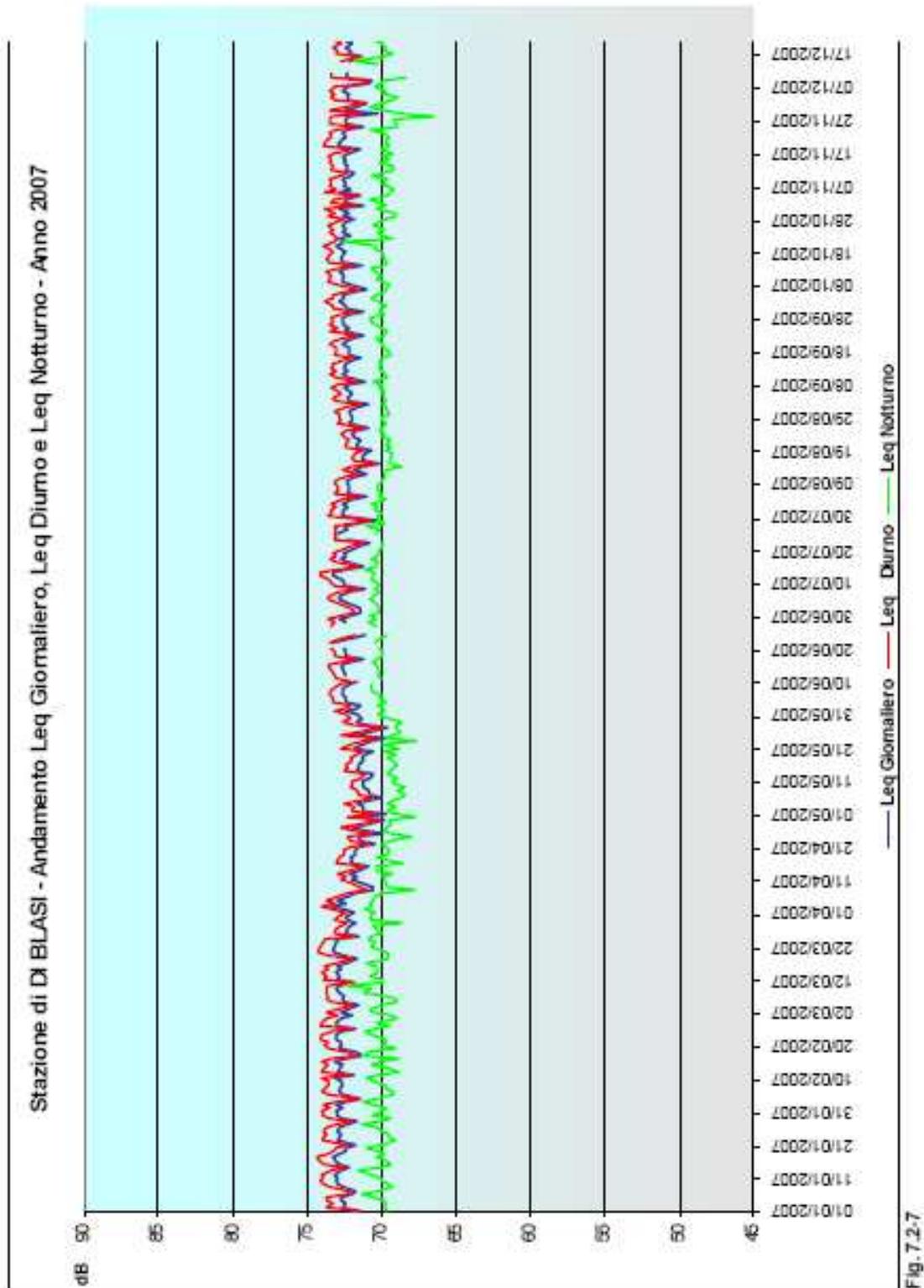
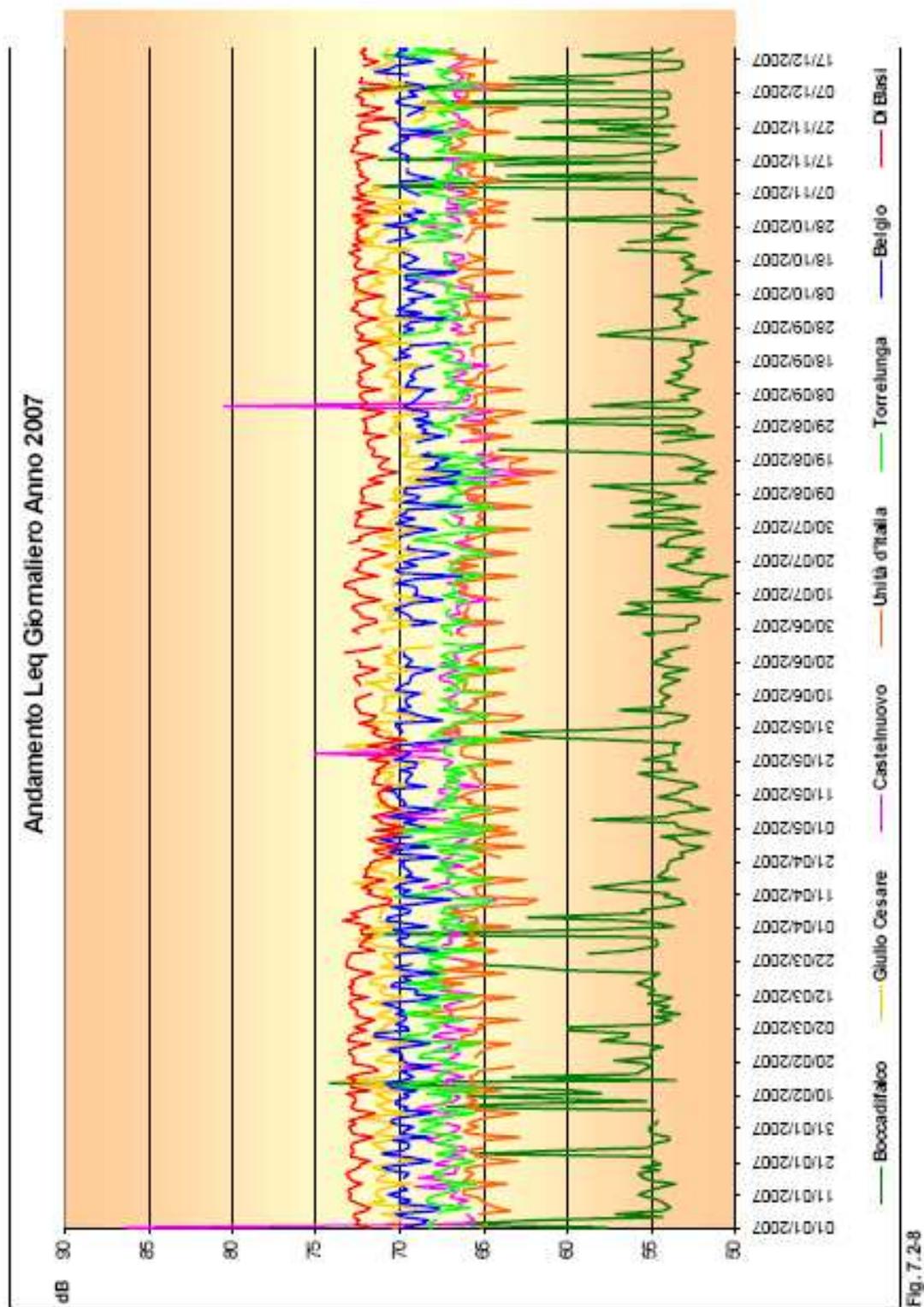


Fig. 7.2-5







Il paragrafo riporta, sia in forma grafica (figg. 7.3-1 e 7.3-2) che tabellare (tab. 7.3-1), i valori annuali del livello equivalente giornaliero, diurno e notturno rilevati nel 2007.



	2007		
	Leq Giornaliero	Leq Diurno	Leq Notturmo
Boccadifalco	58,6	59,3	56,6
Giulio Cesare	70,6	71,6	67,5
Castelnuovo	68,3	68,1	66,9
Unità d'Italia	65,5	66,6	61,4
Torrelunga	67,6	68,6	65,2
Belgio	69,5	70,5	66,0
Di Blasi	72,2	72,9	70,0

Tab. 7.3-1 Riepilogo annuale Leq (dB) 2007

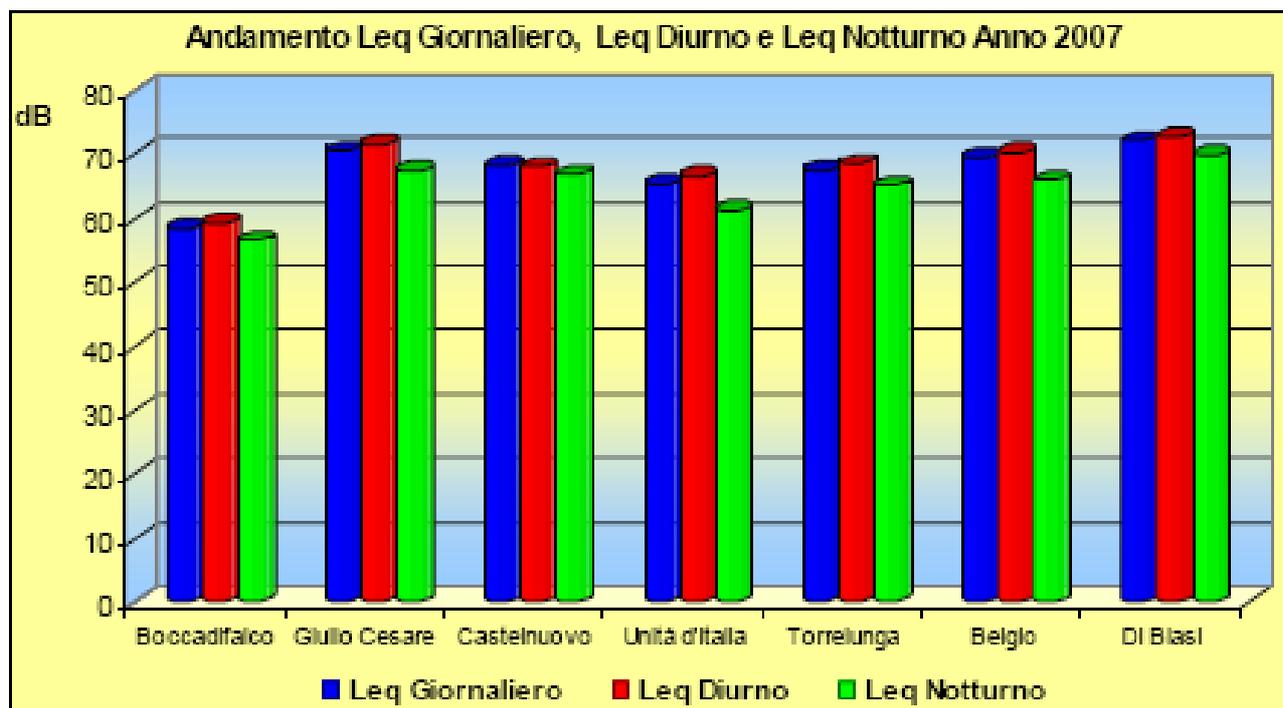


Fig. 7.3-1



L'ANALISI DELLA MOBILITÀ

I cambiamenti urbanistici - a seguito dell'attuazione del nuovo PRG - e l'evoluzione del sistema socio-economico hanno comportato una serie di riflessi sul sistema della mobilità nell'ambito del Comune di Palermo.

La città è stata interessata da notevoli cambiamenti legati, in particolare, alla rivalutazione del Centro Storico - con l'apertura di molti cantieri di ristrutturazione di fabbricati - ed alla realizzazione di strutture alberghiero-ricettive che hanno comportato un notevole incremento del turismo.

In ambito urbano si è altresì assistito al permanere di consistenti flussi di attraversamento della città da parte dei veicoli pesanti, flussi generati dalla presenza del Porto.

Notevole infine è stato lo sviluppo di realtà commerciali:

lungo l'asse di viale Strasburgo che, ad oggi, costituisce il secondo polo - per importanza - della città, dopo l'asse Libertà/Ruggero Settimo, vista la presenza di negozi ed attività di alto livello; nella zona di via U. la Malfa, ove si è allocato un sempre crescente numero di attività terziarie (commercio, servizi, artigianato, industria, ecc).

Fondamentale risulta inoltre l'interesse dell'Amministrazione Comunale, in linea con le strategie già intraprese da molte città e metropoli italiane ed europee, a rivalutare l'enorme patrimonio del Centro Storico, per il quale sono in corso di attivazione azioni tese:

al rilancio dell'habitat edilizio;

alla riqualificazione degli ambiti monumentali;

al rilancio delle attività turistiche e ricettive;

all'incremento delle aree pedonali e dei percorsi turistici;

alla rivalutazione dell'antico rapporto con il porto con le sue fortissime potenzialità turistiche connesse con la nautica da diporto e con la crocieristica.

La mancata adozione di un Piano Urbano del Traffico, come disposto dalla norma (art. 36 del NCdS), ha fatto sì che ci si limitasse ad attuare provvedimenti parziali, al fine di fluidificare taluni percorsi o ridurre i livelli di inquinamento al di sotto delle soglie dettate dalla norma.

Va altresì evidenziato che l'Amministrazione Comunale sta affrontando la gestione di svariati cantieri aperti in molte parti della città, che comportano la chiusura parziale o totale di alcune arterie con conseguenze negative sull'intera rete di trasporto.

I dati utilizzati per le analisi e le simulazioni dei flussi di traffico relativi agli spostamenti casa/lavoro nell'ora di punta 07,30-08,30 derivano dalla matrice Origine/Destinazione ricavata dallo studio effettuato nell'ambito del PGTU redatto nel 1997.

Nell'ambito della redazione di detto piano fu sviluppata un'estesa campagna di indagini (su strada, presso gli automobilisti in transito e gli utenti del trasporto collettivo extraurbano, e a domicilio, presso i residenti), finalizzata a definire - nei suoi elementi qualitativi e quantitativi, attraverso i conteggi di flusso veicolare - il sistema della domanda di mobilità nella città di Palermo.

Le indagini fornirono i dati di base per l'analisi qualitativa dei fenomeni, nonché per la stima delle matrici origine-destinazione degli spostamenti sui modi di trasporto "auto privata" e "mezzo pubblico collettivo", nelle fasce orarie di punta (08.00-09.00 e 17.00-18.00) della giornata feriale tipo.

La stima della matrice O/D degli spostamenti interni fu ottenuta combinando le informazioni desunte dalle interviste a domicilio con quelle ricavate dall'indagine al cordone interno (a ridosso della Circonvallazione) e tramite i conteggi di traffico (auto e trasporto collettivo).

Tale matrice O/D è stata recentemente aggiornata, in seguito alla campagna di rilevamenti che il Comune di Palermo ha avviato a partire dal marzo del 2009 ed i cui risultati sono - sinteticamente - riportati nella tabella presentata alla fine di questo capitolo.



In detta tabella sono riportati i nodi “A” e “B” relativi agli estremi dell’arco su cui è stato effettuato il rilevamento ed, in ogni singola colonna, il dato di rilevamento relativo alla fascia oraria 07,30-08,30, espresso in numero di veicoli.

I rilievi di traffico sono stati effettuati in punti di importanza strategica, al fine di potere definire l’aggiornamento della matrice.

In particolare, come meglio descritto nell’elaborato “Indagini sul traffico” relativo al rilievo, è stata monitorata l’intera circonvallazione rilevando sia i flussi di attraversamento longitudinale che trasversale.

All’interno della città sono stati rilevati i flussi in ben 103 sezioni, compresi i valori rilevati in talune sezioni da ARPA.

La matrice O/D relativa agli spostamenti degli autoveicoli è quindi stata calibrata con i flussi rilevati nella campagna 2009 ed è stata calcolata con il modello di stima contenuto nel pacchetto informatico MT-Model, in dotazione all’Ufficio Traffico del Comune di Palermo.

A tale matrice calibrata si è aggiunto il flusso dei motoveicoli, ricavando così la matrice in veicoli equivalenti.

Si è infine tenuto conto del traffico di veicoli pesanti indicando il flusso aggiuntivo associato ad ogni singolo arco.

Tale flusso aggiuntivo è stato stimato sulla base della campagna di rilevamenti effettuata sui mezzi pesanti ed in particolare si è calcolato un valore di veicoli equivalenti pari a 2 autoveicoli per mezzo pesante in ambito urbano e 2,5 autoveicoli per mezzo pesante lungo la circonvallazione.

Si è quindi calcolata una percentuale di ripartizione pari al 6% del flusso degli autoveicoli sulla rete urbana, pari al 12% sul tratto di circonvallazione compresa tra la via Giafar e la via Belgio e pari al 30% nei tratti di circonvallazione esterni, come meglio rappresentato nella figura 70.

FLUSSI RILEVATI DURANTE L’ORA DI PUNTA 07,30-08,30

Nodo A	Nodo B	Autovetture	Moto	Autocarri	Bus Urbani	Bus extraurbani
1359	1353	480	96	157	4	16
1357	1356	634	142	149	2	4
1335	713	928	156	162	11	8
714	720	969	332	172	5	2
690	668	1155	419	165	7	8
1286	695	3627	1452	533	51	46
1298	1361	1639	348	200	0	55
1409	1297	1789	716	264	0	151
878	873	1550	392	181	6	119
461	884	2439	482	131	3	8
870	867	1740	455	137	3	0
456	462	4322	1652	367	12	7
1265	849	807	265	79	0	24
453	1266	1102	316	101	0	10
549	547	1559	535	172	0	27
847	499	575	256	67	0	35
1292	534	720	98	194	14	0

Sezioni
passanti
(circonvallazione)



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Nodo A	Nodo B	Autovetture	Moto	Autocarri	Bus Urbani	Bus extraurbani	
533	1395	877	273	83	0	75	
1380	709	709	241	92	0	64	
709	1381	1270	186	66	0	29	
1481	670	1416	545	70	13	5	
670	1481	586	178	86	9	6	
598	597	2438	437	55	11	2	
597	598	1445	419	82	8	2	
594	593	716	241	85	6	0	
593	594	456	32	13	0	0	
881	1336	1108	320	61	0	0	
880	881	496	55	21	0	0	
875	874	766	124	34	8	0	
874	875	1187	448	141	6	4	
869	868	1528	705	30	17	3	
868	869	2278	1160	326	187	9	Sezioni a monte della circonvallazione
866	861	327	94	40	0	34	
861	866	151	52	12	0	2	
851	408	3077	355	17	0	1	
408	851	1100	126	6	6	0	
551	548	237	40	7	3	0	
548	551	328	141	39	9	9	
538	537	211	50	0	0	0	
537	538	155	88	13	0	0	
546	493	1094	307	110	0	0	
493	546	555	148	49	0	0	
1506	903	458	147	31	3	0	
903	1506	424	83	5	0	0	
1358	1350	885	144	77	0	0	Sezioni a valle della circonvallazione
1352	1354	625	82	92	0	9	
727	1322	739	197	21	9	3	
1331	1332	1325	90	59	2	2	
842	716	2437	320	200	0	0	
669	672	3115	1396	30	9	1	
1000	672	1916	282	18	11	3	
599	892	1823	184	8	9	1	
892	603	997	150	11	10	2	
1124	889	543	120	56	11	1	
889	1124	978	289	58	11	0	
887	886	855	180	13	0	0	
469	1337	1500	840	126	27	0	
460	1251	956	202	64	22	0	
1251	460	741	128	40	15	0	
455	454	243	53	8	5	0	
454	455	593	246	36	26	20	



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Nodo A	Nodo B	Autovetture	Moto	Autocarri	Bus Urbani	Bus extraurbani	
414	406	244	116	2	0	0	
408	409	3055	548	51	11	2	
409	408	2705	482	124	67	12	
846	845	753	131	50	14	0	
845	846	496	97	23	17	0	
894	1065	691	268	60	2	0	
1065	894	964	314	24	0	0	
492	443	1345	69	24	13	0	
443	492	446	155	34	1	0	
491	490	416	144	68	0	21	
490	491	657	94	48	4	26	
487	488	524	169	34	3	20	
488	487	607	103	35	4	11	
528	529	198	40	9	5	0	
529	528	200	52	7	5	0	
626	627	185	41	11	8	7	
627	626	149	40	17	6	3	
902	708	270	61	18	3	3	
708	902	261	43	28	8	4	
707	898	790	298	93	2	0	
898	707	491	126	30	3	0	
316	315	488	176	55	35	28	
315	316	644	259	41	8	44	
671	1130	1478	405	61	9	1	
1000	672	1115	447	31	9	1	
674	677	1110	533	200	9	3	
677	674	1345	225	38	1	1	
433	1203	619	421	33	10	1	
1203	433	704	433	26	12	4	
699	696	315	137	17	7	1	Flussi sezioni centro
696	699	425	149	28	6	1	
696	1235	760	311	27	1	6	
344	343	1487	385	66	25	23	
343	344	1553	407	59	6	6	
318	324	1313	131	32	22	2	
365	366	1500	810	133	112	34	
338	340	1079	458	170	0	0	
340	338	1224	644	116	11	0	
302	303	1259	401	49	13	3	
303	302	1053	371	55	4	2	
718	717	745	259	23	14	1	Flussi sezioni centro
717	718	772	210	16	9	0	
1209	501	1153	481	118	15	1	
501	1209	1221	448	29	22	0	



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Nodo A	Nodo B	Autovetture	Moto	Autocarri	Bus Urbani	Bus extraurbani	
604	607	993	311	38	6	2	
509	507	292	69	11	4	0	
507	509	506	191	40	4	0	
471	885	272	156	26	7	0	
885	471	664	261	32	8	0	
732	728	148	48	26	4	0	
728	732	615	181	34	8	1	
1031	336	1525	763	288	22	0	
319	305	490	293	31	17	22	
1539	1000	647	191	72	6	0	
1000	1539	391	146	17	1	0	
512	511	806	405	156	0	0	
511	512	807	225	24	13	0	
367	366	455	168	30	16	8	
366	367	397	117	13	7	11	
1227	891	676	285	72	3	0	
891	1227	1196	225	27	15	0	
675	700	428	146	43	8	0	
700	675	481	304	55	16	0	
356	318	1273	486	108	25	0	
671	1314	572	328	68	6	6	
891	892	680	370	28	36	2	
317	318	475	231	43	25	33	
616	617	546	245	81	7	0	
617	616	630	250	10	6	0	
610	608	631	126	43	14	11	
432	476	469	337	16	3	0	
476	432	506	300	25	5	3	
432	1213	886	444	54	0	1	
610	674	841	343	24	11	0	Flussi sezioni centro
1135	890	329	43	13	0	0	
890	1135	420	38	0	0	0	
1340	1219	722	450	63	4	0	
674	671	832	326	65	3	3	
350	315	846	379	32	60	9	
607	503	1054	588	69	0	0	
804	805	198	12	48	1	2	
805	804	276	24	52	2	2	
800	774	909	54	437	1	2	
774	800	45	15	84	1	0	ARPA
760	743	676	41	1232	1	1	
743	760	455	54	254	2	2	

Fig. 70: Ripartizione percentuale del traffico merci rispetto alle autovetture



Al fine di valutare l'ora di punta si riportano di seguito i grafici (Fig. 71, 72 e 73) relativi ai dati cumulati dei rilievi effettuati nel 2009.

Si osserva che l'ora di punta risulta sempre nella fascia oraria 07,30 - 08,30 sia per i valori rilevati lungo il viale Regione Siciliana, sia per i rilevamenti in ambito urbano.

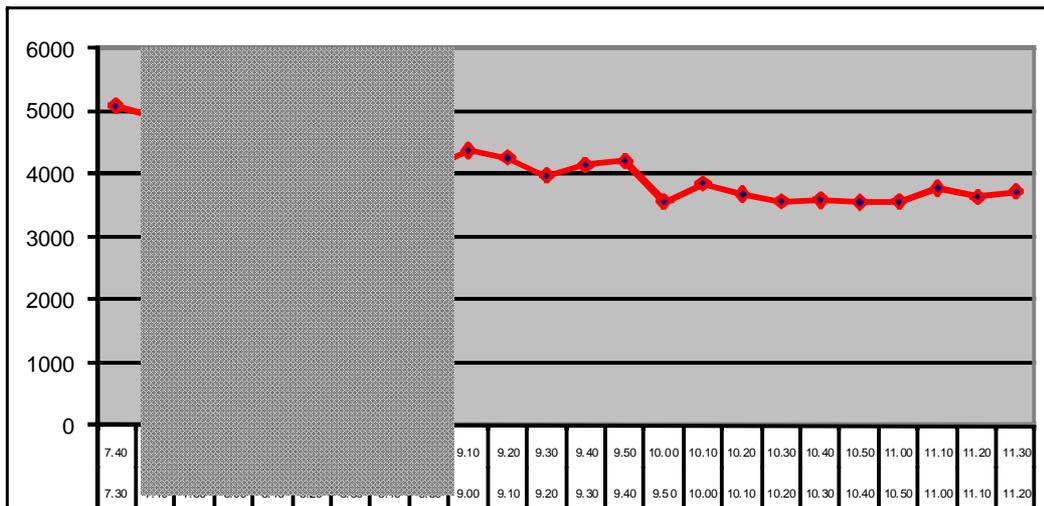


Fig. 71: Andamento dei flussi veicolari lungo le sezioni passanti del viale Regione Siciliana (Rilevamento 2009)

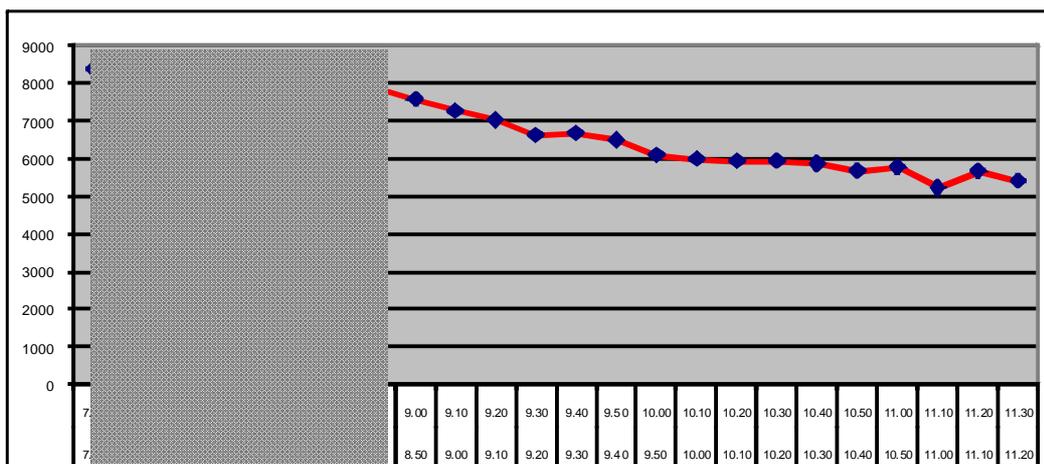


Fig. 72: Andamento dei flussi veicolari nelle sezioni di monte/valle del viale Regione Siciliana (Rilevamento 2009)

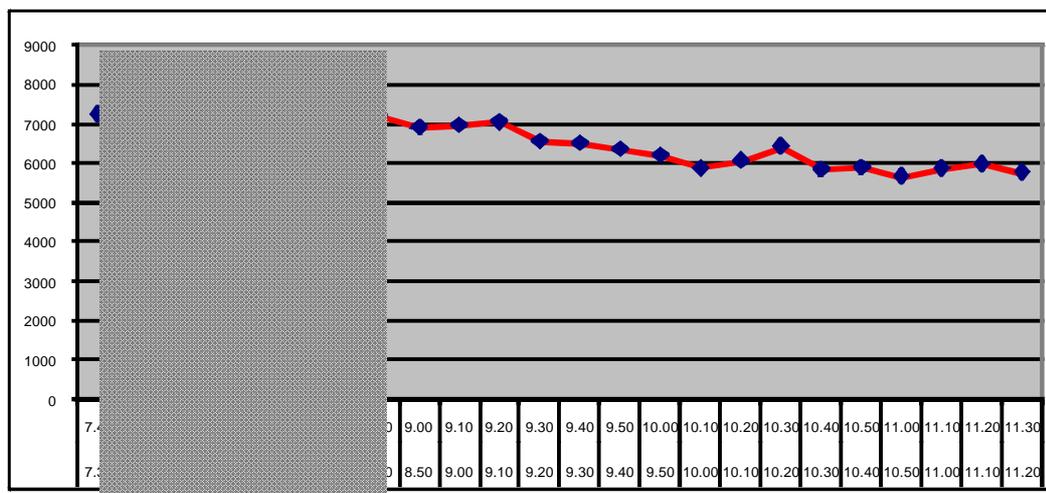


Fig. 73: Andamento dei flussi veicolari nelle sezioni urbane (Rilevamento 2009)

Ai fini di una migliore descrizione delle caratteristiche della mobilità, gli spostamenti che impegnano il sistema di trasporto di Palermo sono stati suddivisi in:

- interni alla città di Palermo;
- di scambio tra Palermo e la sua Area metropolitana;
- di attraversamento della città di Palermo.

Dal complesso delle elaborazioni eseguite e dai dati acquisiti, emerge un quadro macroscopico della mobilità di Palermo che può essere riassunto con alcuni indicatori riportati nella tabella seguente:

Dati di mobilità relativi al PGTU del 2009	
Flusso di auto nell'ora di punta (7,30-8,30)	69.104
spostamenti interni al territorio comunale	56.910
spostamenti di scambio e di attraversamento	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	80%
mezzo pubblico	20%
Flusso giornaliero di auto	898.352
Flusso giornaliero di persone su auto	1.167.857

(*) solo auto private e mezzo pubblico urbano

È risultato che ogni giorno, il sistema urbano di Palermo è interessato da un flusso di autovetture pari a 898.352 (di cui 69.104 nell'ora di punta 07.30-08.30). Dei 69.104 spostamenti effettuati durante l'ora di punta, 56.910 effettuano spostamenti interni alla città e rappresentano, dunque, la mobilità interna dei residenti; i restanti 12.194 sono relativi agli spostamenti di scambio e di attraversamento del centro urbano.

Il trasporto pubblico urbano su gomma, sulla base dei dati di produzione 2008, è risultato interessato da un volume di domanda di circa 19.230 durante l'arco dell'ora di punta mattutina 07.30-08.30 e nell'ambito degli spostamenti interni al territorio comunale.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Studio d'Impatto Ambientale

Il numero medio di passeggeri a bordo delle auto (coefficiente di occupazione) è risultato pari a 1,3. L'analisi dei dati sopra riportati ha permesso di stimare il coefficiente di ripartizione modale degli spostamenti interni (auto-TPL) al territorio comunale durante l'ora di punta 07.30-08.30. In particolare si è osservato che l'80% degli spostamenti auto-TPL avviene con il mezzo proprio mentre soltanto il 20% utilizza il mezzo pubblico su gomma.

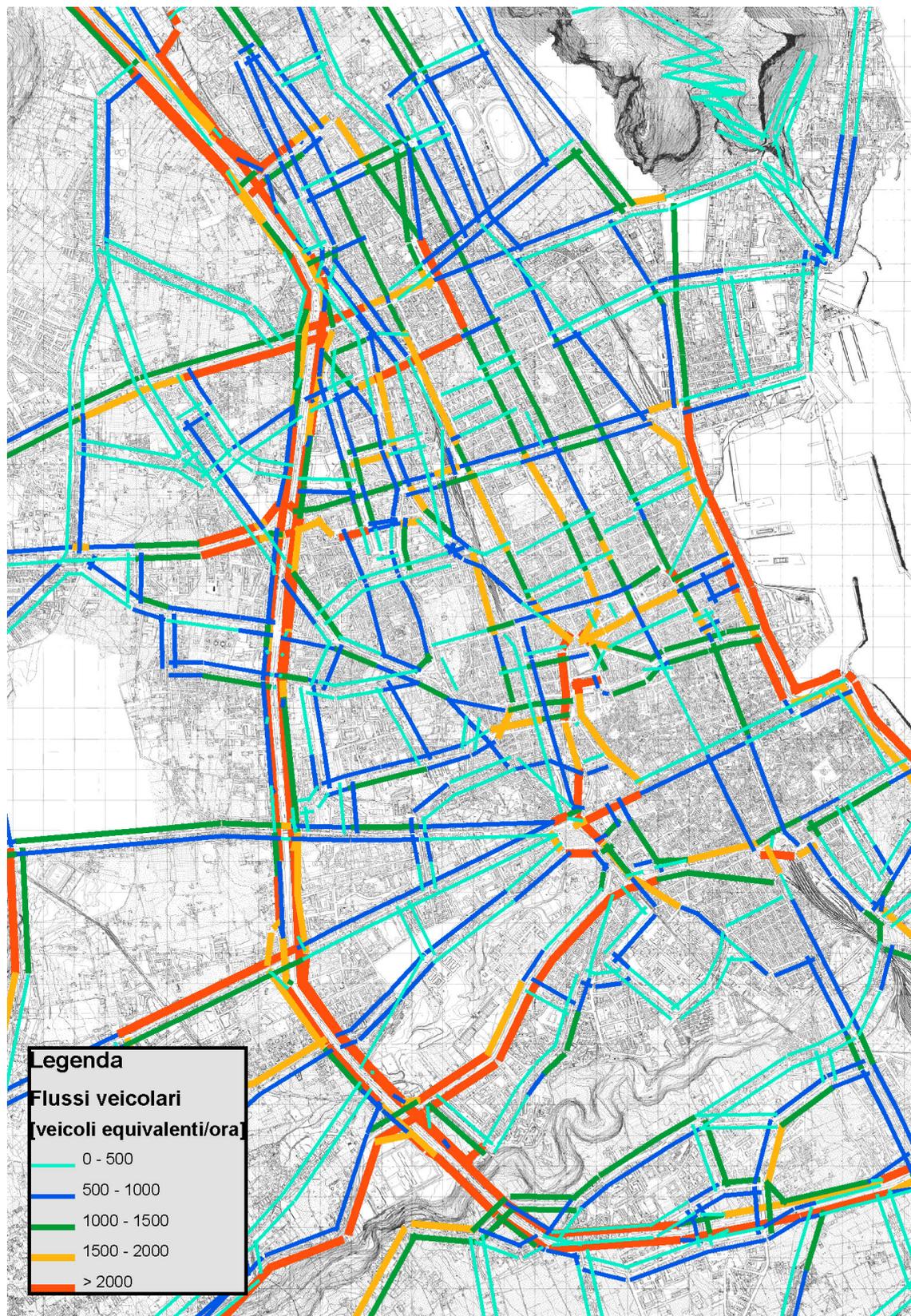


Fig. 74: Volumi di traffico stimati nell'ora di punta mattutina 07,30-08,30



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Strada	Tratto	Criticità (%)
Via Paruta Filippo	Da via C. Terranova a via Due Vanelle	214
Via Due Vanelle	Da via Lenin a via Paruta	152
Via Roccazzo	Da via Pitrè a via Pandolfini	148
Via Maddalena Umberto	Da via Pitrè a c.so Calatafimi	146
Via Perpignano	Da viale Regione Siciliana a via Jato	135
Via Sardegna	Da via dei Nebrodi a Viale Regione Siciliana	132
Via Belgio	dallo svincolo con la Circonv. A V.le Strasburgo	130
Via Roccella Gustavo	Da via Montegrappa a viale Regione Siciliana	128
Via Pitrè Giuseppe	Da via G. Chiesi a Viale Regione Siciliana	124
Via Buonriposo	Da via S.Maria di Gesù a via Oreto	124
Via Villagrazia	Da via Oreto a via S. M. di Gesù	124
Via Petrazzi	Da via Mammana a v.le Michelangelo	123
Via Oreto	Da via V. Errante a corso Tukory	122
Via Veneziano Antonio	Da via Dante a via corso F. Aprile	121
Via Goethe	Da via N. Turisi a corso F. Aprile	119
Via Trabucco	Verso viale Regione Siciliana	117
Via Oreto	Da via dell'Orsa Minore a via Bergamo	116
Corso Re Ruggero	Da P.zza della Pinta a via Brasa	116
Via Campolo Giovanni	Da via Pacinotti a via L. di Brolo	114
Via Turrisi Colonna Giuseppina	Da via Villa Filippina a via Goethe	113
Via Imera	Da via C. Rotta a via V. Emanuele	111
Corso Calatafimi	Da via A. Marinuzzi a via del Convento	110
Via Crispi Francesco	Da via E. Amari alla Cala	110
Piazza Vittoria		110
Via Cau Lussorio	Da via E.Basile a Via G. Roccella	108
Viale Campania	Da via Brigata Verona a via P.pe di Paternò	107
Viale Piemonte	Da via B.ta Verona a via P.pe di Paternò	107
Via Roma	Da via f. guardione a Piazza Sturzo	107
Via Sergio Papa I	Da via Belmonte a via S. Vincenzo de Paoli	107
Via Cavour Camillo	Da via R. Settimo a via P.pe di Scordia	106
Via Giuffrè Liborio	Da via Filiciuzza a via Rocco Jemma	106
Via Noce	Da via Lancia di Brolo a piazza P.pe di Camporeale	106
Via Palmerino	Da viale Regione Siciliana a via M. Lenin	106
Viale Lazio	Da via Sciuti a Viale Regione Siciliana	105
Via della Libertà	Da via Messina a piazza Castelnuovo	105
Via Principe di Paternò	Da viale Piemonte a via Liszt	105
Via Settimo Ruggero	Da P. Castelnuovo a via M. Stabile	105



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Strada	Tratto	Criticità (%)
Viale Leonardo da Vinci	Da via G. Galilei a viale Regione Siciliana	104
Via Pacinotti Antonio	Da via L.do da Vinci a via Campolo	103
Via Parlatore Filippo	Da via Dante a via Malaspina	103
Via Pindemonte	Da via Cappuccini a Via G. La Loggia	103
Viale Strasburgo	Da via S. Aldisio a via Belgio	103
Corso Tukory	Da P.zza S. Antonino a via Basile	103
Via Cappuccini	Da via Pindemonte a Corso Calatafimi	102
Piazza Cascino Antonino Gen.		102
Via Montepellegrino	Da via A. Rizzo a via A. Sadat	102
Via Mattarella Piersanti	Da via Notarbartolo a via C. Nigra	102
Viale Strasburgo	Da via dei Quartieri a viale Francia	101
Piazza Castelnuovo		100
Via Duca della Verdura	Da via Libertà a via Sampolo	100
Via dei Quartieri	Da viale del Fante a viale Strasburgo	100
Via dalla Chiesa C. A. Gen.	Da via Duca della Verdura a via E. Albanese	99
Via Malaspina	Da via A Cantore a via G. Marconi	99
Piazza S. Antonino		99
Via Vittorio Emanuele	Da via Roma a via M Bonello	99
Viale del Fante	Da via dei Quartieri a via villa sofia	98
Via Montepellegrino	Da via R. Loria a via dei Cantieri	98
Via Sauro Nazario	Da via Noce a via C. Parisio	98
Via Belmonte Chiavelli	da via dell'Ermellino	97
Via Imperatore Federico	Da p.zza Leoni a via A. Sadat	97
Via Juvara Filippo	Da via re federico a via Goethe	97
Piazza della Pinta		96
Via Principe di Paternò	Da via G.Galilei a v.le Regione Siciliana	96
Via Restivo Empedocle	Da via B. Verona a via Sardegna	96
Via Zappalà Giovanni	Da via Lazio a via Mongerbino	96
Via Amari Emerico	Da via Crispi a via p. Calvi	95
Via Diaz Armando M.ilo	Da via Sperone a via P.lla della Ginestra	95
Via d'Ossuna	Da via Colonna Rotta a via Imera	95
Via Liszt Franz	Da via P.pe di Paternò a via Mozart	95
Via Resuttana	Da via A de Gasperi a via S. Aldisio	95
Via Mongerbino	Da via P.pe di Palagonia a via delle Alpi	94
Via Nina Siciliana	Da via L. Grassi a via Perpignano	94
Via Re Federico	Da via F. Juvara a C.so F. Aprile	94
Via Grassi Libero	Da via degli Emiri a via E. L'emiro	94
Via Houel	Da via F. Juvara a via B. Latini	93
Piazza Leoni	Da via Imperatore Federico a via dell'Artigliere	93
Via Serradifalco	Da via G.B. Lulli a via Aurispa	93
Via Principe di Palagonia	Da via Mongerbino a via P.pe di Paternò	92
Via Bergamo	da via R. Jemma a via F. P. Perez	91



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Strada	Tratto	Criticità (%)
Via Brancaccio	da via F. Gangitano a via S. Ciro	91
Via Latini Brunetto	Da via Dante a via Houel	91
Via Sciuti Giuseppe	Da via M. Rapisardi a via L. Ariosto	91
Corso Alberto Amedeo	Da via Turrisi Colonna a via v. Emanuele	90
Via Basile Ernesto	Da via U. Solarino a c.so Tukory (dir. Palermo)	90
Via Cusmano Giacomo	Da via Marconi a P.zza Virgilio	90
Via Eugenio l'emiro	Da via Pio La Torre a via Colonna Rotta	90
Via La Torre Pio	Da via Palchetto a via E. l'Emiro	90
Viale Michelangelo	Da via Cruillas a viale Regione Siciliana	90
Via dei Nebrodi	Da via Belgio a via Sardegna	90
Via Santicelli	Da via F. Paruta	90
Via Vittorio Emanuele	Da Foro Umberto I a via Butera	90
Via della Libertà	Da via B. Verona a viale Lazio	88
Via Villa Filippina		88
Via Boccadifalco	da via M. Fanara a via G. Pitrè	87
Via Giafar Emiro	Da via Brasca a via Conte Federico	87
Via Pomara	Da via Galletti a via M. Montagne	87
Via Tranchina Giuseppe	Dalla Stazione S. Lorenzo a V.le R. Siciliana	87
Piazza Verdi Giuseppe		87
Via Archirafi	Da via Lincoln a via F. Ingrassia	86
Via Dell'artigliere	Da piazza Leoni alla via Libertà	86
Via S.Lorenzo	Da via dei Quartieri a via S. Aldisio	86
Via dell'orsa Maggiore	Da via Villagrazia a via del Levriere	85
Via Paternostro Paolo	Da via P.pe di Fillafranca a via B. Latini	85
Corso Pisani Pietro	Da p.zza Indipendenza a via C. Onorato	85
Viale Praga	Da via Ausonia a viale Strasburgo	85
Piazza Zisa		85
Via Brasca	da via Ciaculli a via E. Giafar	84
Via della Favorita	Da via K. M. Luther a v.le Diana	84
Via Parisio Cataldo	Da via Serradifalco a via Lancia di Brolo	84
Via del Bastione	Da p.zza della Pinta a p.zza Vittoria	83
Via di Blasi G. Evangelista	Da viale R. Siciliana a via Baviera	83
Via Uditore	Da via G. Stazzone a v.le Leonardo da Vinci	83
Via Lincoln	Da foro Umberto I° a via N. Cervello	81
Via Messina Marine	v.le A. d'Aosta via S. Cappello	81
Piazza Porta Montalto		81
Via Trinacria	Da via A. De Gasperi a viale Campania	81
Via Vanvitelli Luigi	Da via Cruillas a via Baida	81
Via Albanese Enrico	Da via F. Crispi a via Calvi	80
Via Sciuti Giuseppe	Da viale delle Magnolie a via P.pe di Paternò	79
Via Tiro a Segno	da via Ponte di Mare a c.so dei Mille	79
Via Villa Sofia	Da via Croce Rossa a viale del Fante	79



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Strada	Tratto	Criticità (%)
Via Brigata Verona	Da viale Campani a via Croce Rossa	78
Viale De Gasperi Alcide	Da viale Strasburgo a via dei Nebrodi	77
Via della Libertà	Da via Arimondi a via Duca della Verdura	77
Via Villa Florio	Da via A Veneziano a via Re Federico	77
Via Lancia di Brolo Domenico	Da via C. Parisio a via Noce	76
Corso Finocchiaro Aprile Camillo	Da via Re Federico a via A. Veneziano	76
Piazza S. Francesco di Paola		75

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

3.1.2 Acqua

Anche in questo caso si utilizzano le analisi e le valutazioni espone nel contesto del RSA Agenda 21L e le fonti del Rapporto Annuale dell'ARPA.

Presentazione degli indicatori

INDICATORI	
Qualità delle acque	Classificazione acque superficiali ad uso potabile
	Qualità batteriologica acque marine costiere
Sistema delle reti	Copertura servizio idrico integrato
	Tipologia risorsa idrica sfruttata
	Dotazione infrastrutturale
	Tipologia rete fognaria
	Tipologia di trattamento
Impianti di depurazione	Carico nominale e carico trattato
	Emissioni (COD, BOD ₅ , SS, Fosforo, Azoto)
	Trattamento, riutilizzo e smaltimento fanghi
	Tipologia corpo ricettore
	Uso domestico nel Comune
Consumi	Altri usi nel Comune
	Confronto consumi altri capoluoghi
	Fabbisogni idrici per ATO
	Deficit rispetto ai fabbisogni per ATO
	Volumi immessi, fatturati e perdite

Per quanto alla qualità delle acque superficiali destinate al consumo umano, facendo riferimento alle acque superficiali che alimentano l'acquedotto dell'ATO 1 Palermo, e che servono dunque anche il Comune di Palermo – rappresentando circa l'80% delle fonti utilizzate - si riportano le classificazioni di qualità e le caratteristiche principali di tali acque superficiali.

Le acque superficiali utilizzate per alimentare l'acquedotto dell'ATO 1 Palermo hanno una situazione di mediocre qualità in quanto la quasi totalità non necessita di processi di depurazione e potabilizzazione particolarmente spinti, appartenendo alla categoria intermedia stabilita per legge (A2 –trattamento fisico e chimico normale e disinfezione).

Fanno eccezione il fiume Eleuterio ed il fiume Oreto che presentano uno stato di qualità peggiore e che quindi necessitano di trattamenti spinti per la potabilizzazione delle loro acque.

Analizzando inoltre il numero di parametri utilizzati, si evince una generale diminuzione nel periodo considerato del numero dei parametri utilizzati (ad esempio per il fiume Jato sono passati da 37 a 27, per il fiume Oreto da 36 a 28 ecc.) ma un considerevole aumento delle determinazioni effettuate.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Tab. 43 Fonti superficiali ad uso potabile utilizzate e monitorate - 2004

FONTI SUPERFICIALI	OPERA DI PRESA (LOCALITÀ)	POTABILIZZATORI	CLASSIFICAZIONE	DEROGHE	ENTE GESTORE DELLA FONTE	ENTE GESTORE DEL POTABILIZZATORE
Serbatoio Poma	Partinico	Cicala	A2	No	ESA	
Fiume Jato	Madonna del Ponte (Partinico)	Cicala	A2	No	AMAP	
Serbatoio Scanzano	Madonna delle Grazie (Marineo)	Risalaimi Gabriele	A2	No	EAS	
Serbatoio Piana degli Albanesi	Piana degli Albanesi	Risalaimi	A2	No	ENEL	
Fiume Eleuterio	Presca Conti (Marineo)	Risalaimi	A3	No	AMAP	AMAP
	Monte Tesoro (Marineo)	Risalaimi	A3	No		
Serbatoio Rosamarina	Cacciamo	Risalaimi Imera	A2	No	ESA	
Fiume Imera Settentrionale	Fondachello – S. Giovannello (Caltavuturo)	Imera	A2	No	AMAP	
Fiume Oreto	Santa Caterina (Palermo)	Gabriele	A3	Si		
Fiume Imera Meridionale	S. Andrea (Petralia Sottana)	Blufi	A2	No	Siciliacque	Siciliacque

Fonte: Arpa Sicilia

Tab. 44 Fonti superficiali ad uso potabile con i relativi numeri di determinazioni e di parametri conformi ai Valori Imperativi e Guida ai sensi del D.Lgs 02/02/2001 n. 31 per il triennio 2002 -2004

FONTI DI ACQUE POTABILI	N° DETERMINAZIONI TOTALI NEL TRIENNIO	N° PARAMETRI CONFORMI AI VALORI IMPERATIVI	N° PARAMETRI CONFORMI AI VALORI GUIDA	N° TOTALE DI PARAMETRI ANALIZZATI
Serbatoio Poma	20	19	8	27
Fiume Jato	26	19	8	27
Serbatoio Scanzano	24	17	8	25
Serbatoio Piana degli Albanesi	24	20	8	28
Fiume Eleuterio (Conti)	18	21	7	28
Fiume Eleuterio (Montesoro)	20	21	7	28
Serbatoio Rosamarina	23	18*	8	26
Fiume Imera Settentrionale	7	20	8	28
Fiume Oreto	2	21	7	28
Fiume Imera Meridionale	25	20	8	28

Un parametro, i solfati, risulta superiore al valore imperativo

Fonte: Arpa Sicilia

In ordine alla qualità delle acque marino – costiere, a fronte di un andamento complessivo provinciale – che presenta un trend di netto peggioramento (9 comuni su 20) - Palermo ha registrato nel 2002 un miglioramento dell'IQB, passando dal valore 3 – mediocre – al valore 2 – sufficiente. L'unico rilievo "incontaminato" corrisponde all'Area marina protetta "Isola di Ustica". Secondo il monitoraggio del Ministero della Salute riferito al 2005 i tratti di costa vietati alla balneazione a seguito di ordinanze comunali per motivi di inquinamento risultano avere una lunghezza pari a circa 8 km nel solo Comune di Palermo.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Indice di Qualità Batteriologica (classe)

	Classe IQB				
	1999	2000	2001	2002	
Palermo	3	3	3	2	
Legenda					
Giudizio di qualità	1 incontaminato	2 sufficiente	3 mediocre	4 contaminato	5 fortemente contaminato

Fonte: elaborazioni APAT su dati Ministero della Salute

La Città di Palermo, con una popolazione di circa 700.000 abitanti tra residenti e fluttuanti, è servita da una rete che preleva acque da diverse fonti ubicate nel territorio della Provincia di Palermo e in particolare: 4 invasi (Scanzano, Piana degli Albanesi, Poma e Rosamarina) per una capacità complessiva di 150 milioni di mc; 4 gruppi di sorgenti (Scillato, Presidiana, Gabriele, Risalaimi), 4 derivazioni fluviali (Imera, Eleuterio, Oreto-Santa Caterina, Jato-Madonna del Ponte) e 29 pozzi, con prelievi dalle falde di Palermo e Travia.

Il sistema di adduzione dalle fonti alla rete cittadina comprende quattro grandi acquedotti per 315 km, quattro impianti di potabilizzazione con potenzialità di 4.700 l/s, nove impianti di sollevamento e nove serbatoi di accumulo e compenso con una capacità di 247.000 mc. Tali impianti sono ubicati nel più vasto territorio provinciale e servono anche 14 comuni dislocati ad est ed ovest di Palermo con una popolazione di 200.000 abitanti.

La rete di distribuzione ha una lunghezza complessiva di circa 900 km di tubazioni, che per metà, nel 2002, sono state rinnovate in una zona densamente popolata che comprende il 60% degli abitanti. L'entrata in funzione della nuova rete e il contenimento delle perdite (tuttora comunque cospicue, intorno al 40% - in linea rispetto alla media regionale e nazionale) ha consentito di fronteggiare la carenza di approvvigionamento nei recenti periodi di siccità.

Il Comune di Palermo rientra nell'Ambito Territoriale Ottimale 1 che copre l'intero territorio provinciale e gestisce le risorse idriche di 82 Comuni.

Come si nota, all'interno dell'ATO, a fronte di una copertura praticamente totale del servizio di acquedotto risulta ancora non completa la copertura della rete fognaria (85%) e decisamente insufficiente la copertura del servizio di depurazione (51% della popolazione residente nel territorio interessato dall'ATO 1 Palermo).

Per quanto riguarda gli impianti di depurazione, a Palermo sono in funzione due impianti di depurazione, Acqua dei Corsari e Fondo Verde; entrambi operano un trattamento preliminare, primario, secondario ed uno più avanzato. Le informazioni relative agli impianti di depurazione sono tratte dalle attività propedeutiche alla redazione dei Piani di Tutela delle Acque della Regione Sicilia, revisione di dicembre 2004.

Sicuramente l'impianto di Fondo Verde, nonostante dimensioni più piccole, ha un'efficienza di trattamento maggiore rispetto a quello di Acqua dei Corsari ed inoltre copre totalmente l'esigenza di depurazione della rete fognaria recapitante.

Ciò nonostante le percentuali di riduzione degli specifici inquinanti sono maggiori per il depuratore di Acqua dei

Corsari, ad eccezione del COD e dell'azoto.

Nonostante una produzione considerevole di fanghi dagli impianti di depurazione questi non vengono riutilizzati in alcun modo, ma semplicemente smaltiti.

Entrambi i depuratori recapitano le proprie acque nei tratti costieri limitrofi al territorio comunale di Palermo. Tali zone non sono classificate come particolarmente sensibili secondo la classificazione delle acque costiere operata dalla Regione Sicilia.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Il problema principale nella trattazione della risorsa idrica in termini generali, è l'utilizzazione spesso troppo spinta di risorsa per lo svolgimento delle attività umane. Dai dati esposti si evince che la Città di Palermo ha un valore di consumi pro-capite di acqua che non è tra i più alti della regione; spiccano infatti i consumi elevati di Siracusa, Enna e Ragusa, seguiti da Messina e Palermo come fascia intermedia, e seguiti ancora da Agrigento e Caltanissetta. Palermo, dunque non è la città che consuma più acqua per abitante nella regione Sicilia.

L'ATO di Palermo risulta avere una buona disponibilità di risorse idriche che copre abbondantemente i fabbisogni dei residenti (superato solo da ATO Catania), ma che presenta un notevole deficit per quanto riguarda i fabbisogni totali - evidentemente influenzato dalla presenza di un numero di fluttuanti elevato. Ciò è presumibilmente ascrivibile al ruolo accentratore della provincia di Palermo nelle dinamiche di lavoro, oltre che a considerazioni sui flussi turistici.

Con i dati attualmente a disposizione si registra una situazione non allarmante, ma piuttosto mediocre nel livello di qualità, in quanto la quasi totalità dei corsi d'acqua superficiali - principale fonte idrica utilizzata da Palermo -

non necessita di processi di depurazione e potabilizzazione particolarmente spinti, appartenendo alla categoria intermedia stabilita per legge (A2 – trattamento fisico e chimico normale e disinfezione).

I due depuratori che servono la Città di Palermo sono conformi alle norme di legge per quanto riguarda l'efficienza di abbattimento dei principali inquinanti.

Per quanto riguarda la copertura del servizio di fognatura la città di Palermo presenta una percentuale confrontabile con quella di Messina, ma molto più alta di quella di Catania (54%).

Sul fronte delle pressioni esercitate sulla risorsa, ovvero la sua utilizzazione a fini umani, un discorso particolare

meritano i dati relativi al consumo procapite di acqua per uso domestico. Nonostante per avere un confronto significativo con altre realtà italiane si debba fare riferimento a dati risalenti al 2001 (dati ISTAT) risulta evidente che a Palermo si consuma molta meno acqua che nelle altre città, a parte Bari.

Palermo ha, infatti, valori di consumo significativamente più bassi di città come Napoli, Bologna e Torino. Anche il dato aggiornato al 2004, di cui si dispone per il solo Comune di Palermo conferma le grandezze in gioco.

Le analisi condotte nell'ambito della Relazione ARPA espongono i seguenti dati tabellari;

a) Acque costiere

b) Copertura del servizio depurativo

Tabella 1.6: Stima della percentuale di copertura del servizio depurativo (2007).

Provincia	N. di abitanti residenti (ISTAT 2007)	Stima di Abitanti Equivalenti Serviti da acque reflue urbane in media annua	Valore medio della Percentuale di copertura dichiarata stimata
Agrigento	455.227	307.437	68%
Caltanissetta	272.918	267.293	98%
Catania	1.076.972	374.221	35%
Enna	173.676	90.444	52%
Messina	653.861	827.159	127%
Palermo	1.241.241	702.941	57%
Ragusa	309.280	298.287	96%
Siracusa	398.948	446.630	112%
Trapani	434.738	190.211	44%
TOTALE	5.016.861	3.504.622	70%

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati dell'A.R.R.A. e dell'A.R.T.A., 2008.



c) impianti di depurazione

Tabella 1.7: Caratteristiche degli impianti di depurazione (2007).

	N° Depuratori totali	N° Depuratori in esercizio	N° Depuratori in costruzione o previsti	N° Depuratori non in esercizio o esistenti ma non funzionanti
Agrigento	54	35	6	13
Caltanissetta	32	22	4	6
Catania	41	30	5	6
Enna	36	17	14	5
Messina	151	115	15	21
Palermo	97	75	16	6
Ragusa	20	19	1	0
Siracusa	24	18	4	2
Trapani	49	29	11	9
TOTALE	504	360	76	67

Fonte: Elaborazione ARPA Sicilia su dati dell'A.R.R.A. dell'A.R.T.A., 2008.

3.1.3 Risorse naturali

3.1.4 Fauna flora biodiversità e paesaggio

a)

Il contesto ambientale e paesaggistico in cui si inserisce la Città di Palermo è di grande rilievo e sia nell'area urbana che extraurbana esistono importanti aree naturali, a diversi livelli di integrazione con il tessuto urbanizzato, in alcuni casi importanti bacini di biodiversità.

Per quanto riguarda la presenza di Aree Naturali Protette, nel territorio comunale sono presenti 4 Riserve Naturali Orientate ed una Area Marina Protetta. Su di esse insistono una molteplicità di soggetti gestori, tutti molto attivi.

La superficie complessiva di SIC, pari a 10.271 ettari, rappresenta circa il 9% della analoga superficie provinciale, che vede la presenza di 51 SIC e 12 ZPS.

Aree naturali protette	Superficie (ha)	Ente Gestore
Riserva Naturale Orientata Monte Pellegrino (di cui Parco Storico della Favorita, 135 ettari)	1.050,00	Rangers d'Italia
Riserva Naturale Orientata Capo Gallo	585,83	Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana
Riserva Naturale Integrale Grotta Conza	4,37	CAI – Club Alpino Italiano
Riserva Naturale Orientata Grotta Molara	40,20	Da definire
Area Marina Protetta Capo Gallo – Isola delle Femmine	2.173,00	Area Marina Protetta Capo Gallo - Isola delle Femmine – provv. Capitaneria di porto di Palermo
Totale	3.853,77	

Fonte: MATT

Tab. 64 Siti di Interesse Comunitario nel Comune di Palermo -2005

pSIC	Superficie (ha)
Capo Gallo	545,72
Fondali di Isola delle Femmine – Capo Gallo	965,12
Monte Pellegrino	832,8
Valle del fiume Oreto	155,09
Raffo Rosso, Monte Cuccio, Vallone Sagana	6098,10
Monte Grifone	1674,19
Totale	10.271,00

Fonte: APAT/MATT

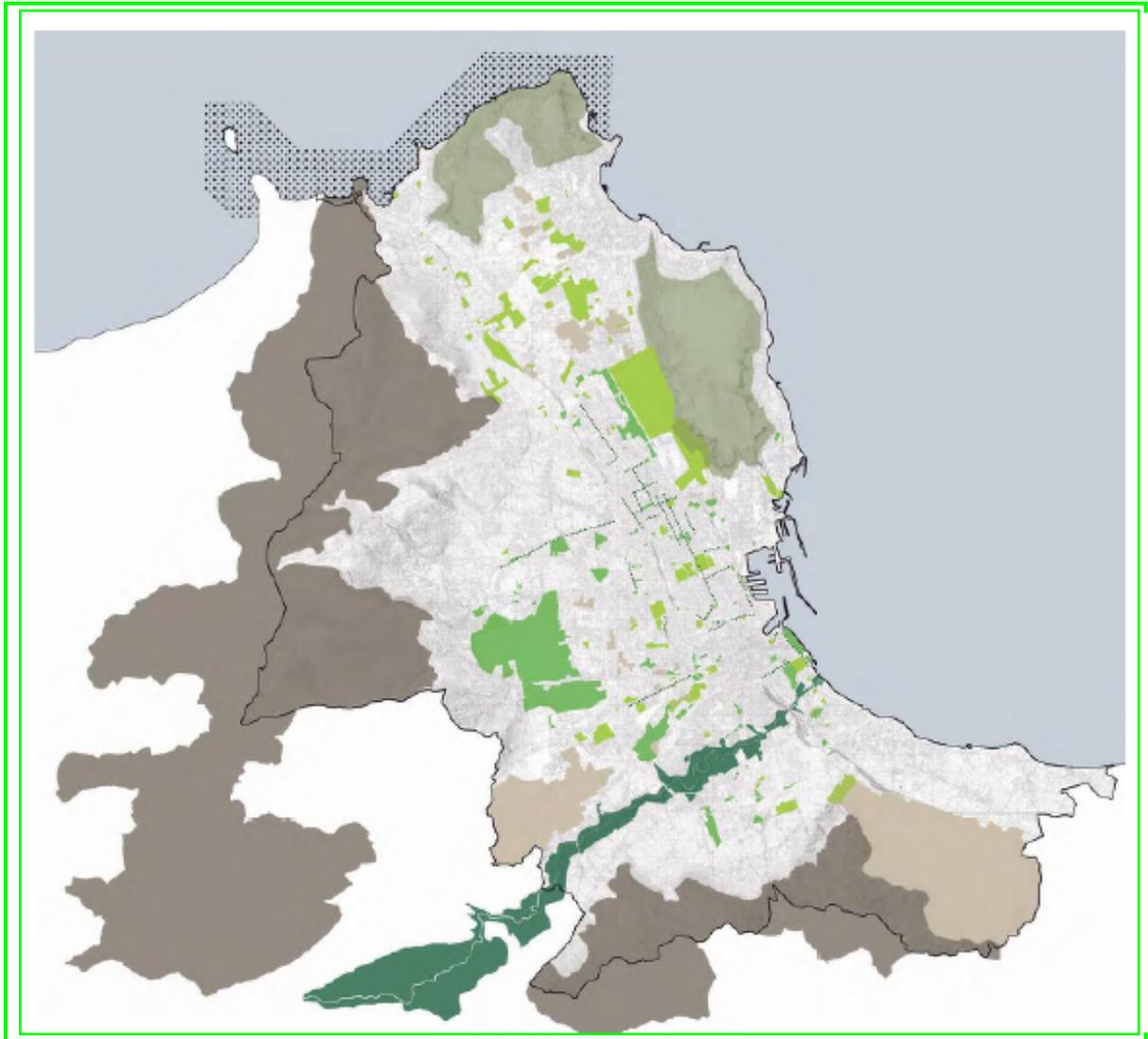


Figura 1 Emergenze ambientali e paesaggistiche

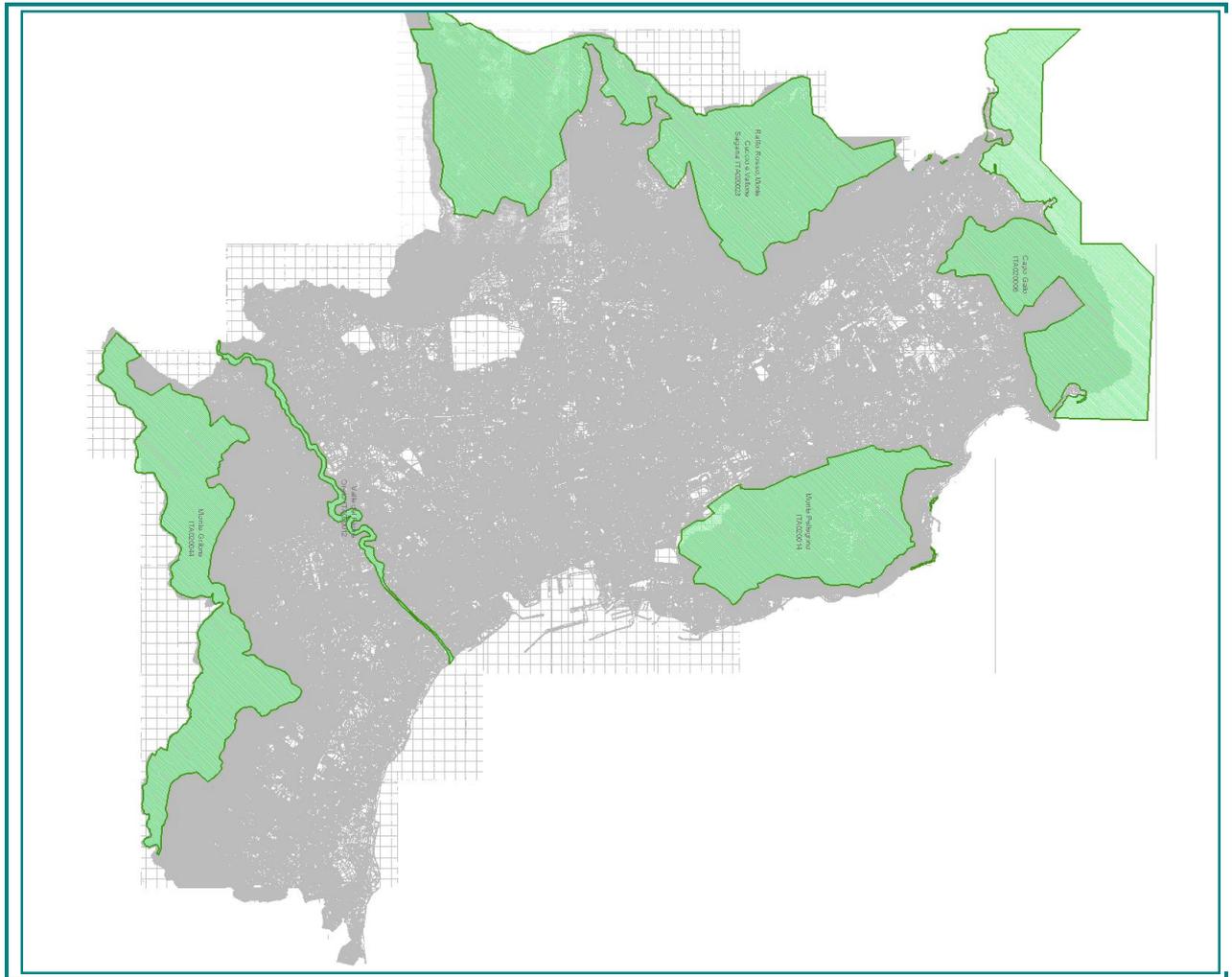


Figura 2 Siti Natura 2000



a) AREE PROTETTE

Riserva Naturale Orientata di Monte Pellegrino

La riserva naturale orientata "Monte Pellegrino", la cui gestione è affidata alla Associazione Nazionale Rangers D'Italia, ospita circa mille specie di piante, a partire da quelle endemiche e circa la metà delle specie isolate di mammiferi, nonché alcune specie di uccelli migratori ed una colonia di rettili. Il Monte Pellegrino, un massiccio carbonatico di età oscillante dal Cretaceo al Paleogene, offre grazie alla sua conformazione a fortezza un ottimo rifugio per la fauna paleontologica isolana, la vegetazione rupestre e le boscaglie di leccio. Si ipotizza che il monte sia stato frequentato sin dall'antichità grazie agli innumerevoli ritrovamenti fatti, come i graffiti paleolitici della Grotta Niscredi, quelli della grotta delle Incisioni e della Grotta dei Bovidi, i resti dei nuclei stanziali risalenti all'eneolitico e numerosi reperti come orci e vasellami oggi custoditi al Museo Archeologico Palermitano. Il nome gli fu dato dai romani, che lo trovarono impervio - "Peregrinus" = ostile -, ed esso interessò anche la tradizione cristiana che risale fino al VII secolo D.C..

Parco Storico della Favorita

Si trova all'interno della riserva Orientata di Monte Pellegrino ed è nato come riserva reale di caccia all'epoca di Ferdinando III Borbone che si rifugiò in queste zone dove creò una sua residenza ed un parco di circa 400 ettari ricavato annesso parte dei feudi vicini e caratterizzato da una struttura viaria costituita da viali alberati alternati con luoghi di sosta, fontane, piazze e obelischi.

L'area instaura un rapporto privilegiato da un lato con il Monte Pellegrino, fondale scenografico di indiscutibile suggestione, e dall'altro con il tessuto edificato, costituendo elemento di forza del sistema urbano del verde e anticipazione del sistema delle ville suburbane della Piana dei Colli.

La copertura vegetale attuale è il risultato di un processo continuo di antropizzazione che ha sostituito quella originaria, verosimilmente caratterizzata in larga misura dalla macchia e dalla foresta mediterranea. L'impianto di colture agrarie, di boschetti ed, in tempi più recenti, di essenze per la riforestazione, ha determinato un quadro paesistico che alterna elementi di valore con effetti banalizzanti.

Tra i siti più affascinanti della riserva ricordiamo la Valle del Porco dove si può ammirare la vegetazione rupestre caratterizzata dal garofano e cavolo rupestri, dall'erba perla e dalla palma nana; la boscaglia di leccio costituita dal leccio stesso, dal lentisco, dal terebinto, dal corbezzolo e dall'alaterno trova la sua massima espressione nel bosco di S. Pantaleo, vicino l'omonimo anfiteatro. La fauna locale è costituita da rapaci come la poiana ed il falco pellegrino, predatori come la volpe, uccelli come il saltimpalo e l'occhiotto.

Area Marina Protetta Capo Gallo – Isola delle Femmine

Monte Gallo è un rilievo carbonatico, formatosi dal Mesozoico (225 milioni di anni fa) all'Eocene medio (54 e 33,7 milioni di anni fa). È una montagna carsica, che presenta numerose manifestazioni erosive superficiali ed endogene e parecchie cavità. Abbiamo la Fossa del Gallo, la Grotta Perciata, la Grotta dei Caprari, quella delle Vitelle, la Grotta Regina e la Grotta Caramula.

Grazie alle condizioni ottimali, al largo, sul fondale sabbioso, si è insediata una prateria di *Posidonia oceanica* e sulla **Secca della Barra** si trova una ricca comunità coralligena che raggiunge i 70 metri di profondità. Sul litorale roccioso, ad una distanza dalla riva sufficiente ad evitare la forza dei flutti, nelle diverse stagioni si osservano cespugli di piante resistenti al vento ed alla salsedine, fra queste sono il finocchio di mare e le diverse specie di *Limonium*. Salendo più in quota subentra una vegetazione cespugliosa di gariga o elementi della macchia mediterranea, caratterizzata da alberi di piccola taglia, arbusti e cespugli forti e resistenti. Qui si trova il leccio che è l'essenza più versatile della vegetazione mediterranea.

La costa rocciosa è orlata dal **trottoir a Vermetus**, costruito da un mollusco gasteropode che vive all'interno di tubi calcarei che salda a quelli degli organismi vicini e che, mantenendosi a pelo d'acqua, formano appunto una sorta di marciapiede (trottoir) vivente: il trottoir a Vermeti è endemico del Mediterraneo e vive solo in quegli ambienti in cui la qualità del mare è elevata. La sua presenza, nonostante l'inquinamento del mare nel Golfo di Palermo, non deve stupire: combinazioni di correnti consentono a questi siti di godere di acque pulitissime ed ossigenate che permettono lo sviluppo di un ecosistema ricco di biodiversità, fra i più interessanti del Mediterraneo centrale.

Salendo in quota troviamo l'habitat ideale dei piccoli uccelli: cince, fringillidi e merlo, occhiocotto, e colombaccio. Troviamo, inoltre, le lucertole e molti piccoli mammiferi tra i quali il topolino domestico e selvatico, il toporagno di Sicilia, ma anche il coniglio selvatico. Di notte, dominano il barbagianni, che si sposta dai suoi nidi su ruderi e pareti rocciose, e l'allocco, che invece vive nelle zone vegetate: entrambi esperti nella cattura di piccoli mammiferi. Qui, nonostante la forte antropizzazione alla base del monte, vive anche la volpe, il più grosso mammifero predatore superstite in Sicilia. Sul Monte Gallo, si possono osservare molte specie di uccelli interessanti in transito nelle stagioni di passo come la cicogna bianca, il falco pecchiaiolo, il coloratissimo gruccione ed il cuculo.

La piccola Isola delle Femmine, localizzata nel Golfo di Carini, è caratterizzata dalla sorprendente varietà di habitat che ha permesso la conservazione di un patrimonio floristico di circa 144 specie. La copertura vegetazionale è prevalentemente a gariga con arbusti di lentisco e barbosia che occupano la parte centrale dell'isola. La vegetazione della fascia costiera comprende piante resistenti alla salsedine tra cui il finestrino delle scogliere e la salicornia. Tra le componenti erbacee spiccano con i loro colori delicati l'asfodelo, il gladiolo dei campi e la speronella. L'Isola delle Femmine offre rifugio ad una colonia di gabbiani reali che risulta tra le più importanti del Mar Tirreno; sull'isola inoltre sostano il cormorano, l'airone cenerino, il martin pescatore e la garzetta.

I fondali che circondano l'Isola delle Femmine presentano diversi organismi legati agli ambienti sabbiosi, come la rara pinna comune (*Pinna nobilis*), imponente mollusco bivalve minacciato di estinzione. Anfratti e pareti rocciose offrono invece dimora a numerosi invertebrati, mentre polpi, nudibranchi, ricci, cavallucci marini e stelle di mare popolano i bassi fondali. Madrepore, attinie e molluschi danno luce con i loro colori anche ai fondali più profondi. Rigogliose gorgonie rosse si dipartono dalle rocce che formano la parete, tra i 35 e i 42 m di profondità, della Secca Palidda, ricca di anfratti e fenditure scelte come dimora da maestose cernie e



timide aragoste. Anche la flora subacquea dell'isola è caratterizzata da elementi di spicco, con oltre cento specie di alghe tra cui la *Cystoseira mediterranea*, la rosa di mare e la coda di pavone. Infine, la presenza di plancton e di correnti marine attira pesci pelagici come le ricciole, i palamiti e i pesci luna. Lungo la fascia costiera si sviluppa il "marciapiede a Vermetidi", molluschi che costruiscono queste peculiari formazioni di alto valore naturalistico ed ambientale, presenti in Italia solo nella Sicilia settentrionale.

Riserva Naturale Integrale di Grotta Conza

La grotta Conza, è stata tutelata come Riserva Naturale Integrale per garantire e trasmettere come valore naturalistico e culturale i suoi tratti geologici, speleogenetici e morfologici. La riserva comprende un territorio di circa quattro ettari suddiviso in una area di riserva integrale riguardante la cavità e dove sono permesse solo le attività scientifiche e alcune visite della grotta attuate previa autorizzazione dell'Ente Gestore, ed un'area di pre-riserva e dove vengono svolte attività silvo-pastorali, gestite in modo da non danneggiare il patrimonio naturale. La grotta, sita nell'omonima contrada alle pendici di Pizzo Manolfo nei pressi dell'abitato di Tommaso Natale, è composta da un unico vasto salone di crollo scavato nel detrito di falda ricementato. L'ingresso si apre in direzione nord est verso la Conca d'Oro ed è circondato da lembi dell'originario paesaggio agrario, con qualche bell'esemplare di ulivo (*Olea oleaster*), carrube (*Ceratonia siliqua*), mandorlo (*Prunus dulcis*) e frassino (*Fraxinus omus*). Al suo interno ospita nel "talus" resti di pasto e di industria litica risalenti al Paleolitico superiore e, per quanto riguarda la fauna, esemplari di volpe (*Vulpes vulpes*), di Istrice (*Hystrix cristata*), alcuni esemplari di chiroteri e di avifauna, tra cui spicca l'alocco (*Strix aluco*). Di grande interesse la fauna invertebrata il cui rappresentante più significativo è il diplopode *Orphanoiulus dinapolii*, endemico di alcune grotte del palermitano.

Riserva Naturale Orientata Grotta della Molara

La zona, costituita dai calcari coralligeni del Trias-Giura (Era Mesozoica), è di notevole interesse per i fenomeni carsici che hanno dato origine a tre grotte in cui si rinvennero fossili dell'estinta fauna quaternaria e testimonianze della presenza di popolazioni umane preistoriche. Ricca di fauna invertebrata endemica, si segnala la presenza dell'artropode araneide *Cerrudia molara*

b) SITI RETE NATURA 2000

Contesto	SITI Natura 2000	Codice	AREA (ha)
Territorio comunale	SIC Raffo Rosso, M. Cuccio e Vallone Sagana	ITA20023	6.089,63
	SIC Monte Grifone	ITA020044	1.648,84
	SIC Monte Pellegrino Valle Fiume Oreto	ITA020014	832,80
	SIC Capo Gallo	ITA020006	546,82
	SIC Isola delle Femmine	ITA020005	13,54

Per la visualizzazione del patrimonio paesaggistico si rimanda alla tavola della proposta di Piano paesaggistico per l'ambito 4, coerente con il PRG vigente e preordinante allo strumento urbanistico.

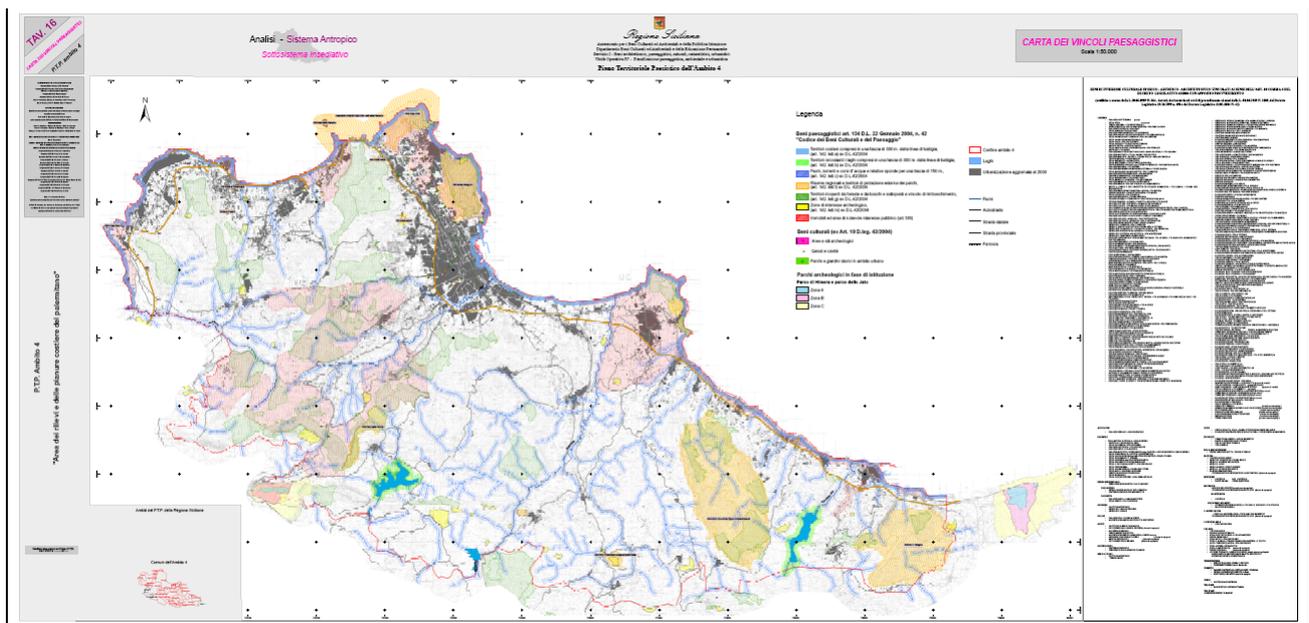


Figura 1 Carta dei Vincoli paesaggistici del territorio comunale

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

3.1.2 *Sottosuolo e suolo* Territorio comunale

Il territorio comunale di Palermo si sviluppa su un'ampia area all'interno della quale è possibile distinguere due ambiti morfologici diversi: la Piana di Palermo, entro cui ricade la porzione più estesa dell'intero territorio comunale (circa 130 Km² su 160), e le pendici rocciose che circondano verso l'interno la Piana.

La Piana di Palermo, all'interno della quale si sviluppa la maggior parte del tessuto urbano cittadino, è costituita da un'ampia area quasi del tutto subpianeggiante (pendenza media 10-15%), che si apre sul mare a forma di mezzaluna, elevantesi dal livello mare fino a qualche centinaio di metri, con un andamento generale NW-SE parallelamente alla costa. Essa trae origine dall'azione morfologica del mare quaternario ed è stata successivamente rimodellata dall'azione meccanica dei corsi d'acqua che la incidevano più o meno profondamente. Il risultato è quello di una pianura dalla morfologia regolare, caratterizzata da superfici subpianeggianti a diversa quota, con dislivelli di qualche metro, raccordate da gradini morfologici ormai piuttosto alterati dalle modificazioni antropiche.

Le pendici montuose, costituenti le estreme propaggini settentrionali del complesso geografico, ancorché geologico e strutturale, noto come i Monti di Palermo, delimitano verso l'interno la Piana e presentano versanti molto ripidi, incisi da valli profonde, strette ed incassate.

Per quanto riguarda le caratteristiche climatiche, la piovosità nel territorio di Palermo presenta l'andamento tipico di un regime pluviometrico marittimo con valori massimi nel semestre autunno-inverno e minimi nel semestre primavera-estate.

Nel periodo dicembre 2002 – novembre 2003 sono caduti circa 698,9 mm di pioggia.

Il clima di Palermo, pur presentando caratteristiche di mitezza tipiche delle aree mediterranee, mostra alcuni caratteri peculiari riconducibili alla prossimità del mare ed all'azione mitigatrice dei venti. In particolare le escursioni termiche giornaliere e mensili sono più modeste rispetto a quelle tipiche di altre zone del Bacino del Mediterraneo.

Sempre per lo stesso anno meteorologico (2002 – 2003) il mese più freddo è risultato febbraio, con una temperatura minima media di 7,5°C, mentre il mese più caldo è risultato agosto con 33°C di temperatura massima media.

Il territorio comunale di Palermo si inquadra nel contesto geologico generale dei Monti di Palermo. Questi ultimi costituiscono una porzione occidentale dell'elemento "esterno" della Catena Maghrebide Siciliana e sono costituiti, a loro volta, da una serie di unità tettoniche derivanti da una fase deformativa compressionale che ne ha determinato la sovrapposizione reciproca. Tale tettonica (iniziata nel Terziario sup. e che continua ancora oggi) è stata intervallata e seguita da episodi estensionali che hanno prodotto deformazioni duttili e fragili, queste ultime espresse da una complicata griglia di sistemi di faglia a diversa orientazione.

Le unità tettoniche (Unità Stratigrafico-Strutturali) che caratterizzano questo settore dell'Orogene sono costituite da successioni carbonatiche e carbonatico-terrigene di età mesozoico-terziaria, derivanti dalla deformazione dei paleodomini Panormide e Imerese; le Unità Panormidi sono sovrapposte tettonicamente su quelle Imeresi, con un contatto di primo ordine, che si imposta

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

generalmente in corrispondenza delle coperture argillo-marnosoquarzarenitiche terziarie appartenenti alla Formazione del Flysch Numidico.

A seguito della tettonica recente, gli originari contatti geometrici tra gli ammassi rocciosi, che costituiscono l'ossatura dei Monti di Palermo, sono stati ripresi ed ulteriormente dislocati. In corrispondenza della Piana di Palermo, che si imposta su una depressione morfostrutturale, questo complicato assetto geologico-strutturale è mascherato dalla presenza di coperture quaternarie, costituite di calcareniti e/o argille sabbiose e sabbie con spessori variabili.

I terreni più antichi sono rappresentati da litotipi carbonatici di età mesozoica che, oltre a costituire i rilievi che circondano la Piana, sono rinvenibili nel sottosuolo al di sotto di più o meno spesse coperture calcarenitiche (località: Zen e Villaverde e zone pedemontane); queste lungo il perimetro della Piana sormontano la formazione terziaria argillomarnoso-quarzarenitica del Flysch Numidico, nota localmente come "Ginolfo". Il Flysch Numidico in genere costituisce il bedrock dei depositi quaternari, caratterizzato da una morfologia abbastanza irregolare con gradini di origine tettonica variamente distribuiti; esso, pertanto, si rinviene a quote assai variabili, anche nell'ambito di zone ristrette, sino ad affiorare (zona Borgonuovo, Luparello, Margifaraci).

Dai dati di sottosuolo e di superficie noti, la Piana risulta separata in due settori da una cresta carbonatica sotterranea, oggi interpretabile in superficie sulla base della presenza di uno spartiacque superficiale; tale struttura collega M. Pellegrino con M. Castellaccio secondo un allineamento Est-Ovest passante per le borgate Resuttana e Colli-S. Lorenzo.

Nella Piana di Palermo, infine, i terreni quaternari sono localmente ricoperti da depositi recenti ed attuali di origine continentale. La morfologia della Piana di Palermo, caratterizzata da una generale regolarità, con valori di pendenza dell'ordine dei 10-15°, rappresenta il risultato sia dell'azione del mare quaternario che di quella dei corsi d'acqua che la incidevano più o meno profondamente.

L'elemento morfologico dominante della rete idrografica, sia antica che attuale, è rappresentato dalle antiche vallate dei Fiumi Kemonia e Papireto, ricolmate in tempi storici, che hanno lasciato tracce morfologiche nel vecchio tessuto urbano di Palermo, e dalla attuale valle del Fiume Oreto. Il corso d'acqua attuale più importante è, dunque, il Fiume Oreto, che, dalle pendici dei monti posti tra Monreale e Altofonte, attraversa la Piana di Palermo, solcando con direzione SW-NE la periferia meridionale della città. Nel tratto terminale urbano il Fiume scorreva divagando nella Piana di Palermo. Testimonianze di queste passate divagazioni si rilevano dove il corso d'acqua presentava, prima della canalizzazione, andamento sinuoso e a tratti meandriforme. Successivamente, a seguito delle continue e frequenti esondazioni, il Fiume Oreto ha subito successive modificazioni artificiali consistenti sostanzialmente nella canalizzazione, con esclusione del Ponte Ammiraglio, e nella colmata con materiali di risulta delle anse abbandonate.

Ancora una serie di canali attraversano la Piana, tra i più importanti dei quali il Canale Passo di Rigano, rinterrato in epoca recente; questo, dalle pendici di S. Martino delle Scale, attraversa le borgate di Boccadifalco, Passo di Rigano, Uditoro e, più a valle, attraversa la parte nord della città, per scaricare direttamente al di fuori del Molo Nord del Porto, dopo avere attraversato Piazza Ucciardone. Altro canale importante che attraversa la Piana di Palermo è il canale Boccadifalco, costruito dopo l'alluvione del Febbraio 1931 a protezione della città, il quale scarica le acque del Vallone Paradiso e del Vadduneddu direttamente nell'Oreto, all'altezza del Ponte Corleone. Altri canali minori sono per lo più concentrati all'estremità sud-orientale nella zona di Acqua dei Corsari.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Un altro elemento geomorfologico importante per la Piana di Palermo consiste nella diffusa presenza di cavità naturali ed artificiali nel sottosuolo. L'origine di tali cavità può essere di varia natura, in alcuni casi si tratta di cavità di origine naturale, a sviluppo lenticolare (zona di Corso Tukory); in altri casi (nei pressi di S. Lorenzo - zona di Villa Malatacca) si tratta di cavità di origine carsica. Parallelamente esiste anche un intricato sistema di cavità e canali sotterranei di origine antropica realizzati in epoche storiche diverse con scopi differenti.

Sempre ai fini di un inquadramento generale si ricorda che il territorio di Palermo, come l'intera Sicilia, è soggetta a rischio sismico. In base alla riclassificazione sismica di cui al DPCM dell'8 maggio 2003 il territorio del Comune di Palermo risulta classificato in seconda categoria sismica.

Dal punto di vista dell'uso del suolo e della sua potenzialità e vulnerabilità, la Relazione del P.R.G. in adeguamento al Decreto di approvazione, evidenzia quanto segue:

“VINCOLI GRAVANTI SUL TERRITORIO

Riserve, vincoli di tutela e fasce di rispetto

Nel decreto si prescrive che i vincoli gravanti sul territorio vengano riportati nelle tavole di zonizzazione e non solamente nelle tavole di analisi.

Sono stati pertanto riportati nelle tavole, di zonizzazione, (tav. P2a) i vincoli urbanistici previsti per Legge ed elencati nel decreto, ad eccezione dei vincoli attualmente superati o soppressi da nuove disposizioni di Legge.

In tal senso devono considerarsi soppressi una parte dei vincoli riportati negli elaborati serie “A” e “B” in scala 1:10.000 dei Piani adottato con DCC n. 45/97, e precisamente:

- Vincolo di inedificabilità assoluta nella fascia dei 150 mt. dalla battigia L.R. n. 78/76;
- Vincolo ambientale nella fascia dei 300 mt. dalla battigia L. 431/85;
- Fascia di rispetto dei boschi (Delibera del Commissario Straordinario n. 112/93 e L.R. 15/91);
- Vincolo Panoramico (L. n. 1497/39);
- Vincolo Paesaggistico (L. n. 431/85)

Sono stati invece riportati i seguenti vincoli:

a) Aree Boscate Naturali ed Artificiali con le relative Fascie di Rispetto, redatto ai sensi delle LL.RR. 16/96 e 13/99, secondo lo Studio Agricolo Forestale approvato con DCC n. 35 del 02/03/2000 ed adeguato agli ultimi riferimenti legislativi DP 28/06/2000 e L.R. 06/01;

b) Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D.L. n. 3367 del 30/12/23, secondo le planimetrie aerofotogrammetriche in scala 1:10.000 dell'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste trasmesse al Settore Urbanistica. Va tenuto presente che per alcune zone sono state trasmesse, anche, i particolari catastali che evidentemente hanno prevalenza sull'individuazione aerofotogrammetrica riportata sulle tavole di PRG;

c) Vincolo di inedificabilità assoluta nelle fasce di rispetto dei 150 mt. dalla battigia di cui all'Art. 2 comma 3 della L.R. n. 15 del 30/04/91, individuato mediante una linea continua parallela alla linea di costa;

d) Vincolo Paesaggistico di cui al testo unico del D.L. n. 490 del 29/10/99 Art. 146 (ex Legge 431/85) e Art. 139 (ex Legge 1497/39), fornito dalla Soprintendenza BB. CC. AA. a seguito della nota del Settore Urbanistica prot. n. 4642/15 del 05/12/02;

e) Perimetrazione delle Riserve Naturali Orientate della Città ai sensi della L.R. 14/88, secondo le delimitazioni fornite dai decreti di istituzione delle riserve stesse e precisamente:

- Monte Pellegrino istituita con D.A. n. 610 del 06/10/95,
- Monte Gallo istituita con D.A. n. 438 del 21/06/01,
- Grotta Conza istituita con D.A. n. 529 del 11/08/95,



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

- Grotta Molara individuata con D.A. n. 970 del 10/06/91 (vige il regime di salvaguardia);
- f) Fascia di rispetto Cimiteriale e del Depuratore, rispettivamente ai sensi della Legge n. 983 del 17/10/57 Art. 1 e Legge Regionale n. 27 del 15/05/86 Art. 46. Conformemente a quanto previsto dai suddetti riferimenti legislativi è stata riportata, per entrambi gli impianti esistenti, una fascia di rispetto di 100 mt. dai confini esistenti e/o di previsione. Per l'impianto cimiteriale di previsione a confine del Comune di Villabate la fascia di rispetto è pari a mt. 200;
- g) Vincolo Aeroportuale ai sensi della Legge n. 58 del 04/02/63 Artt. 714 e 715/Bis, secondo le planimetrie dell'Aeronautica Militare trasmesse al Settore Urbanistica;
- h) Demanio Civico Universale di Monte Pellegrino e sue falde, secondo la delimitazione fornita dal Settore Affari Legali con nota prot. n. 1856 del 02/09/86;
- i) Aree d'Interesse Archeologico ai sensi della Legge 1089/39. Sono state aggiunte alle aree di interesse archeologico riportate nel piano adottato con DCC n. 45/97, le sottoelencate fornite dalla Soprintendenza BB.CC.AA. con nota prot. n. 1732 del 09/04/02:
 - Area compresa tra la Via Cappuccini e Corso Pisani – Necropoli Punica,
 - Area della Fossa della Garofala e del Torrente Cannizzo – Tombe Preistoriche a Grotticella,
 - Comprensorio e falde di Monte Pellegrino comprese le zone dell'Arenella e Vergine Maria;
 - Piazza Leoni – Tomba dell'Eneolitico Medio;
 - Piazza Edison – Pozzo e Galleria di età Punica;
 - Via Papa D'Amico – Tombe Preistoriche;
 - Piazza Giachery in zona Sampolo – Tombe Preistoriche;
 - Via Archirafi – Tombe a Inumazione;
 - Zona di S. Erasmo – Edifici di Età Romana;
 - Area circostante il Palazzo della Zisa interessata dalle pertinenze Normanne dell'edificio;
- j) Vincoli Archeologici ex Legge 1089/39. Oltre agli immobili vincolati alla medesima Legge 1089/39 già riportati nel piano adottato con DCC n. 45/97, sono stati inseriti i sottoelencati immobili, secondo le planimetrie fornite dai relativi decreti di vincolo:
 - Piana dei Colli – Qanat di Villa Scalea (1) – Decreto n.- 7606 del 09/09/96;
 - Piana dei Colli – Qanat di Via Castelforte – Decreto n.- 7605 del 09/09/96;
 - Piana dei Colli – Qanat di Villa Scalea (2) – Decreto n.- 7653 del 13/09/96;
 - Qanat di Corso Calatafimi– Decreto n.- 7600 del 09/09/96;
 - Piana dei Colli – Qanat di Tommaso Natale – Decreto n.- 7603 del 09/09/96;
 - Qanat di Via Micciulla (Altarello di Baida) – Decreto n.- 7602 del 09/09/96;
 - Qanat di Villa Raffo – Decreto n.- 7601 del 09/09/96;
 - Qanat di Via Pitrè–Cappuccini - Decreto n.- 5564 del 07/04/94;
- k) Regie Trazzere, secondo l'individuazione riportata nel quadro d'insieme dei fogli di mappa catastali in scala 1:30.000 fornita dall'Ufficio Speciale per le Trazzere con nota n. 1473 del 26/03/02. Per alcune regie trazzere sono state fornite i particolari su fogli di mappa catastali che sono stati riportati negli elaborati di piano;
- l) Siti di Importanza Comunitaria di cui al DPR n. 356 del 08/09/97, trasmessi dall'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente con nota prot. n. 75 del 16/05/02 e specificatamente:
 - Capo Gallo;
 - Valle del fiume Oreto;
 - Monte Pellegrino;
 - Raffo Rosso, monte Cuccio e Vallone Sagona;



- Monte Grifone;

m) Siti Fossiliferi e Siti di Interesse Speleologico e/o Paleontologico di cui alla L.R. n. 77/80, trasmessi dalla Soprintendenza BB.CC.AA. con nota prot. n. 4346 del 22/05/02 e specificatamente:

Siti Fossiliferi di Interesse Paleontologico:

- Sferracavallo (Invertebrati – Calcareniti del Pleistocene superiore Tirreniano);
- Tommaso Natale (Invertebrati – Calcareniti del Pleistocene medio);
- Cozzo di Lupo (Invertebrati – Calcari del Trias);
- Bellolampo (Invertebrati – Calcari del Trias);
- Bellolampo (Invertebrati – Calcari del Giuras);
- Monte Billiemi (Invertebrati – Calcari del Trias);
- Monte Billiemi (Invertebrati – Calcari del Giuras);
- Luparello – Baida (Vertebrati – Calcareniti del Pleistocene medio - superiore);
- Boccadifalco (Invertebrati – Calcari del Trias);
- Fiume Oreto (Invertebrati – Sabbie e Calcareniti del Pleistocene inferiore);
- Monte Grifone (Invertebrati – Calcari del Trias);
- Maredolce (Invertebrati – Sabbie del Pleistocene inferiore);
- Acqua dei Corsari (Vertebrati – Deposito di travertino);
- Valle del Fico (Invertebrati – Calcari del Trias);

Singolarità Geologiche di Interesse Speleologico e/o Paleontologico:

- Località Rocca Rossa – Grotticina;
- Località Rocca Rossa – Grotta della Scala;
- Località Rocca Rossa – Grotta dei Porci;
- Località Rocca Rossa – Grotta;
- Località Rocca Rossa – Grotta delle Colonnine;
- Località Pizzo Manolfo – Grotta di Pizzo Manolfo;
- Località Vallone Guggino – Grotta Vallone Guggino;
- Località S. Lorenzo colli – Grotta dello Zubbio;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Grotta dei Porci;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Grotta Tedesco;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Fessura;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Grotticina;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Grotta Benfratelli;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Grotta Parisi;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Grotta del Feudo di Mezzo;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Grotta degli Spiriti;
- Località Pietrazzi, Malatacca, Benfratelli – Grotta dei Pietrazzi;
- Località Montagnola S. Rosalia – Grotta della Sorgente;
- Località Montagnola S. Rosalia – Grotta dell'Olivella;
- Località Montagnola S. Rosalia – Grotta di S. Rosalia;
- Località Montagnola S. Rosalia – Grotticina;
- Località Montagnola S. Rosalia – Grotta dei Porci;
- Località Montagnola S. Rosalia – Grotticina;
- Località Baida C/da Quattro Arie – Grotta Salerno I;



- Località Baida C/da Quattro Arie – Grotta Salerno II;
 - Località Baida C/da Quattro Arie – Grotta Luparello;
 - Località Baida C/da Quattro Arie – Grotta della Stazione;
 - Località Baida C/da Quattro Arie – Grotta dell’Aria;
 - Località Baida C/da Quattro Arie – Grotta della Quattro Arie;
 - Località Baida C/da Quattro Arie – Grotta Marasà;
 - S. Ciro – Maredolce – Grotta di S. Ciro;
- n) Cave Attive – Sono state riportate le delimitazioni (piano di coltivazione e fascia di rispetto) delle sottoelencate cave attive in Zona Omogenea “E2”, autorizzate con provvedimento del Corpo Regionale delle Miniere, ad eccezione della cava Billiemi Bellolampo della Generale impianti S.p.A. destinata a Zona Omogenea “D1”:
- Borsellino (ICM di Bordonaro S.a.s.) autorizzata con provvedimento registrato al n. 16/90-73 PA del 21/06/90;
 - Celona (Oliveri C.) autorizzata con provvedimento registrato al n. 09/86-19 PA del 16/06/86;
 - Petrazzi (Gestione Aziende Impianti S.r.l.) autorizzata con provvedimento registrato al n. 06/92-87 PA del 09/06/92;
 - Piano Badami (General Impianti S.p.A.) autorizzata con provvedimento registrato al n. 25/89-61 PA del 02/11/89;
 - Serafinello (Sesa S.r.l.) autorizzata con provvedimento registrato al n. 16/89-57 PA del 29/06/89;
 - Italcementi (Pian dell’Aia) autorizzata con D.A. n. 1340 Gr. IV/118 del 24/03/98.

Vincoli di natura geologica e idrogeologica

Secondo quanto prescritto dal decreto è stata revisionata la rappresentazione, nelle tavole di piano, del regime vincolistico di natura geologica e idrogeologica e delle relative aree di rischio. Tale revisione, condotta come di seguito descritto, riguarda, specificatamente, i seguenti vincoli:

- Pozzi di acqua potabile e relativa fascia di rispetto – le aree di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile riportate sugli elaborati adottati, sono stati integralmente revisionati in quanto aventi, generalmente, un raggio minimo leggermente inferiore ai 200 m cautelativamente imposti dal Genio Civile.
- Aree di cui al D.A.R.T.A. n. 298/41 del 4/7/2000 “Piano per l’assetto idrogeologico straordinario” – In questo caso si sono riscontrate notevoli difformità nel definire l’esatta corrispondenza delle aree a rischio “ai documenti tecnici che li hanno generati, ed alle fonti documentarie che li hanno attivati”. Le difficoltà incontrate appaiono insite nel passaggio di scala (da 1:50.000 a 1:5.000), di per sé foriero di inevitabili errori di grafici, e nella differenza tra i supporti cartografici adottati. Per limitare tali inconvenienti si è ritenuto opportuno riferirsi ad una carta realizzata in seno all’Ufficio, ottenuta mediante una difficoltosa georeferenziazione della “Carta del Rischio idrogeologico”, sulla base dei riferimenti cartografici che apparivano maggiormente correlabili e definiti sia dal punto di vista grafico che cartografico. Generalmente traslate rispetto alla corretta ubicazione, le aree a rischio sono risultate, in rari casi, confuse con aree con dissesti idrogeologici e, per tale motivo, riclassificate. Come previsto dal D.D.G. 226 del 14/05/02 sono state eliminate le aree a rischio idrogeologico contraddistinte, nelle planimetrie ad esso allegate, con i nn. 21, 22, 23, 25, 26 e 27.
- Corsi d’acqua e relativa fascia di rispetto – I corsi d’acqua riportati sugli elaborati adottati con delibera Commissariale n. 470/2001, sono stati posizionati sulla base di un’attenta analisi della cartografia disponibile e, a luoghi, definiti mediante sopralluoghi appositamente mirati. Per quanto concerne i corsi d’acqua interrati, si è cercato, ove possibile, di riscontrare, lungo i tracciati indicati nelle precedenti tavole di piano, la presenza di caditoie e/o tombini che ne confermassero la presenza. In assenza di tali



riscontri si è ritenuto opportuno confermare il percorso precedentemente delineato. A seguito della revisione condotta, le fasce (50m) di inedificabilità apposte nell'intorno delle opere di intercettazione delle acque meteoriche sono state completamente ridisegnate.

- Aree di pericolosità individuate e perimetrale nella "Carta delle Pericolosità geologiche-bis" dello studio geologico a supporto della variante generale redatto dal consulente dott. P. Todaro. – In generale è stata riscontrata una diffusa traslazione delle aree interessate da tali pericolosità e, in qualche caso, l'attribuzione, puntualmente corretta, ad un tematismo diverso da quello indicato nel documento tecnico originario. Le aree di pericolosità sottoposte a revisione e a integrale ripermimetrazione sono quelle che non danno luogo ad interdizione all'uso edificatorio e/o urbanistico. Per quanto riguarda la delimitazione di quest'ultime, infatti, esse non discendono dall'apposizione diretta, tout court, di una fascia di interdizione (100 o 200 metri, a seconda dei casi) a partire dalla "pericolosità" individuata nella predetta Carta; appaiono piuttosto tenere conto di considerazioni, probabilmente morfologiche, di cui non è dato sapere con certezza. In assenza di tali riscontri si è ritenuto opportuno confermare la perimetrazione precedentemente tracciata.

In aggiunta a quanto fatto nelle precedenti tavole di piano, sono state riportate le faglie e le discontinuità tettoniche indicate nello studio geologico del dott. Todaro, con le relative fasce di inedificabilità.

In ottemperanza alle prescrizioni del decreto è inserito nell'art.3 delle N.T.A il comma 3 riguardo la disciplina delle aree interdette all'uso edificatorio in ragione dei vincoli di natura geologica ed idrogeologica: *(tali aree) si intendono stralciate, e quindi disciplinate ai sensi dell'art.1 comma 1° della L.R. n° 65/81, con l'obbligo di pianificazione non appena perfezionata la revisione e la eventuale riclassificazione dei rischi. La pianificazione delle aree così stralciate dovrà partire dalle previsioni urbanistiche adottate dal Consiglio Comunale con delibera n° 45/97 adeguate alle prescrizioni dei D.Dir 124/CRU/02 e 558/02 di approvazione dei Piani, e visualizzate nelle tavole A5.*"

Idrologia - Contesto e condizioni di progetto.

La nota tecnica integrativa presentata per effetto di modifiche progettuali conseguenti alle "Osservazioni degli Enti", ha per oggetto la valutazione dell'interferenza della falda idrica esistente con la fermata Borsa della metropolitana automatica leggera della città di Palermo – Prima linea – tratta funzionale Oreto / Notarbartolo.

Viene effettuata la valutazione dell'interferenza tra la falda idrica, e la fermata Borsa da realizzarsi nella tratta in argomento. L'analisi verrà effettuata in corrispondenza del manufatto che costituisce la fermata in parola, verrà, inoltre, analizzata la perturbazione dovuta alle sole canne delle gallerie sempre nel tratto immediatamente adiacente.

La valutazione degli effetti della interferenza tra il manufatto in progetto e la falda è stata effettuata con l'ausilio del codice di calcolo VS2DI (modello computazionale alle differenze finite dell'US Geological Survey).

Per quanto attiene in particolare alla stazione Borsa si rileva quanto segue.

La stazione si sviluppa in sotterraneo su più livelli, raggiungendo una profondità massima di circa 21 m ed occupando la gran parte dell'omonima piazza.

Nell'area di impronta dell'opera si rinvencono fino a fondo scavo, al di sotto di materiali di riporto, limi organici molli LO e sabbie limose poco addensate SL (v. sondaggi S1B36, S1B37, S2-73, S2-

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

74, S274bis), che costituiscono il paleo-alveo dei fiumi Kemonia e Papireto in prossimità della vecchia foce.

Il riporto R ha uno spessore è di $2 \div 3$ m e solo localmente raggiunge una profondità di 7 m (v. sondaggio S2-73). In considerazione della natura e della composizione granulometrica dei termini R, LO e SL, spesso non risulta chiaramente identificabile il passaggio tra il riporto ed i sottostanti terreni.

I terreni LO e SL presentano un contenuto naturale d'acqua molto elevato, talora prossimo al limite di liquidità e caratteristiche meccaniche mediocri; sono inoltre caratterizzati da elevata compressibilità. Contengono laterizi, sostanza organica, torba, residui vegetali e filamenti di alghe. Alla profondità di $21 \div 24$ m si rinvencono livelli di limo riccamente fossilifero. Spesso si hanno passaggi continui tra i due termini LO e SL. Nella parte sotto stante si rilevano strati di termini afferenti al complesso calcarenitico (Sc – CL).

In considerazione della presenza dei paleo-alvei, la falda è prossima al piano di campagna. Le misure piezometriche hanno infatti evidenziato che la linea libera si rinviene ad una profondità di $1,7 \div 1,9$ m lungo i lati SW e NW della piazza (paralleli, rispettivamente, a Via Roma ed a Corso Vittorio Emanuele), mentre in corrispondenza del vertice SE si approfondisce fino a circa 2,5 m. Durante il periodo di osservazione le escursioni del pelo libero sono state limitate a qualche cm.

Allo scopo di modellizzare gli effetti dell'opera in progetto sulla falda esistente è stato utilizzato il pacchetto software VS2DI.

Questo, è un codice di calcolo per la simulazione del moto di fluidi e trasporto di energia in mezzi porosi variamente saturi.

Il pacchetto software è costituito da tre componenti:

- VS2DTI, per la simulazione del trasporto e dinamica dei flussi.
- VS2DHI, per la simulazione del moto dei fluidi e di energia (calore).
- Un postprocessore per la visualizzazione dei risultati salvati dalla simulazione precedentemente eseguita.

Per valutare l'impatto dell'opera sul regime idrogeologico, sulla sezione analizzata è stata simulata la situazione ante operam e ad opera realizzata.

Risultati:

Sezione in corrispondenza del manufatto di stazione

Dall'analisi delle simulazioni ante e post operam nella sezione di interesse si evidenzia un modesto innalzamento della falda a monte dell'opera per un massimo di circa 25cm ed un relativo abbassamento a valle di circa 25cm. Nella simulazione post operam si è tenuto conto anche della presenza dei diaframmi in cemento armato che consentono la realizzazione dell'opera (profondità di circa 40m dal piano di campagna).

La variazione di portata nell'acquifero tra la situazione attuale e quella in presenza dell'opera sotterranea è stata valutata dal modello numerico in una riduzione di 1.56×10^{-6} mc/s.

Sezione in adiacenza al manufatto di stazione

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Allo scopo di valutare l'effetto dell'opera anche nelle parti immediatamente adiacenti al manufatto di stazione vero e proprio è stata effettuata un'apposita simulazione considerando come ostacolo solamente le due canne di galleria. Dal confronto delle simulazioni ante e post operam nella sezione di interesse si evidenzia un modestissimo innalzamento della falda a monte dell'opera per un massimo di circa 4cm ed un relativo abbassamento a valle di circa 3cm.

La variazione di portata nell'acquifero tra la situazione attuale e quella in presenza dell'opera sotterranea si è rivelata veramente modesta ed è stata valutata dal modello numerico in una riduzione di 9.27×10^{-9} mc/s.

Indagini e valutazioni sulla geologia superficiale e profonda del contesto di progetto e in riferimento alle azioni progettuali indotte

Sotto il profilo idrogeologico il complesso calcarenitico-sabbioso rappresenta un acquifero di una certa consistenza a permeabilità medio-alta per porosità e fessurazione. Esso è sede di una falda idrica il cui livello piezometrico è ubicato a profondità comprese tra un paio di metri ed oltre 10 dal p.c., per cui lo scavo della galleria, per tutto il tracciato, sarà sottofalda.

Sotto il profilo geomorfologico il territorio attraversato dall'opera si configura come una piana densamente urbanizzata. I processi dinamici, in atto che possano interferire con l'opera in progetto, sono connessi a fenomeni di allagamento in seguito a piogge intense, nonché alla presenza di cavità ipogee interessate da un lento e progressivo processo di degrado interno.

Di seguito si illustrano nel dettaglio le caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche del tracciato, suddividendo il medesimo, per maggiore chiarezza nella presentazione, in tratte minori con caratteristiche geologico-strutturali omogenee.

Tratta compresa tra le progr -500+000-0+000 (Zona Deposito-Stazione Svincolo Oreto)

Nella tratta in oggetto è compresa la rampa di accesso che dal piazzale del deposito immette in galleria; essa si sviluppa a cielo aperto per i primi 160 m ed in galleria artificiale per la restante parte.

In questa tratta è stato eseguito il sondaggio S1B18 il quale ha evidenziato, al di sotto di una copertura di terreni di riporto R e limi rossi residuali LR, di spessore all'incirca pari a 2m, la presenza di calcarenite alterata e sfaticcia in frammenti CLa per uno spessore di circa 2 m e poi la presenza delle sabbie calcarenitiche SC, giallastre, limose, con subordinati sottili livelli calcarenitici, fino a profondità di m 7.00 dal p.c. Al di sotto si passa alle sabbie fini limose giallastre fossilifere Sa, presenti fino a profondità dell'ordine dei 14 m dal p.c. con intercalazioni di limo giallastro LSa di spessore metrico e, al di sotto ancora, alle sabbie limose grigie fossilifere S con intercalati livelli di limo grigio LS.

Lo scavo della rampa interesserà, pertanto, sabbie calcarenitiche SC nei primi 100 m circa, quindi sabbie limose S ed Sa per la restante parte del suo sviluppo.

La falda idrica ha sede nelle sabbie calcarenitiche SC e si localizza a profondità variabili tra 2 e 6 m dal p.c., per cui la rampa verrà realizzata sottofalda. Le sottostanti sabbie limose Sa ed S costituiscono un impermeabile relativo e fungono da limite di permeabilità per la falda soprastante nei terreni SC; esse, in ogni caso, possono contenere falde idriche sospese a carattere locale nelle sequenze più francamente sabbiose.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Tratta compresa tra le progr 0+000-1+300 (Stazione Svincolo Oreto-Fiume Oreto) Nella tratta in oggetto sono comprese la Stazione Svincolo Oreto, dalla quale prendono avvio le due gallerie affiancate, e la Stazione Oreto Sud.

Nella tratta in oggetto sono stati eseguiti i sondaggi S1A1, S1A7, S1B21, S1B23, S258, S259.

Tali indagini hanno evidenziato la presenza continua di terreni di riporto R con spessori variabili tra 1 e 4 m circa e, al di sotto, la presenza di lembi discontinui di limi rossi residuali LR fino a profondità di 2-3 m dal piano stradale. Al di sotto dei terreni di copertura R e LR si sviluppano i terreni della litofacies calcarenitico-sabbiosa LCS, il cui spessore tende ad aumentare progressivamente in direzione del F. Oreto, per cui si rinvencono fino a profondità variabili comprese fra 5-6 m in zona Stazione Svincolo Oreto e 25-30 m in prossimità del F.

Oreto. All'interno di questa litofacies si hanno alternanze irregolari di sequenze calcarenitiche CL e sabbioso-calcarenitiche SC a giacitura suborizzontale e di spessore da 1 a diversi metri.

I vari livelli SC e CL hanno giacitura lenticolare con una distribuzione areale piuttosto discontinua e passaggi laterali a pinch-out o interdigitati e si susseguono in maniera del tutto casuale in senso verticale. Nella sequenza possono rinvenirsi, inoltre, a varie altezze, lenti sottili e di modesta estensione di calcareniti vacuolari CV o nodulari CN. I terreni CL ed SC passano al di sotto alle sabbie fini limose grigie S, che possono presentare più o meno frequenti livelli di limo sabbioso grigio LS.

Le due gallerie si localizzano in prossimità del passaggio litologico tra le sabbie e calcareniti SC e CL e le sottostanti sabbie grigie S o poco al di sotto, per cui possono riscontrarsi tratti di gallerie il cui scavo interesserà sabbie limose S e limi sabbiosi LS di colore grigio riccamente fossiliferi e tratti in cui il passaggio si localizza all'interno del cavo, per cui possono riscontrarsi sabbie calcarenitiche SC o calcareniti CL in calotta e sabbie limose grigie S nella metà inferiore del cavo.

La falda idrica contenuta nell'acquifero calcarenitico-sabbioso presenta una superficie piezometrica ad andamento regolare modellato all'incirca sulla morfologia del contatto con le sottostanti sabbie limose S. Le profondità della superficie piezometrica sono comprese all'incirca tra 6 e 15 m dal p.c. ed, in ogni caso, tali che le gallerie saranno realizzate sottofalda.

Tratta tra le prog 1+300-1+530 (Attraversamento Fiume Oreto)

Nella tratta in oggetto, nella quale si ha l'attraversamento del Fiume Oreto con le due gallerie affiancate, sono stati eseguiti i sondaggi S260, S264 ed S1B25, S128. Tali sondaggi hanno evidenziato la presenza di terreni di riporto R con spessori compresi tra 1-2 m ed oltre 10 m.

Al di sotto sono presenti i depositi alluvionali antichi e recenti del Fiume Oreto, caratterizzati da materiali a grana fina sabbioso-limosi ALf e a grana grossa ghiaioso-sabbiosi ALg. In generale prevalgono alluvioni fini ALf, nelle quali subordinatamente si intercalano lenti o livelli di alluvioni grossolane ALg di spessore compreso fra 1 e 8 m al massimo. Le indagini eseguite, inoltre, hanno messo in evidenza la presenza di due paleoalvei differenti e di un terrazzo fluviale posto in sinistra del corso attuale, alcuni metri al di sopra. I due paleo alvei sono planimetricamente affiancati e corrispondono a due ben distinte vallate del F. Oreto di cui una, profonda oltre 40 m dal p.c., più prossima alla valle attuale, con asse spostato di circa 30 metri rispetto a quello attuale, e l'altra, profonda oltre 30 m dal p.c., con asse posto in sinistra del corso attuale ad una distanza di circa 170 m. I due paleoalvei sono separati da uno spartiacque costituito di sabbie calcarenitiche SC, con

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

intercalazioni di calcareniti CL, sabbie limose Sa e limi sabbiosi LSa ed LS, e sepolto oltre i 20 m di profondità dal p.c. dai depositi alluvionali più recenti.

Un tale assetto dei depositi alluvionali antichi va correlato alla variabilità estrema del regime idraulico del corso d'acqua, in seguito al quale quest'ultimo ha potuto subire più volte variazioni planimetriche dell'asta, e nel contempo ai movimenti tettonici recenti caratterizzati da fenomeni alterni di lento innalzamento o abbassamento, cui hanno fatto seguito più o meno lunghe fasi di prevalente erosione o deposito, in seguito a cui sono state scavate e sovralluvionate le valli sepolte. In base alle caratteristiche geologiche appena descritte nella tratta in oggetto le gallerie attraverseranno depositi alluvionali sabbioso-limosi ALf e ghiaioso-sabbiosi ALg ed in parte sabbie calcarenitiche SC e sabbie limose Sa costituenti la sommità dello spartiacque sepolto tra i due paleoalvei.

Sotto il profilo idrogeologico i depositi alluvionali sono caratterizzati dalla presenza di una falda idrica, la cui superficie piezometrica in parte coincide pressappoco con l'alveo del corso attuale, mentre in sinistra di quest'ultimo si deprime di alcuni metri in corrispondenza del paleoalveo sepolto, che probabilmente esercita un'azione drenante sulla falda.

Tratta tra le progr 1+530-2+600 (Fiume Oreto-Piazza G. Cesare-Via Divisi)

Nella tratta in oggetto la linea si sviluppa con le due gallerie a binario unico all'incirca allineate e vi sono comprese le Stazioni Oreto Nord e Giulio Cesare.

Vi sono stati eseguiti i sondaggi S264-S271 e S1B28-S1B34. Tali indagini hanno evidenziato la presenza continua di terreni di riporto R con spessori medi compresi fra 1 e 3 m, valori più elevati, dell'ordine di 8-10 m si riscontrano in prossimità di Piazza G. Cesare, in corrispondenza del fossato cinquecentesco ricolmato e nella parte terminale della tratta, in corrispondenza della sponda destra del paleoalveo ricolmato del F. Kemonia. Al di sotto dei terreni di riporto si riscontra la formazione calcarenitico-sabbiosa pleistocenica caratterizzata da una prevalenza di calcareniti giallastre variamente cementate CL nella parte alta del deposito, con spessori tra 2-3 m ed 8 circa. Tali calcareniti contengono più o meno sottili e discontinui livelli sabbiosi SC e verso il basso passano a sequenze costituite prevalentemente di sabbie giallastre SC con intercalazioni calcarenitiche. Il deposito calcarenitico-sabbioso si rinviene fino a profondità comprese fra 16 e 23 m circa dal piano stradale e verso il basso passa alla sottostante litofacies argilloso-sabbiosa pleistocenica, costituita da prevalenti sabbie limose grigie fossilifere S con sporadiche intercalazioni di limo sabbioso grigio LS, in superficie a zone alterate e ossidate Sa. Spesso le sabbie grigie S verso il basso contengono intercalazioni più o meno spesse di sabbie calcarenitiche SC. Le due gallerie si localizzano pressappoco al passaggio litologico tra le sabbie calcarenitiche giallastre SC e le sabbie limose grigie S, per cui potranno riscontrarsi in corso di scavo tratti di gallerie in sabbie SC con intercalati livelli calcarenitici CL a giacitura suborizzontale, tratti in sabbie limose S e limi sabbiosi LS e tratti in cui il passaggio si localizza all'interno del cavo, per cui possono riscontrarsi sabbie calcarenitiche SC in calotta e sabbie limose grigie S nella metà inferiore del cavo.

La falda idrica contenuta nell'acquifero calcarenitico-sabbioso presenta una superficie piezometrica ad andamento complessivamente regolare modellato vagamente sulla morfologia del contatto con le sottostanti sabbie limose. La profondità della superficie piezometrica è compresa all'incirca tra 7 e 14 m dal piano stradale ed in ogni caso è tale che le gallerie saranno realizzate sottofalda.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Da quanto acquisito con la ricerca bibliografica la tratta in oggetto è caratterizzata dalla presenza di cavità ipogee costituite da cripte, pozzi arabi, cunicoli arabi. Nel tratto compreso tra via Perez e P.zza G. Cesare si ha notizia, inoltre, della presenza di antiche cave arabe, per cui questo tratto rientra in un'area fortemente indiziata per la presenza di cavità antropiche ipogee. Per alcune cavità reperite in bibliografia si hanno notizie vaghe della loro ubicazione ma non si conoscono ubicazioni e loro sviluppo nel sottosuolo. Alcune di esse risultano ubicate in prossimità del tracciato delle gallerie. Con i sondaggi eseguiti non sono state riscontrate cavità ipogee, né si ritiene che lo scavo delle gallerie possa intercettarle, visto che le gallerie medesime si sviluppano sempre sottofalda e che le cavità antropiche in profondità si sviluppano al massimo fino a lambire appena la falda idrica.

Tratta tra le progr 2+600 – 3+300 (Via Divisi – P.zza San Domenico)

Nella tratta in oggetto la linea si sviluppa con le due gallerie a binario unico all'incirca allineate e vi è compresa la Stazione Borsa.

Lungo la tratta in oggetto sono stati eseguiti i sondaggi S1B35-S1B39 ed S274 e 74bis e vi ricadono i sondaggi acquisiti D38 – D57. Essa si sviluppa in corrispondenza dei paleoalvei dei Fiumi Kemonia e Papireto ricolmati in tempi storici. Le indagini hanno evidenziato, infatti, elevati spessori dei terreni di riporto e la presenza di depositi alluvionali limoso-sabbiosi.

Più in particolare, si riscontra in superficie la presenza di terreni di riporto R fino a profondità variabili tra 1-2 m ed oltre 13.00. Al di sotto dei terreni di riporto sono presenti i depositi alluvionali costituiti di limi organici LO di colore bruno-grigiastro, maleodoranti, plastici, spesso torbosi, i quali lateralmente passano a sabbie limose SL grigio brunastre, anch'esse torbose, con sostanza organica e frammenti lapidei eterogenei. All'interno dei terreni LO ed SL si rinvencono sporadiche lenti di sabbia e ghiaia Sgg. Complessivamente l'assetto dei depositi alluvionali evidenzia la presenza di un'unica vallata, in cui probabilmente i due corsi d'acqua convergevano con settori in cui singole incisioni sono più marcate, probabilmente dovute a correnti fluviali divaganti e temporanee che incidevano in maniera localizzata singole valli minori nei terreni pleistocenici calcarenitico-sabbiosi o argilloso-sabbiosi. Inoltre, la assoluta prevalenza di terreni limosi e sabbioso-limosi organici e torbosi LO ed SL evidenzia un paleoambiente deposizionale in cui si avevano acque ristagnanti e zone paludose in cui le correnti fluviali venivano rallentate dalla risalita delle acque marine nella vallata. Il substrato dei depositi alluvionali è dato da sabbie giallastre calcarenitiche SC con livelli calcarenitici con passaggi laterali e verso il basso a limi sabbiosi e sabbie limose di colore grigio LS ed S e giallastro Sa.

Le due gallerie affiancate si sviluppano a profondità tali da intercettare il passaggio tra i depositi alluvionali LO ed SL ed i terreni sabbiosi e limosi di base SC, S ed LS, per cui esse si svilupperanno per tratti alterni nei diversi tipi litologici citati.

Sotto il profilo idrogeologico i terreni alluvionali LO ed SL ed i terreni di riporto R sono sede di una falda idrica la cui superficie piezometrica presenta un andamento piuttosto irregolare, connesso con il regime delle precipitazioni e con la morfologia delle vallate sepolte che fungono da assi drenanti; essa si localizza a profondità variabili comprese fra 2 ed 8 m dal piano stradale e tali che le due gallerie saranno realizzate sottofalda.

Dalla ricerca bibliografica anche per questa tratta si ha notizia della presenza di cavità ipogee antropiche, consistenti, nella generalità dei casi, in cripte superficiali, per cui si ritiene che le due

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

gallerie non dovrebbero intercettare cavità alle profondità di scavo. Infine, in corrispondenza della tratta in oggetto è localizzata un'area classificata a rischio idraulico R2 dovuto al concentrarsi delle acque meteoriche per insufficiente smaltimento della rete fognante. Eventuali interferenze tra i fenomeni idraulici probabili e le opere da realizzare possono interessare la Stazione Borsa, la cui problematica trattata nell'apposito capitolo riguardante le Stazioni.

Tratta tra le progr. 3+300 – 3+800 (Piazza San Domenico – Stazione Massimo)

Nella tratta in oggetto la linea si sviluppa con due gallerie a binario unico pressoché allineate; al termine della tratta è ubicata la stazione Massimo.

Lungo la tratta in oggetto sono stati eseguiti i sondaggi S1B40-S1B43 ed S275-S278. Tali indagini hanno evidenziato la presenza continua di terreni di riporto R con spessori medi compresi fra 2 e 4 m. Al di sotto dei terreni di riporto si riscontra la formazione calcareniticosabbiosa pleistocenica caratterizzata dalla presenza di lenti calcarenitiche CL discontinue nella parte alta del deposito, di spessore variabile e rinvenute fino a profondità comprese fra 2.50 e 12 m dal p.c. Al di sotto dei terreni CL si passa a spesse sequenze di sabbie calcarenitiche giallastre SC con subordinate e discontinue intercalazioni di livelli calcarenitici a giacitura suborizzontale; tali sabbie si rinvennero sino a profondità comprese fra 16 e 25 m dal p.c. e passano verso il basso alle sabbie limose grigie S e queste, a loro volta, alle argille a scaglie AB del substrato argilloso-quarzarenitico oligomiocenico.

Alle profondità di scavo previste le gallerie attraversano i terreni costituiti di prevalenti sabbie giallastre SC con noduli calcarenitici diffusi nella massa e subordinati livelli calcarenitici intercalati di spessore in genere da centimetrico a decimetrico ed in alcuni casi anche superiore al metro.

Sotto il profilo idrogeologico le sabbie calcarenitiche SC rappresentano un acquifero nel quale ha sede una falda idrica di una certa consistenza, limitata in basso dalle sabbie limose S e dalle argille a scaglie AB. La superficie piezometrica si localizza a profondità comprese fra 6 e 11 m dal p.c., per cui le gallerie nell'intero tratto saranno realizzate sottofalda. Infine, anche per questa tratta si hanno notizie dell'esistenza in prossimità del tracciato di cavità antropiche ipogee, date essenzialmente da cripte e cavità a pozzo. Si tratta, in ogni caso, di cavità superficiali sopra falda, che non hanno alcuna interferenza con le gallerie in progetto.

Tratta tra le progr. 3+800 – 4+420 (Stazione Massimo – Stazione Politeama)

Nella tratta in oggetto la linea si sviluppa con due gallerie a binario unico allineate e vi sono comprese alle estremità le Stazioni Massimo e Politeama.

Lungo la tratta in oggetto sono stati eseguiti i sondaggi S1A8-S1A9, S1B43-S1B44, S281-S284. Sotto il profilo geologico la tratta in oggetto è caratterizzata dalla presenza di un alto strutturale del substrato argilloso-quarzarenitico numidico, che viene a trovarsi a profondità variabili, comprese entro i 20 m dal piano stradale, al di sotto della copertura quaternaria, o subaffiorante, al di sotto dei terreni di riporto. Il substrato numidico è interessato, infatti, da una serie di faglie ad alto angolo o subverticali che ne delimitano singoli corpi strutturali dislocati a varie altezze, per cui lungo il tracciato della tratta in oggetto si riscontrano:

- un primo tratto, in zona Piazza Verdi, in cui il substrato numidico è ubicato a profondità di circa 16 m dal piano stradale, caratterizzato da argille di colore grigio plumbeo tettonizzate con tessitura a scaglie minute AB; tali argille al tetto presentano una fascia di alterazione AMG di spessore pari a



50-60 cm circa, in cui si presentano di colore bruno con patine di ossidazione ocracee e con la tessitura a scaglie non sempre ben distinguibile;

- un secondo breve tratto, in zona Via Cavour, dove è ubicato a profondità di m 9.00 dal piano stradale, caratterizzato sempre da prevalenti argille a scaglie AB, che al tetto si presentano alterate AMG per uno spessore dell'ordine di m 2.50;
- un terzo e più lungo tratto in corrispondenza della Via Ruggero Settimo in cui il substrato umidico risulta ribassato a profondità comprese fra 17 e 19 m dal piano stradale; in tale zona esso risulta caratterizzato dalla prevalenza di continue alternanze di argilliti grigie con tessitura a scaglie prismatiche minute e di siltiti grigie da dure e compatte, a consistenza marnosa, a fragili e fissili con rottura in scaglie prismatiche centimetriche ARL; è più o meno frequente nei terreni in oggetto la presenza di intercalazioni, di spessore decimetrico e metrico, di argille a scaglie AB e strati o banchi quarzarenitici QZ più o meno fratturati; l'ammasso ARL, inoltre, è attraversato da discontinuità variamente orientate, subverticali o inclinate tra 45 e 80°, delimitate da superfici lucide e striate, e presenta in superficie una fascia di alterazione AMG di spessore dell'ordine del metro;
- un quarto ed ultimo tratto, in corrispondenza di Piazza Castelnuovo, in cui il substrato umidico risulta dislocato nuovamente verso l'alto, a profondità di circa m 4,60 dal piano stradale prima e subaffiorante poi verso via Libertà; in questa zona si riscontra una continua alternanza di argille a scaglie AB, argilliti e siltiti ARL e quarzareniti QZ in strati decimetrici e banchi che possono raggiungere spessori anche di diversi metri.

Sui terreni del substrato argilloso-quarzarenitico giacciono i terreni del complesso calcarenitico-sabbioso pleistocenico. Quest'ultimo, ricoperto da terreni di riporto R con spessori compresi fra m 1 e 3.50 circa, presenta nella parte alta, per uno spessore di 9-10 m circa, una sequenza di prevalenti calcareniti giallastre CL variamente cementate e a giacitura suborizzontale con sottili interstrati sabbiosi, passanti verso il basso a sabbie calcarenitiche giallastre SC con intercalati subordinati livelli calcarenitici di spessore centimetrico e decimetrico. Tra i terreni del substrato argilloso-quarzarenitico oligo-miocenico ed i terreni soprastanti SC e CL si intercalano, in lembi discontinui più o meno sottili, livelli di sabbie e ghiaie pertinenti alla litofacies conglomeratico-ghiaiosa pleistocenica depositatisi con latrasgressione marina pleistocenica che ha dato luogo alla deposizione della soprastante formazione calcarenitico-sabbiosa. Più in particolare, in zona Via Cavour, al di sopra delle argille alterate AMG è stato riscontrato un livello, spesso all'incirca 1 m, di ghiaia poligenica arrotondata GH frammista ad una matrice argilloso-limosa grigia ed in zona Via Ruggero Settimo è stata riscontrata, sempre al di sopra delle argille alterate AMG, una sequenza, spessa poco più di 3 m, costituita di sabbia giallastra e grigiastra con ghiaia poligenica Sg. In base all'assetto geologico appena descritto ed alle profondità di scavo previste, nella tratta in oggetto le due gallerie affiancate verranno ad attraversare terreni oligo-miocenici costituiti, per tratti più o meno ampi, di argille a scaglie AB, alternanze di argilliti e siltiti fragili e fissili ARL, strati e banchi più o meno spessi di quarzareniti QZ in genere lapidee ed intensamente fratturate, talvolta con più basso grado di cementazione o parzialmente decementate.

Trattandosi di una formazione che, per la sua storia geologica, ha subito fasi di intensa tettonizzazione, i terreni AB, ARL e QZ, oltre che variamente dislocati da faglie sub verticali e con



caratteristiche meccaniche scadenti nell'intorno delle faglie per effetto della tettonizzazione, possono presentare giaciture inclinate con immersioni e pendenze variabili lungo la tratta in cui si sviluppano. In corrispondenza della Via Ruggero Settimo nella parte alta del cavo dovrebbero intercettarsi, inoltre, le sabbie con ghiaia Sg, sovrapposte ai terreni umidici con rapporti di evidente discordanza angolare, visto che le sabbie e ghiaie Sg sono caratterizzate da giacitura suborizzontale.

Sotto il profilo idrogeologico i terreni SC, CL ed Sa sono sede di una falda idrica che trova continuità idraulica con la falda idrica contenuta nei terreni quarzarenitici Qz e nelle argille alterate AMG. La superficie piezometrica si localizza a profondità comprese fra 9.50 e 13 m circa dal piano stradale, per cui le gallerie, poste al di sotto, saranno realizzate sottofalda.

In prossimità del tracciato della tratta in oggetto, infine, si ha notizia di qualche cavità antropica ipogea, tipo cunicoli vari o rifugi antiaerei; in ogni caso si tratta di cavità superficiali che non dovrebbero avere alcuna interferenza con la galleria sottofalda.

Tratta tra le progr. 4+420 – 6+540 (Stazione Politeama-Zona Sciuti)

Nella tratta in oggetto sono comprese la Stazione Politeama, la Stazione Archimede, il manufatto di bivio e la Stazione Notarbartolo, dalla quale si dirama l'ultimo tratto di linea fino al manufatto terminale di scambio.

Nel tratto compreso tra la progressiva 4+420 e la via XX Settembre, sono stati eseguiti i sondaggi S1A2, S285, S1A13, S1A14, S1B46, S1A15, S1A16. Tali indagini hanno evidenziato la presenza pressoché continua di terreni di riporto R con uno spessore compreso tra 1,00 e 4,00 m circa e, al di sotto, la presenza discontinua di limi rossi residuali LR fino a profondità di 2,00 e 5,00 m dal piano stradale. Al di sotto di tali terreni si sviluppano i terreni della litofanie calcarenitico-sabbiosa, in prevalenza rappresentata dalle sabbie calcarenitiche SC alternate a livelli decimetrici e metrici di calcareniti CL, più o meno alterate in superficie ed a giacitura suborizzontale. A profondità comprese tra 30,00 e 35,00 m dal p.c. le sabbie SC passano verso il basso e lateralmente, con passaggi interdigitati, alle sabbie con ghiaia SG che presentano spessori anche metrici, come evidenziato dal sondaggio S1A14. In questo tratto il substrato umidico risulta profondo; soltanto il sondaggio S287 lo intercetta ad una profondità di circa 43,00 m, in corrispondenza del quale è costituito di argilliti e siltiti fragili e fissili ARL, passanti alle argille a scaglie AB. Nel tratto compreso tra via Piersanti Mattarella e la progressiva 5+900 i limi rossi residuali LR ricoprono, in maniera pressoché uniforme e continua, fino ad una profondità di circa 1,00 m dal p.c., i sottostanti terreni calcarenitici bioclastici CL. La calcarenite, più o meno cementata, presenta giacitura sub orizzontale e spessori compresi tra 3,00 e 5,00 m. Al di sotto si passa in maniera netta o talvolta graduale alle sabbie calcarenitiche SC, che a loro volta poggiano, ad una profondità compresa tra 30,00 e 35,00 m dal p.c., sul substrato umidico oligo-miocenico dislocato da faglie subverticali che lo ribassano da ovest verso est. I sondaggi eseguiti in questo tratto, denominati S1B27, S288 e S1B48, evidenziano la presenza di un'alternanza di argilla a scaglie AB e quarzareniti QZ, in banchi e strati più o meno spessi, in genere lapidee ed intensamente fratturate. In particolare il sondaggio S288 intercetta in successione stratigrafica dall'alto verso il basso i terreni CL ed SC afferenti alla litofacies calcarenitico-sabbiosa, le sabbie con ghiaia Sg della litofacies conglomeratico-ghiaiosa, poggianti, infine, con rapporti di evidente discordanza angolare, sul substrato umidico. Nel tratto compreso tra la Stazione Notarbartolo ed il Manufatto di scambio il

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

substrato numidico si approfondisce e non si rinviene almeno fino alla profondità d'indagine dei sondaggi eseguiti, pari a circa 30,00 m, mentre si riscontrano le sabbie calcarenitiche SC ricoperte dai terreni olocenici R e LR. Le sabbie SC si alternano in maniera sequenziale con lenti decimetriche e metriche di calcarenite CL a giacitura suborizzontale, variamente cementata. In corrispondenza del manufatto di scambio la litofacies calcarenitico-sabbiosa passa, ad una profondità di circa 20,00 m, alle sabbie grigie limose S con intercalazioni di livelli decimetrici limoso-sabbiosi di colore grigio LS.

In base all'assetto geologico appena descritto ed alle profondità di scavo previste, nella tratta in oggetto le due gallerie si troveranno ad attraversare i terreni quaternari della litofanie calcarenitico-sabbiosa costituiti di sabbie SC con subordinate e discontinue intercalazioni di livelli calcarenitici CL, decimetrici e metrici, a giacitura suborizzontale e lenti di sabbie con ghiaia SG. Dal punto di vista idrogeologico è possibile riscontrare, ad una profondità compresa tra 8,00 e 15,00 m dal p.c., una falda idrica continua avente sede nell'acquifero calcarenitico-sabbioso, la cui superficie piezometrica segue, in linea generale, l'andamento del substrato impermeabile. In questa tratta, pertanto, lo sviluppo delle gallerie in progetto avviene sotto falda.

Sotto il profilo geomorfologico si ha notizia di cavità antropiche ipogee presenti in buona parte della tratta considerata. Nella maggior parte dei casi si tratta di cave storiche il cui sviluppo, generalmente superficiale, non dovrebbe interferire con le opere in progetto. Risulta singolare, invece, la cavità riscontrata in corrispondenza del sondaggio S1B24, a profondità comprese tra 16,00 m e 19,00 m dal p.c.. Si tratta quasi certamente di una cavità naturale in quanto, trovandosi al disotto del livello freatico, è alquanto improbabile che la sua origine sia da attribuire ad un intervento antropico. Probabilmente la sua genesi è da ricondurre a fenomeni di scavamento delle sabbie calcarenitiche ad opera del moto di filtrazione dell'acqua continuamente pompata dai numerosi pozzi presenti in zona. La forte azione aspirante esercitata dalle pompe, nel tempo, ha probabilmente portato via dallo scheletro calcarenitico la frazione sabbiosa sciolta, creando dei vuoti dalle dimensioni sempre più ampie fino a generare una vera e propria cavità.

GEOLOGIA DELLE STAZIONI

Nel presente capitolo vengono descritte le caratteristiche geologico-strutturali, idrogeologiche e geomorfologiche di dettaglio dei siti in cui ricadono le stazioni. Per ciascuna stazione è stato redatto un elaborato grafico di insieme contenente carta geologica a scala 1/500 e sezioni geologiche a scala 1/200 (Elaborati MPA1 PP GEO IN DI 01-09 0).

STAZIONE SVINCOLO ORETO

La Stazione Svincolo Oreto, che è la capolinea della metropolitana, è ubicata all'inizio della Via Oreto, in prossimità dello svincolo con Viale Regione Siciliana. Essa sarà realizzata a cielo aperto, a sezione scatolare e pianta rettangolare, con due livelli, il piano atrio ed il piano banchina, e banchine laterali.

Al fine di verificare l'assetto geologico-strutturale del sottosuolo in cui verrà realizzata l'opera sono stati eseguiti i sondaggi meccanici a carotaggio continuo denominati S1A1, S1B17, S1A2, S2B52 spinti fino a profondità comprese tra 25.00 e 30.00 m dal p.c.

Tali indagini hanno evidenziato la presenza, pressochè continua, di terreni di riporto R costituiti di sabbia debolmente limosa mista a frammenti calcarei e calcarenitici centimetrici.



Gli spessori rinvenuti risultano di circa 4 m nella zona più prossima allo svincolo con la circonvallazione, per poi rastremarsi fino a circa 0.50 m lungo la Via Oreto. Al di sotto dei terreni di riporto sono riscontrabili, per buona parte dello sviluppo della Stazione, spessori dell'ordine del metro di limi rossi residuali LR costituiti di limo rossastro misto a frammenti calcarenitici. Tali terreni ricoprono le sabbie calcarenitiche SC alternate a livelli decimetrici e metrici di calcareniti CL e calcareniti alterate CLa, come evidenziato nei sondaggi S1A2 e S252. Si tratta di una sequenza poco spessa, che già ad una profondità compresa tra i 4.00 e 6.50 m dal piano stradale passa ai terreni della litofacies argillo-sabbiosa LAS. In particolare, fino a profondità comprese tra 10.00 m e 14.00 m circa dal piano stradale i sondaggi evidenziano la presenza di sabbia giallastra Sa fina, limosa, con frammenti fossiliferi,

alternata a subordinati e discontinui livelli limoso-sabbiosi LSa di colore giallo-brunastro, poco consistenti e plastici. Al di sotto si passa alle sabbie grigie S fini, limose, da debolmente addensate ad addensate, spesso con frammenti fossiliferi intercalati e con lenti decimetriche e metriche di limo sabbioso LS di colore grigio debolmente plastico. Tali terreni caratterizzano il sottosuolo fino alla profondità d'indagine raggiunta, compresa tra 25.00 e 30.00 m dal p.c.

Dal punto di vista idrogeologico il livello freatico misurato si attesta ad una profondità compresa tra i 4.00 e i 6.00 m dal p.c., generalmente in corrispondenza delle sabbie giallastre Sa. La permeabilità di tale litotipo è variabile in funzione del contenuto di limo presente; inoltre, tali terreni presentano frequentemente livelli francamente limosi LSa ed LS intercalati, di conseguenza è possibile riscontrare falde acquifere sospese di entità variabile.

STAZIONE ORETO SUD

La Stazione Oreto Sud è ubicata al di sotto della Via Oreto, in corrispondenza dell'incrocio con la trasversale Via S. Lo Bianco. Essa viene costruita a cielo aperto ed è riconducibile alla tipologia standard con pianta rettangolare, banchina centrale ad "isola" e tre livelli funzionali, piano atrio, piano mezzanino e piano banchine. Il piano di rotolamento si attesta ad una profondità media di circa m 18.50 dal piano stradale.

Il sito in cui ricade la stazione in oggetto è stato indagato con l'esecuzione di n. 3 sondaggi meccanici a carotaggio continuo: S1B21, S257, S258.

L'assetto geologico dell'area in cui verranno effettuati gli scavi per la realizzazione della stazione è caratterizzato, al di sotto dei terreni di copertura R ed LR, dalla presenza dei terreni della litofacies calcarenitico-sabbiosa pleistocenica, passante verso il basso ai terreni della litofacies argilloso-sabbiosa anch'essa pleistocenica. Più in particolare, i terreni di riporto R, sottostanti il piano stradale, presentano spessori compresi fra 1 e 2 m circa e passano verso il basso ai limi rossi residuali LR presenti localmente in lembi discontinui. Questi ultimi sono stati riscontrati con il sondaggio S1B21 che, a profondità comprese fra m 1.00 e 2.00, ha evidenziato la presenza di un limo sabbioso e argilloso rossastro con frammenti calcarenitici e minuti elementi di ghiaia poligenica arrotondata. Al di sotto dei terreni di copertura R ed LR giacciono i terreni della litofacies calcarenitico-sabbiosa, che si rinvergono fino a profondità di m 15-16 dal piano stradale, rappresentati nella zona da prevalenti calcareniti bianco-giallastre CL, da ben cementate a friabili, in banchi e strati a giacitura suborizzontale. All'interno della sequenza calcarenitica sono presenti subordinati sottili interstrati di sabbia calcarenitica SC il cui spessore, in genere di qualche decimetro, può superare anche il metro. Nella sequenza calcarenitica si possono rinvenire, altresì,

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

sporadiche intercalazioni lenticolari decimetriche e metriche di calcarenite vacuolare CV ben cementata e fossilifera e di calcarenite a noduli ben cementati frammisti a sabbia CN. All'incirca alla profondità di 15-16 m dal piano stradale i terreni calcarenitici passano alla litofacies argilloso-sabbiosa, rappresentata da sabbie limose grigie S, da mediamente a ben addensate, a zone debolmente plastiche, con passaggi a livelli e lenti di limo sabbioso e argilloso grigio LS, a zone plastico.

Sotto il profilo idrogeologico i terreni calcarenitici rappresentano un acquifero di significativa importanza la cui superficie piezometrica si localizza a profondità di 13-15 m dal piano stradale. Quest'ultima è modellata sulla morfologia del substrato impermeabile dato dalle sabbie limose e limi sabbiosi S ed LS.

STAZIONE ORETO NORD

La Stazione Oreto Nord è ubicata al di sotto della Via Perez, tra gli incroci con le trasversali Via Bergamo e Via Agostino Todaro. Essa rientra tra le stazioni a tipologia speciale. A causa della ristretta lunghezza della Via Perez, la stazione è costituita da una scatola rettangolare lunga e stretta, realizzata a cielo aperto, dove trovano collocazione l'atrio, le scale di collegamento fino al piano banchina e parte dei locali tecnologici, e da due gallerie naturali scavate in tradizionale e collegate al corpo centrale della stazione per mezzo di due cunicoli anch'essi scavati in tradizionale. Le due gallerie di banchina sono ubicate sotto gli edifici posti lateralmente a Via Perez ed il piano di rotolamento è posto ad una profondità di circa m 22.50 dal piano stradale. In direzione pressochè ortogonale al corpo centrale della Stazione sono previsti due corpi scolorari costituiti da un solo piano interrato di cui uno, al di sotto di Via Bergamo, ospita gli accessi all'atrio e l'altro, al di sotto di Via A. Todaro, ospita locali tecnici.

Le indagini eseguite nel sito della stazione comprendono i sondaggi S1B27 e 28 ed S263 e 64.

L'assetto geologico dell'area in cui verranno effettuati gli scavi per la realizzazione della stazione è caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali passanti verso il basso ai terreni calcarenitico-sabbiosi e argilloso-sabbiosi pleistocenici. Più in particolare, al di sotto dei terreni di riporto R, aventi uno spessore pari a circa 2 m, si rinvengono depositi alluvionali pertinenti ad un antico terrazzo fluviale in sinistra idraulica del F. Oreto. Tali alluvioni, costituite di ghiaia centimetrica e decimetrica in matrice sabbiosa ALg e di sabbia limosa con ghiaia ALf, hanno uno spessore pari ad 8 m circa, tendente ad assottigliarsi fino a zero sul lato ovest di Via Perez, in corrispondenza della paleosponda sepolta, che mette in contatto laterale depositi alluvionali e terreni calcarenitici. Al di sotto dei terreni alluvionali la serie litologica continua con una sequenza di prevalenti calcareniti giallastre CL in livelli variamente

cementati, da lapidei a friabili, con talora interstrati sabbiosi. Le calcareniti CL si rinvengono sino a profondità comprese fra 10 e 14 m dal piano stradale e passano verso il basso a prevalenti sabbie calcarenitiche SC di colore giallastro, contenenti spesso subordinati sottili livelli calcarenitici ben cementati e fratturati. Ad una profondità di m 20 circa dal piano stradale si intercala nelle sabbie SC un banco, spesso 7-8 m, di sabbia fina limosa grigia S, fossilifera, con sottili intercalazioni lenticolari e passaggi laterali a limo sabbioso grigio LS fossilifero, a zone plastico.

Le due gallerie laterali in scavo tradizionale, alle quote di progetto, verranno ad intercettare il passaggio tra le sabbie calcarenitiche SC, presenti nella metà superiore del cavo, e le sottostanti sabbie limose S e limi sabbiosi LS presenti nella metà inferiore.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Nei terreni calcarenitico-sabbiosi ha sede una falda idrica la cui superficie piezometrica si attesta ad una profondità di circa 13 m dal piano stradale. Bisognerà prevedere, pertanto, scavi in falda per il corpo scatolare e scavi sottofalda per le gallerie laterali.

La stazione in oggetto, infine, ricade in un'area fortemente indiziata per la presenza di cavità antropiche ipogee del tipo cave storiche sotterranee e pozzi arabi. Le indagini eseguite non hanno evidenziato presenza di cavità, tuttavia non è escluso che qualche cavità possa riscontrarsi, durante lo scavo a cielo aperto dei corpi scatoari della stazione, nelle porzioni più superficiali soprastanti la superficie piezometrica.

STAZIONE GIULIO CESARE

La Stazione Giulio cesare è ubicata al di sotto della Piazza Giulio Cesare, in posizione antistante la Stazione Ferroviaria. Essa presenta tre livelli, atrio, mezzanino e banchina, ed il piano rotolamento è ad una profondità di circa 18,50 m dal p.c. Le banchine sono centrali rispetto al corpo stazione, che verrà realizzato a cielo aperto.

Al fine di ricostruire l'assetto geologico del sottosuolo che sarà interessato dalla costruzione della stazione, sono stati eseguiti i sondaggi meccanici a carotaggio continuo denominati S1B31, S1B32, S267 e 68. Le informazioni ottenute sono state integrate con quelle derivanti dai sondaggi acquisiti D32 e D35bis.

Tali indagini hanno evidenziato la presenza di Terreni di riporto R, il cui spessore aumenta da circa 0.50 m a circa 2.00 m in direzione Via Roma. In quest'area infatti si sviluppa l'antico fossato cinquecentesco riempito nel tempo da materiale di riporto, costituito di sabbia debolmente limosa di colore biancastro con frammenti calcarenitici centimetrici e calcarei. Al di sotto dei terreni R si riscontra un sottile spessore di limi rossi residuali LR che tende a rastremarsi procedendo verso Via Roma.

I terreni R ed LR ricoprono uno strato pressochè uniforme di calcarenite alterata e sfaticcia CLa di spessore 0.80 m circa; seguono le calcarenite giallastre debolmente cementate CL, passanti sia in senso laterale che verticale alle sabbie SC, che si sviluppano sino a profondità comprese tra 17.50 e 20.00 m circa dal piano stradale. Si tratta di sabbie debolmente limose di colore giallo-biancastro con livelli decimetrici di calcarenite CL. Al di sotto delle sabbie SC seguono le sabbie grigie debolmente limose S con livelli di sabbia giallastra Sa. Il sondaggio S1B31 evidenzia la presenza di un livello di sabbie SC intercalate ai terreni della litofanie argillo-sabbiosa.

Dal punto di vista idrogeologico siamo in presenza di una falda idrica continua avente sede nell'acquifero calcarenitico-sabbioso caratterizzato da una buona permeabilità sia di tipo primario che secondario, variabile in base al grado di cementazione. La superficie piezometrica si attesta ad una profondità di circa 11.00 m dal p.c.

STAZIONE BORSA

La Stazione Borsa è ubicata nell'omonima P.zza Borsa o Cassa di Risparmio. Essa è progettata con una tipologia speciale, cui si è fatto ricorso per ovviare alla interferenza con la canalizzazione interrata del F. Kemonia. Consiste in un manufatto scatolare realizzato a cielo aperto contenente i tre livelli, piano atrio, piano mezzanino e piano banchine. Le banchine sono contenute per parte del loro sviluppo entro il manufatto scatolare e la restante parte in due gallerie realizzate con scavo in tradizionale a partire dal corpo centrale scatolare della stazione. La livelletta è posta a m 18.50 di profondità dal piano stradale.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Il sito della stazione è stato indagato con i sondaggi meccanici S1B36 e 37, S273, 74, 74bis.

Esso si localizza nella zona di confluenza dei paleoalvei Kemonia e Papireto, per cui i terreni riscontrati sono costituiti di depositi sabbioso-limosi alluvionali antichi e terreni di riporto antichi di colmata. Più in particolare, al di sotto dei terreni di riporto R, che presentano spessori compresi fra 2 ed oltre 6 m, si rinvencono depositi costituiti di sabbia limosa grigio nerastra SL ricca di sostanza organica e torbosa, a zone maleodorante, con più o meno rari elementi di ghiaia arrotondata ed elementi lapidei di natura eterogenea quali ossa di animali, frammenti legnosi carbonizzati e frammenti di laterizi. Le sabbie limose SL passano in senso laterale e verticale a spesse sequenze di limo organico LO talora sabbioso, di colore grigio scuro, in genere plastico e scarsamente consistente, a zone torboso. La sequenza di terreni SL ed LO si rinvia sino a profondità di 20-24 m dal piano stradale e passa verso il basso alla formazione di base data dalla litofacies argilloso-sabbiosa pleistocenica rappresentata da prevalente limo sabbioso grigio fossilifero LS, a sua volta passante, intorno ai 28-30 m di profondità, alle sabbie fini limose di colore grigio e fossilifere S. Intercalazioni lenticolari più o meno spesse di sabbie S, talora alterate e ossidate Sa, si rinvencono anche nelle sequenze prevalentemente limoso-sabbiose LS.

I terreni SL ed LO sono plastici e saturi e risultano sede di una falda idrica la cui superficie piezometrica si localizza a profondità di m 1.50-2.00 dal piano stradale. Lo scavo delle gallerie in tradizionale per il prolungamento delle banchine si sviluppa al passaggio dei limi organici e plastici LO o sabbie limose SL con i limi sabbiosi fossiliferi LS o poco al di sopra, per cui il cavo delle gallerie potrà localizzarsi per intero nei limi LO con passaggi a sabbie limose SL o, parzialmente, per la metà inferiore del cavo o per la zona arco rovescio, nei terreni limoso-sabbiosi grigi fossiliferi LS.

Poiché dalla ricerca storico-bibliografica risulta che l'area è interessata dalla presenza di cavità antropiche ipogee tipo cunicoli e vecchi acquedotti, anche se le indagini eseguite non hanno dato alcun riscontro in merito è possibile che qualche cavità possa venire intercettata con i lavori di scavo della Stazione.

Infine, va segnalato che il sito della Stazione in oggetto rientra in un'area classificata a rischio idraulico medio R2, in quanto la configurazione morfologica più depressa rispetto alle aree circostanti può favorire il concentrarsi di deflussi superficiali e possono verificarsi, dopo piogge intense, fenomeni di allagamento, le cui acque non vengono sufficientemente smaltite da parte del sistema di drenaggio urbano. In proposito la realizzazione del collettore sudorientale, ad oggi in corso d'opera, consentirà di normalizzare pienamente la situazione delle aree poste a valle del collettore; in ogni caso per la realizzazione della stazione sarà opportuno prevedere un intervento in grado di mitigare il rischio onde evitare che eventuali acque di allagamento possano raggiungere attraverso gli accessi l'area della Stazione in sotterraneo.

STAZIONE MASSIMO

La Stazione Massimo è ubicata al di sotto di Piazza Verdi ed antistante il Teatro Massimo.

Essa è costituita da una scatola a pianta pressochè quadrata e presenta tre livelli funzionali, atrio, mezzanino e banchina. Le banchine sono centrali e realizzate parte nel corpo stazione, scavato a cielo aperto, e parte in gallerie naturali scavate in tradizionale.

Nell'area in cui verrà realizzata la Stazione sono stati eseguiti i sondaggi meccanici a carotaggio continuo S1B42, 43, S280 e 81.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Tali indagini hanno evidenziato la presenza continua di terreni di riporto R, con spessori compresi fra 1.50 m e 2.50 m circa, costituiti di sabbia grossa e sabbia limosa di colore brunastro con frammenti calcarenitici e di laterizi. Al di sotto dei terreni di riporto si riscontra la formazione calcarenitico-sabbiosa pleistocenica caratterizzata da un livello superficiale di calcarenite alterata debolmente cementata e sfaticcia CLa, con spessori medi compresi fra 1.00 e 2.00 m., e poi la calcarenite CL integra, a grana fina, ben cementata, di colore giallo, con lenti di sabbia SC. A profondità di circa 7.00 m dal p.c. si passa a spesse sequenze di sabbie calcarenitiche giallastre SC con subordinate e discontinue intercalazioni di livelli calcarenitici a giacitura suborizzontale.

In zona Piazza Verdi i sondaggi S1B42 e S281 intercettano le argille e quarzareniti del complesso CAQ ad una profondità compresa tra 15.00 e 16.00 m dal p.c. Si tratta di un alto strutturale del substrato argilloso-quarzarenitico numidico dislocato da faglie ad alto angolo.

Le argille AB si presentano tettonizzate con tessitura a scaglie minute e con una fascia di alterazione AMG, di spessore pari a 50-60 cm circa, in cui si presentano di colore bruno con patine di ossidazione ocracee. Esse presentano in subordine intercalazioni di strati o banchi di quarzareniti QZ di colore grigio chiaro, a grana fina, ben cementate e molto fratturate. I terreni argilloso-quarzarenitici sono caratterizzati da giacitura inclinata ed i terreni calcarenitico-sabbiosi vi giacciono sopra in serie stratigrafica con una evidente discordanza angolare.

Sotto il profilo idrogeologico i terreni calcarenitico-sabbiosi CL ed SC sono sede di una falda idrica di una certa consistenza che trova continuità idraulica nelle quarzareniti fratturate QZ e nelle argille alterate AMG. Il livello freatico si localizza a profondità di circa 12.00 m dal piano stradale.

STAZIONE POLITEAMA

La Stazione Politeama è ubicata al di sotto delle Piazze Castelnuovo e Ruggero Settimo in posizione antistante all'omonimo Teatro Politeama. Essa presenta 3 livelli funzionali, atrio, mezzanino e banchine. Le banchine saranno realizzate al centro del corpo stazione scavato a cielo aperto. La profondità del piano di rotolamento è di circa 20,00 m dal p.c..

Il sito della Stazione è stato indagato con i sondaggi S1A10, S1A11, S1B44 e S283. Dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata da un alto strutturale del substrato argillosoquarzarenitico numidico. Esso viene a trovarsi a profondità di circa 4,50 m dal p.c., al di sotto della copertura quaternaria calcarenitico-sabbiosa, o subaffiorante, al di sotto dei terreni di riporto R, in una limitata area tra il Teatro e P.zza R. Settimo, a causa di una serie di faglie ad alto angolo o subverticali che lo dislocano a varie altezze in singoli corpi strutturali.

Il substrato numidico risulta caratterizzato da una continua alternanza di argille a scaglie AB, argilliti e siltiti ARL e quarzareniti QZ che, per effetto della tettonizzazione, presentano giaciture inclinate con pendenze variabili. Le argille AB si presentano di colore grigio con tessitura a scaglie minute da centimetriche a millimetriche, le siltiti ARL risultano compatte e fratturate o fissili con livelli argillitici e le quarzareniti QZ si presentano ben cementate e intensamente fratturate. Il sondaggio S283 evidenzia la presenza di un pacco molto spesso di argilla alterata AMG ad una profondità compresa tra 1,70 e 7,50 m dal p.c. Si tratta di argilla sabbiosa di colore bruno-tabacco con venature grigiastre e tracce della originaria tessitura a scaglie.

Sui terreni del substrato argilloso-quarzarenitico giacciono i terreni del complesso calcarenitico-sabbioso costituiti da un sottile livello di calcarenite giallastre CL debolmente cementata passante

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

verso il basso a sabbia giallastra addensata con livelli calcarenitici centimetrici. Sia i terreni calcarenitici SC che quelli umidici sono ricoperti da terreni di riporto R.

Sotto il profilo idrogeologico la superficie piezometrica si localizza ad una profondità compresa tra 7,00 m e 10,00 m dal p.c. in corrispondenza dei terreni quarzarenitici QZ e delle argille alterate AMG.

STAZIONE ARCHIMEDE

La Stazione Archimede è ubicata al di sotto di Via Libertà, in corrispondenza dell'incrocio con la trasversale Via Catania. Essa ha una tipologia a banchine sovrapposte ed è planimetricamente ubicata in adiacenza al manufatto di bivio, con il quale costituisce un "unicum" strutturale e funzionale realizzato con una scatola a pianta pressochè trapezoidale realizzata a cielo aperto.

La ricostruzione del modello geologico del sottosuolo interessato dalla realizzazione della stazione si basa sui risultati derivanti dall'esecuzione dei sondaggi meccanici S1B46, S287, S1A15.

Tali indagini hanno evidenziato la presenza, pressochè continua, di terreni di riporto R costituiti di sabbia grigiastra con frammenti calcarei. Gli spessori rilevati variano tra 3.50 e 1.80 circa. Al di sotto si riscontra un spessore variabile tra 0.60 e 1.50 m di limi rossi residuali LR costituiti di limo sabbioso rossastro con frammenti calcarenitici. Tali terreni ricoprono una sequenza di calcareniti CL alternate a sabbie SC. In particolare, nella zona compresa tra via Agrigento e via La Farina i sondaggi S1A15 e S287 evidenziano la presenza di intervalli, spessi circa 5.00 m e oltre, di calcarenite giallastra CL da debolmente a ben cementata con intercalati livelli di sabbia SC. Oltre la profondità di circa 7.00 m dal p.c. prevale la sabbia giallastra SC debolmente limosa con noduli e sottili livelli di calcarenite CL. A profondità di circa 30.00-35.00 m si riscontrano intercalazioni di livelli di sabbia grossa con elementi di ghiaia poligenica SG ed a profondità comprese tra 22.00 e 39.00 m sono presenti, invece, livelli lentiformi di sabbie limose di colore giallo-verdastro Sa e grigiastro S e di limo sabbioso plastico LS con frammenti di fossili. Il sondaggio S287 evidenzia, a circa 40.00 m di profondità dal p.c., il passaggio della litofacies calcarenitico-sabbiosa, rappresentata da calcareniti CL variamente cementate, alla litofacies conglomeratico-ghiaiosa rappresentata da un intervallo, spesso circa 3 m, di sabbie limose con noduli e livelli di argilla grigiastra e ghiaia poligenica Sg. Queste ultime poggiano sul substrato umidico che, ad una profondità di circa 43.00 m dal p.c., inizia con un sottile strato di argilla alterata AMG, cui segue un livello, spesso circa m 1.50, di siltiti di colore grigio scuro ARL, dure e compatte, con superfici di discontinuità, e, infine, fino alla profondità investigata, argilla di colore grigio, compatta, con tessitura a scaglie AB.

Sotto il profilo idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza di una falda idrica avente sede nei terreni SC e CL della litofacies calcarenitico-sabbiosa, il cui substrato impermeabile è rappresentato dai terreni del complesso argilloso-quarzarenitico CAQ. La superficie piezometrica è ubicata a profondità di m 8.00-10.00 dal piano stradale.

Dal punto di vista geomorfologico l'area in cui sarà realizzata la Stazione Archimede rientra tra quelle indiziate per la presenza di cavità antropiche. Si tratta di antiche cave ipogee che potrebbero interessare le porzioni più superficiali, soprafalda, del sottosuolo interessato dalla realizzazione della Stazione.

STAZIONE NOTARBARTOLO

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

La Stazione Notarbartolo è ubicata al di sotto di Piazza Maria Boiardo, in corrispondenza del piazzale antistante la omonima stazione ferroviaria esistente. Essa presenta tre livelli funzionali, atrio, mezzanino, banchine. Le banchine sono centrali rispetto al corpo stazione che sarà scavato a cielo aperto. La profondità del piano di rotolamento è di circa 18.50 m.

In corrispondenza dell'area in cui verrà realizzata la Stazione sono stati eseguiti i sondaggi meccanici a carotaggio continuo denominati S1B49, B50, B52 ed S289.

Tali indagini hanno evidenziato la presenza di uno strato di terreno di riporto R pressoché continuo, di spessore compreso tra m 1.50 e 2.50 circa, costituito di sabbia di colore bruno giallastro con frammenti calcarenitici centimetrici. Il terreno di riporto ricopre i sottostanti terreni della litofacies calcarenitico-sabbiosa costituiti da un banco pressoché continuo di calcarenite debolmente cementata e sfaticcia CLa passante verso il basso ad una sequenza di livelli calcarenitici CL in alternanza a più spessi livelli di sabbia SC. La calcarenite CL si presenta da debolmente a ben cementata a tratti vacuolare, fossilifera di colore giallobrunastro.

La sabbia SC risulta di colore giallastro, da debolmente limosa a limosa, con sottili livelli calcarenitici. Ad una profondità di circa 24.00 m dal p.c. si trovano livelli lenticolari di sabbie limose Sa e limi sabbiosi LSa, plastici e di colore giallastro facenti parte della litofacies LAS, intercalati alla sabbia SC. Le sabbie SC e le calcareniti CL passano, ad una profondità compresa tra 22.00 e 28.00 m circa, alle sabbie S della litofacies argillo-sabbiosa LAS. La sabbia grigia si presenta da debolmente limosa a limosa ed in alcuni casi presenta noduli calcarenitici giallastri di natura organogena.

Dal punto di vista idrogeologico nel sito della Stazione si riscontra un acquifero a falda libera che ha sede nei terreni della litofacies calcarenitico-sabbiosa. La superficie piezometrica si attesta ad una profondità di circa 13.00 m dal p.c. Il substrato impermeabile è rappresentato dalle sabbie limose della litofacies argillo-sabbiosa LS.

Criticità e problematiche connesse con la fattibilità geologica dell'opera

Il tracciato della linea metropolitana in progetto, I tratta funzionale, attraversa, con una lunghezza di circa Km 6.5, i settori meridionale e centrale dell'area urbana di Palermo, attraversando anche parte del centro storico. Esso ha inizio in prossimità dell'incrocio tra Via Oreto e Viale Regione Siciliana e termina in prossimità della Stazione Ferroviaria Notarbartolo. Lungo il suo percorso la linea sottoattraversa l'alveo del F. Oreto, i paleo alvei ricolmati dei fiumi storici Kemonia e Papireto, nonché numerosi edifici di diversa epoca e tipologia edilizia.

Per la elaborazione dello studio geologico è stata effettuata una raccolta dati preliminare, che si è concretizzata nella acquisizione di oltre 120 stratigrafie di sondaggi meccanici eseguiti in passato nell'area interessata dall'opera per scopi diversi. Sulla base dei dati preliminari è stata eseguita una campagna di indagini mirata, finalizzata alla caratterizzazione litologica dei terreni interessati dall'opera e all'accertamento della profondità cui si localizza la falda idrica.

Complessivamente sono stati eseguiti n. 90 sondaggi meccanici a carotaggio continuo ubicati lungo la linea, nei punti in cui persistevano incertezze di ordine litologico-stratigrafico, nelle zone interessate dai manufatti più significativi (stazioni, manufatto di bivio, etc.), nei tratti in cui possono riscontrarsi situazioni di criticità in relazione alle problematiche di scavo e conseguenti effetti indotti sul territorio dalla realizzazione dell'opera.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Sulla base di tali indagini è stato elaborato il profilo geologico a scala 1/2000-1/200 nel quale è rappresentato un modello geologico-strutturale ed idrogeologico del sottosuolo attraversato dall'opera, che, pur nel senso di una schematizzazione, si ritiene attendibile e aderente alla realtà dei luoghi.

Sinteticamente l'assetto geologico lungo il tracciato può descriversi come appresso.

Lungo il tracciato della linea metropolitana si osserva la generale presenza di terreni calcarenitico-sabbiosi pleistocenici a giacitura suborizzontale, costituiti da sequenze in cui si alternano calcareniti giallastre e biancastre CL con grado di cementazione variabile, passanti sia in senso verticale che laterale a sabbie calcarenitiche giallastre SC e più raramente a calcareniti nodulari CN o vacuolari CV. In generale si ha una prevalenza dei terreni calcarenitici con subordinate intercalazioni di livelli sabbiosi; le sabbie calcarenitiche sono prevalenti, invece, nella parte inferiore del deposito calcarenitico-sabbioso. Alle riprese televisive in foro si osserva che la consistenza delle calcareniti è in genere quella di rocce lapidee, mentre con la perforazione, per effetto di un variabile grado di cementazione o di un certo grado di fratturazione, le calcareniti vengono campionate sottoforma di frammenti misti a sabbia.

Verso il basso i terreni della litofacies calcarenitico-sabbiosa passano in concordanza stratigrafica ai terreni della litofacies argilloso-sabbiosa, anch'essa pleistocenica, costituita di sabbie limose grigie fossilifere S e limi sabbiosi LS presenti estesamente nel tratto Via Oreto-P.zza San Domenico e in zona Via Sciuti, oppure presenti in sottili lembi discontinui interposti tra la litofacies calcarenitico-sabbiosa soprastante ed il substrato argilloso-quarzarenitico numidico nel tratto tra P.zza San Domenico e la zona Notarbartolo. La profondità cui si localizzano tali terreni, al di sotto di quelli calcarenitico-sabbiosi, è in genere variabile tra 10 ed oltre 20 m dal piano stradale. Il passaggio verticale tra le due litofacies calcareniticosabbiosa e argilloso-sabbiosa è in genere netto o avviene per successive alternanze.

Il substrato al di sotto delle due litofacies pleistoceniche è dato del complesso argillosoquarzarenitico oligo-miocenico pertinente alla Formazione del Flysch Numidico. Esso, costituito di argille, argille siltose e marnose a scaglie AB, argilliti e siltiti ARL e strati e banchi quarzarenitica QZ, si localizza a profondità variabili a seguito di un assetto tettonico strutturale complesso, caratterizzato dalla presenza di una più o meno densa griglia di faglie che generano una serie di alti e bassi morfostrutturali che lo portano in alcune zone molto profondo ed in altre più superficiale, fino ad affiorare. Lungo il tracciato di progetto si rinviene, infatti, a profondità molto elevate, oltre i 40-50 m nel tratto Oreto-Via Roma, a profondità comprese tra pochi metri ed oltre 10 nel tratto Piazza San Domenico-Stazione Notarbartolo, subaffiorante, ricoperto da una sottile coltre di terreni di riporto, in zona Politeama.

Spesso tra il substrato argilloso-quarzarenitico e le soprastanti litofacies pleistoceniche, calcarenitico-sabbiosa e argilloso-sabbiosa, si intercala una terza litofacies pleistocenica, di spessore pari a qualche metro al massimo e di natura conglomeratico-ghiaiosa, GH ed Sg, depostasi a seguito della trasgressione del mare quaternario sul substrato numidico.

Il quadro geologico sinteticamente illustrato viene completato dalla copertura di depositi continentali e più precisamente:

- depositi alluvionali antichi e recenti di natura ghiaioso-sabbiosa ALg e sabbioso-limoso ALf nell'area del Fiume Oreto, presenti fino a profondità di oltre 40 m dal piano stradale;

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

- depositi alluvionali antichi pertinenti alle paleovalli ricolmate dei Fiumi Kemonia e Papireto; presenti nel tratto tra Via Divisi e Piazza San Domenico, sono costituiti di limi organici nerastri plastici LO e sabbie limose grigio nerastre a zone torbose SL che si riscontrano fino a profondità comprese fra 10-13 ed oltre 20 m dal piano stradale;
- limi rossi residuali LR distribuiti in lembi discontinui di spessore dell'ordine del metro o poco più al tetto dei terreni calcarenitici;
- terreni di riporto R antichi e recenti dovuti alle modificazioni antropiche che nel tempo hanno interessato l'area urbanizzata.

Sotto il profilo idrogeologico i terreni del complesso calcarenitico-sabbioso rappresentano un acquifero di una certa consistenza a permeabilità medio alta per porosità e fessurazione.

Esso è sede, pertanto, di una falda idrica avente direzione di flusso orientato verso mare. La superficie piezometrica, localizzata a profondità variabile tra pochi ed oltre 10 m dal p.c., presenta un andamento morfologico abbastanza regolare modellato sulla morfologia sepolta del substrato impermeabile.

Sotto il profilo geomorfologico in una piana densamente urbanizzata, quale è la città di Palermo, gli aspetti più rilevanti sono connessi:

- alla presenza di cavità ipogee di natura antropica; allo stato attuale si ha notizia di cavità esistenti nelle aree circostanti al tracciato di progetto e si conoscono alcune aree fortemente indiziate per la presenza di cave storiche sotterranee ubicate nel tratto Via Perez-Piazza Giulio Cesare e nel tratto Stazione Politeama-Via Domenico Costantino;
- al verificarsi di eventuali fenomeni di allagamento nella parte del centro storico (zona Borsa) classificata a rischio idraulico R2; tali fenomeni sono dovuti al concentrarsi dei deflussi superficiali conseguenti a piogge intense, che con difficoltà vengono smaltiti dal sistema di drenaggio attuale.

La breve sintesi appena illustrata è sufficiente ad evidenziare che le problematiche connesse con la fattibilità geologica dell'opera riguardano sostanzialmente le caratteristiche di consistenza dei terreni attraversati, nonché la interferenza tra l'opera e la falda idrica e gli effetti conseguentemente indotti da quest'ultima sul territorio circostante. Più marginali possono considerarsi le problematiche riguardanti la eventuale presenza di cavità ipogee o l'attraversamento di aree classificate a rischio idraulico in quanto fenomeni più superficiali rispetto alle quote di progetto alle gallerie.

E' ovvio che tali problematiche si pongono in maniera diversificata e con condizioni a diverso grado di severità in relazione alle tipologie delle opere da realizzare.

Più in particolare, le problematiche geologiche connesse con lo scavo delle gallerie riguardano:

1. Le caratteristiche di consistenza dei terreni attraversati. Esse condizionano la scelta dei metodi di scavo, le condizioni di stabilità del cavo, le condizioni di stabilità in superficie. Complessivamente le gallerie attraversano i seguenti tipi litologici:

- terreni del complesso calcarenitico-sabbioso costituiti di sequenze in cui sialternano livelli a giacitura suborizzontale di calcarenite CL con grado di cementazione variabile, da lapidee a tenere e friabili, calcareniti CN costituite da un fitto scheletro di noduli ben cementati frammisti a sabbia, sabbie SC con noduli sparsi e sottili intercalazioni di calcarenite ben cementata; alle profondità della galleria questi litotipi sono distribuiti in senso laterale e verticale in modo del tutto casuale; si



tratta di materiali facilmente scavabili distribuiti variamente lungo le gallerie; le condizioni di stabilità del cavo sono in genere buone e tendono a diventare più critiche dove prevalgono sequenze sabbiose, che possono originare fornelli dalla calotta; inoltre, laddove venga intercettata circolazione idrica sotterranea, le sabbie possono subire fenomeni di erosione e scavamento ad opera dei deflussi idrici laddove essi vengano drenati dalla galleria;

- terreni del complesso argilloso-quarzarenitico, costituiti di argille a scaglie AB e argilliti e siltiti ARL con intercalati livelli quarzarenitici QZ; le quarzareniti sono molto dure e compatte, più o meno fessurate, in strati e banchi di spessore da decimetrico a diversi metri, a giacitura inclinata; le condizioni di stabilità del cavo complessivamente sono buone, tuttavia bisogna considerare per le argille la eventualità di fornelli di porzioni argillose particolarmente tettonizzate e scagliettate e la possibilità di rigonfiamenti e fuori sagoma, visto che le argille sono spingenti e si deformano a breve termine, una volta esposte all'aria; bisogna tenere presente, inoltre, possibili fenomeni di plasticizzazione delle argille al contatto con strati quarzarenitici saturi; le quarzareniti, infine, attraversate da giunti variamente orientati, possono dar luogo a distacchi di volumi lapidei dal fronte, lungo giunti sfavorevolmente orientati;

- sabbie limose S e limi sabbiosi LS grigi fossiliferi, per i quali i problemi di stabilità del cavo sono piuttosto limitati; possono subire fenomeni di plasticizzazione al contatto con livelli saturi sabbioso-calcarenitici e possono essere interessati da fornelli dalla volta;

- terreni alluvionali antichi e recenti costituiti da spesse sequenze di sabbie limose nerastre scarsamente addensate SL, limi organici nerastrici plastici LO, sabbie limose e limi sabbiosi con elementi di ghiaia ALf e ghiaia di matrice sabbiosa ALg in livelli lenticolari; tali tipi litologici presentano in genere scadenti caratteristiche meccaniche e possono dare origine a fornelli dalla calotta e problemi di stabilità del cavo e del fronte.

2. La interferenza con la falda idrica. Le gallerie intercettano la falda idrica contenuta nell'acquifero calcarenitico-sabbioso; l'interferenza avviene in genere per l'intera altezza delle gallerie che, pertanto, si trovano completamente sottofalda; le gallerie, di conseguenza, vengono a costituire un ostacolo impermeabile al deflusso idrico sotterraneo; si ritiene, in ogni caso, che nei tratti in cui le gallerie intercettano il substrato impermeabile possono verificarsi eventuali rigurgiti a monte, la cui entità sarà controllata dalla possibilità che ha la falda, comunque, di defluire al di sopra delle gallerie, date le coperture previste, mentre, laddove il substrato impermeabile è profondo e le gallerie si sviluppano nei terreni calcarenitico-sabbiosi, il regime idraulico sotterraneo non dovrebbe subire alterazioni significative, dato che la falda idrica ha possibilità di defluire agevolmente al di sotto e al di sopra delle gallerie.

In relazione alle problematiche sopra citate, è opportuno far presente, in ogni caso, che lo scavo meccanizzato scelto per la realizzazione dell'opera bensì adatta alla costruzione di gallerie in condizioni geologiche difficili, anche con basse coperture, terreni instabili e scavi sottofalda, è applicabile su terreni di consistenza variabile, da incoerenti più o meno plastici a lapidei, è in grado di sostenere il mantenimento della falda durante lo scavo, ha impatti molto bassi sulle strutture in superficie. Si ritiene, pertanto, che esso sia idoneo alla realizzazione delle gallerie previste in progetto e che le problematiche legate alle caratteristiche di consistenza dei materiali scavati, alle condizioni di stabilità di cavo, nonché alla presenza di falda idrica durante i lavori possano essere agevolmente superate col metodo di scavo prescelto.



3. La presenza di cavità antropiche ipogee. Lungo il tracciato le gallerie attraversano aree fortemente indiziate per la presenza di cavità antropiche ipogee. Queste ultime sono localizzate nei primi 20 m di sottosuolo e in ogni caso, al di sopra della falda. Non è da escludere la eventualità di intercettare qualche cavità ipogea poco al di sopra della volta delle gallerie, tenuto conto che a profondità galleria dovrebbe essere difficile incontrare cavità, visto che le gallerie sono sempre sottofalda. Non sono da escludere, pertanto, condizioni di criticità nel caso in cui le gallerie sono isolate da una cavità soprastante attraverso un diaframma sottile (pochi metri) di terreni calcarenitico-sabbiosi. Poiché ad oggi non si conoscono esatte ubicazioni, né geometrie di tali cavità, né si è certi della loro effettiva presenza, e poiché in ambiente urbano i metodi geofisici comunemente utilizzati per la ricerca di cavità ipogee danno risultati incerti e spesso scarsamente attendibili, si ritiene che la problematica vada affrontata, con risultati più efficaci, in corso d'opera, attraverso la esecuzione, nel tratto indiziato, di apposite indagini in avanzamento dal fronte della galleria. Nel caso venisse riscontrata qualche cavità andranno approfondite le indagini in modo da caratterizzarne la geometria e provvedere ad idonei interventi di intasamento e consolidamento a garanzia delle condizioni di sicurezza per l'opera da realizzare, sia in fase di cantiere che in fase di esercizio, e per l'edificato sovrastante.

Le problematiche connesse con la realizzazione delle stazioni riguardano:

la stabilità dei fronti di scavo: in relazione alle caratteristiche litologiche e meccaniche dei terreni, in generale, non si pongono particolari problemi per la stabilità delle pareti di scavo nei terreni calcarenitico-sabbiosi e argillosoquarzenitici, mentre problemi di stabilità possono porsi con i terreni sabbioso limosi più o meno plastici; tuttavia, considerata la profondità di scavo e considerato che i fronti di scavo sono posti in prossimità degli edifici esistenti, bisognerà porre particolare attenzione alla stabilità dei fronti di scavo medesimi, per eventuali cedimenti ed effetti indotti sugli edifici circostanti; sarà opportuno, pertanto, prevedere opere di sostegno dei fronti di scavo, opportunamente rigide e dotate di tiranti o puntoni per limitare al massimo le decompressioni del terreno;

le interferenze tra falda idrica e opera da realizzare: lo scavo per la realizzazione delle stazioni interferirà in modo significativo con la falda idrica; si ritiene opportuno, pertanto, che sia previsto il drenaggio e l'allontanamento delle acque di falda durante i lavori e, nel contempo, l'impermeabilizzazione dello scavo, onde consentire condizioni di sicurezza all'opera in corso di esecuzione e di esercizio; inoltre, conseguenza dell'interferenza tra la falda idrica e le opere da realizzare potrà essere il rigurgito a monte della falda idrica, tenuto conto che i fronti di maggiore allungamento dei corpi stazione intercettano la falda con direzione normale alla sua direzione di deflusso; si ritiene opportuno che nella fase successiva di progettazione vada studiata ed approfondita la problematica, al fine di quantificare la effettiva interferenza con la falda e valutarne gli effetti indotti.

3.1.3 Popolazione e salute umana

Il trend fortemente positivo di vaccinazioni non strettamente obbligatorie, come quella antipneumococcica o quella antinfluenzale, manifesta chiaramente la sensibilizzazione in atto presso i soggetti interessati (genitori di bimbi in età prescolare nel primo caso, anziani e categorie a rischio nel secondo), come emerge dal raffronto dei dati riferiti al 2001, 2002, 2003, con una

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

variazione per quanto riguarda le vaccinazioni combinate per l'infanzia, in cui emerge la sempre maggiore diffusione, per gli anni di riferimento, del vaccino "esavalente".

Altrettanto interessanti i dati riferiti alle notifiche di malattie infettive e diffuse, dai quali si può rilevare la sostanziale assenza, sul territorio palermitano, di alcune malattie temutissime storicamente, non solo nel passato, come lebbra, malaria importata, peste, rabbia, poliomielite, dati questi validi tanto per il 2002 che per il 2003; restano invece abbastanza elevati, per tutti e due gli anni, i tassi d'incidenza rispetto alla popolazione dei casi notificati di malattie tipiche dell'infanzia, come morbillo, parotite epidemica, pertosse, scarlattina, varicella (quest'ultima, diffusissima tra i bimbi in età scolare, ha raggiunto il tasso di 67,4 nel 2002 e di 46,9 nel 2003: tali tassi sono molto più elevati di quelli riferiti a morbillo, parotite ed altre malattie per le quali è diffusa la vaccinazione obbligatoria per la frequenza scolastica). Da rilevare sono anche i tassi d'incidenza di malattie – come la salmonellosi, la febbre tifoide, i vari tipi di epatite e la diarrea infettiva - quasi tutti in aumento nel 2003 rispetto al 2002, ad indicare generali condizioni di carenze igieniche soprattutto per quanto riguarda l'alimentazione.

3.1.4 Paesaggio naturale e antropico del contesto di progetto

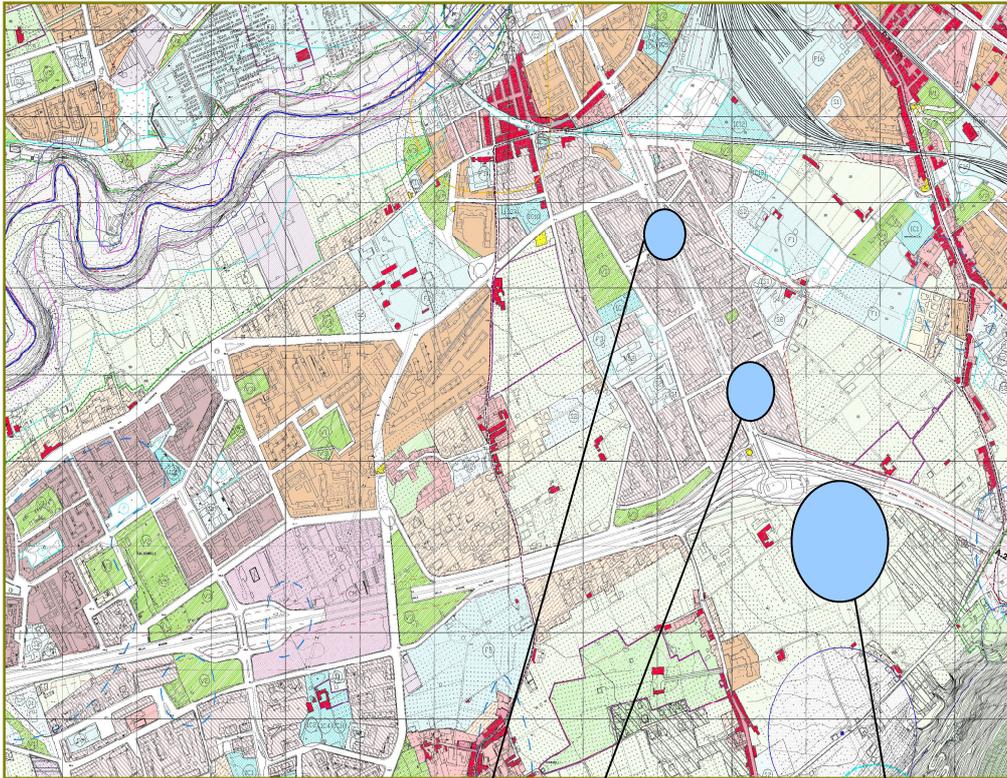
Per omogeneità di contesti fisici e paesaggistici, lo Studio indaga l'ambito di riferimento per distinti sottoambiti:

- Oreto-Giulio Cesare;
- Giulio Cesare-Borsa;
- Borsa-Archimede;
- Archimede-Notarbartolo

3.1.4.1 Sottoambito Oreto-Giulio Cesare

Il sottoambito si iscrive in tre ambiti urbani distinti dal punto di vista morfologico, tipologico e funzionale che si descrivono a partire dalla prima area di influenza del Progetto (la Circonvallazione):

- il contesto della città "intermedia", compresa tra il nucleo denso e l'arco della circonvallazione. Si tratta di una fascia di diversa profondità (stretta a nord ed a sud, ampia in corrispondenza delle aree centrali) che comprende insediamenti strutturalmente complessi, dove la maglia insediativa storica allineata lungo le radiali e la fitta rete delle "trazzere" si scontra con la maglia geometrizzante della città novecentesca e contemporanea, dando luogo a brusche variazioni degli allineamenti e delle sezioni stradali. L'inserimento degli impianti ferroviari, a sua volta, ha introdotto altre interruzioni ed altre discontinuità. In tale contesto si colloca la "testa" delle azioni del sistema metropolitano, interessando una cospicua porzione di area agricola.



Visualizzazione del contesto da PRG

Cantiere temporaneo smarino

Stazione Svincolo Oreto

Stazione Oreto Sud

Il contesto è contrassegnato dalla promiscuità e dal congestionamento di destinazioni e usi legati alla residenza, al piccolo commercio e alla presenza dello svincolo di accesso dall'autostrada. A monte della Circonvallazione, in area agricola, si prevede di localizzare il cantiere temporaneo per lo smarino mentre la Stazione Svincolo Oreto e la Stazione Oreto Sud vengono localizzate in corrispondenza dell'asse di via Oreto, che termina alla Stazione Centrale. Lungo tale asse viario si articola e si distende la città contemporanea marcata dalla residenza popolare e dal piccolo commercio, con elevato transito di veicoli (anche pesanti) giornaliero. Il traffico appare coingestionato, oltrechè per la presenza di accessi da rete extraurbana, anche per la presenza di intersezioni tipiche della maglia ottocentesca, complicata anche dalla presenza di infrastrutture

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

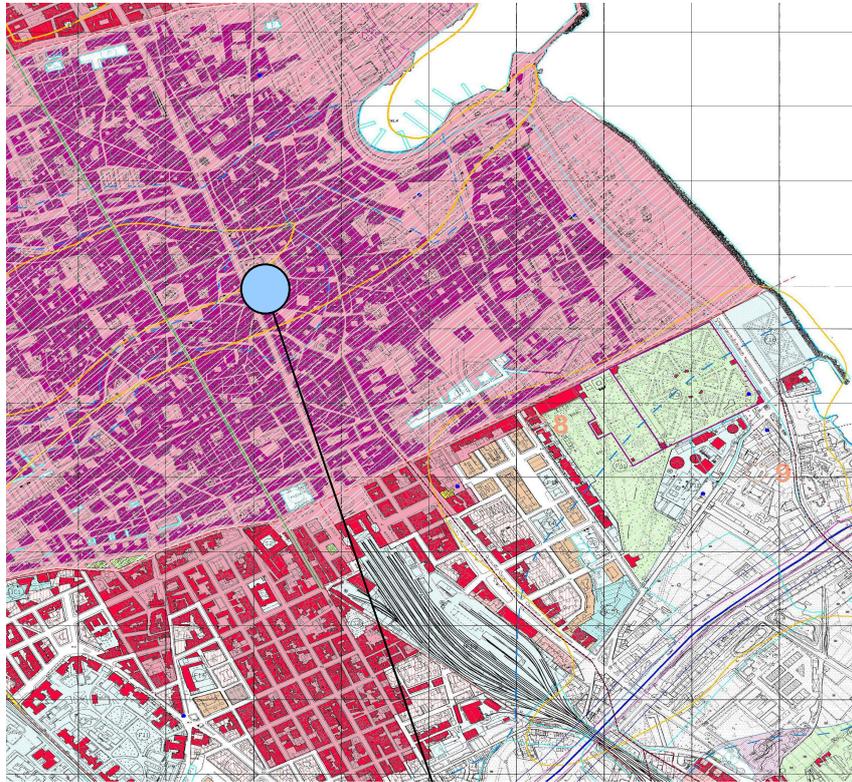
viarie sottodimensionate, riferite soprattutto agli attraversamenti del fiume Oreto e agli incroci con la linea ferrata.

Proseguendo in direzione sud-occidentale, dove la città si fa più densa a monte della linea ferrata che ancora attraversa la città, il sistema si fa più complesso e articolato, anche dal punto di vista della conurbazione. E' in questo contesto che si collocherà la Stazione Oreto Sud. Qui il sistema delle relazioni urbane si arricchisce degli assi di collegamento con la costa sud-orientale e con il reticolo della città ottocentesca.

3.1.4.2 Sottoambito Giulio Cesare – Borsa

In tale contesto spicca sicuramente:

- la maglia della città ottocentesca di contorno alla Stazione Centrale, terminale della città storica e della delimitazione amministrativa “centro storico” connotata da:
- l'area compresa tra l'Orto Botanico e la Stazione Centrale, un tempo detta Rione Orto Botanico, (prevista dal piano del Giarrusso alla fine del secolo scorso come nuova espansione), che presenta una maglia ortogonale che si estende a quasi tutto il sistema locale (Via Roma).
- L'asse di Via Roma, tipico della pianificazione Giarrusso, accoglie una trama residenziale fitta, densamente urbanizzata e connessa al settore commerciale, al terziario (soprattutto bancario). Nelle prossimità si collocano anche le strutture centrali dell'amministrazione provinciale e comunale, come varie strutture – centrali e periferiche dell'Università. Pertanto il contesto risulta interessato da un consistente movimento di persone e cose e dal complesso dei sottoservizi di rango urbano.



Il sottoambito Giulio Cesare-Borsa

Stazione Borsa

La Stazione Borsa sarà ubicata nel cuore di tale sistema.

3.1.4.3 Sottoambito Borsa - Archimede

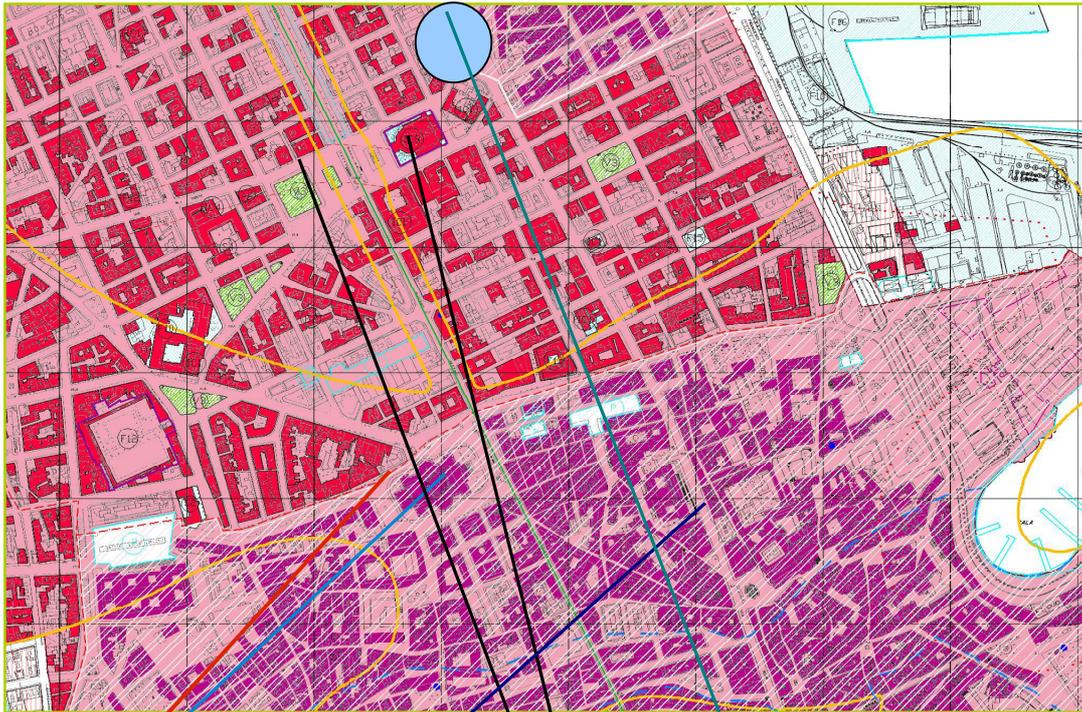
Sottoambito Borsa-Archimede

Definito, come abbiamo visto, dalla complessità e dai valori paesaggistici del centro storico, il sottoambito si arricchisce dei valori e della maglia della città ottocentesca centrale, vivificata dalla presenza dei due grandi teatri cittadini – il Massimo e il Politeama e dalle funzioni tipiche della city commerciale e del terziario. La compresenza di funzioni molteplici e l'alta densità abitativa (anche per effetto della pendolarità studentesca), unita alla presenza di sedi amministrative, fa di questo contesto uno dei più vulnerabili all'azione antropica. Anche qui il traffico e il movimento di persone e cose è elevato e congestionato (da e per il centro), proprio in prossimità dei teatri, inseriti in prossimità di snodi e di assi di collegamento tra la fascia costiera e la fascia pedemontana (via Cavour e via Dante).



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale



Teatro Massimo

Via Cavour

Via Roma

Teatro Politeama

Via Dante

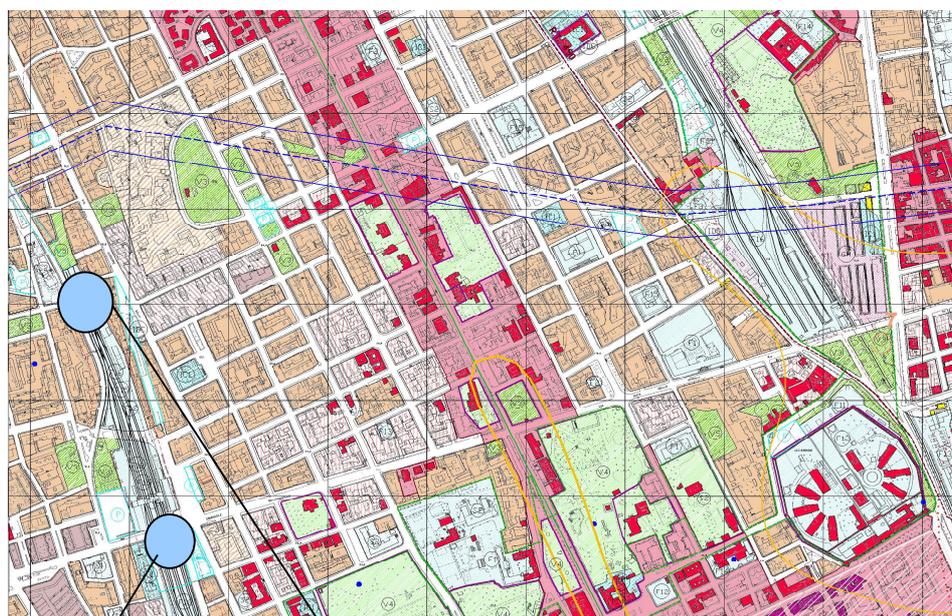
Stazione Archimede

Il contesto sarà interessato dagli interventi per le Stazioni Massimo e Politeama.

Per quanto attiene al contiguo sistema locale, dove verrà ubicata la Stazione Archimede, questo mantiene ancora i caratteri della maglia ottocentesca, misti alla trama della città proto-Liberty, che si focalizza intorno all'asse della Via Libertà. L'area della Stazione Archimede è prossima allo storico quartiere di Borgo Vecchio, in prossimità del Carcere Ucciardone e del molo portuale S. Lucia. Anche questo contesto presenta i caratteri combinati della funzione residenziale mista al commercio e al terziario. La presenza del Porto di Palermo e del Mercato storico di Borgo Vecchio, unita alla fitta maglia viaria e all'intenso traffico, rappresentano caratteri di criticità e vulnerabilità.



3.1.4.4 Sottoambito Archimede - Notarbartolo



Stazione Notarbartolo

Manufatto terminale

L'ultima porzione urbana interessata dalla tratta in questione si colloca nella periferia storica definita dal contesto della Via Notarbartolo. Quest'area è interessata dalla linea ferroviaria e dalla Stazione della Metropolitana sulla tratta dismessa della Ferrovia. Il contesto urbano è di recente formazione e contigua alla maglia proto-liberty del contesto Libertà.

Su quest'area è attiva la proposta del PIAU Porti e Stazioni che prevede un consistente intervento di riqualificazione urbana del contesto delle aree dismesse della ferrovia delle aree Lolli-Notarbartolo, che attiva fertili sinergie con il Progetto di Metropolitana leggera.

Su quest'area insistono gli interventi (con cantieri peraltro attivi) del Passante Ferroviario (tratta B; Notarbartolo-Belgio).



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

SEZIONE TERZA - ANALISI DELLE AZIONI PROGETTUALI E INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI

1. Lo scenario di progetto: interventi

La metropolitana leggera di Palermo prevede nel primo lotto le seguenti opere:

- Trincea e galleria artificiale di Oreto deposito
- Stazione Svincolo di Oreto
- Stazione Oreto Sud
- Stazione Oreto Nord
- Stazione Giulio Cesare
- Stazione Borsa
- Stazione Massimo
- Stazione Archimede
- Stazione Notarbartolo
- Manufatto terminale
- Pozzi di intertratta

1.1 Galleria di linea

La maggior parte della linea della prima tratta funzionale è prevista con sezione a doppia galleria, ciascuna con binario unico ed a sezione circolare, prevista su tutto il suo sviluppo a foro cieco con l'utilizzo di frese scudate a piena sezione. Fa eccezione il primo tratto, compreso tra il deposito e la stazione Svincolo Oreto e l'ultimo tratto della zona degli scambi per l'inversione dei treni, posto dopo la stazione Notarbartolo ed immediatamente prima del termine della prima tratta funzionale, per i quali è prevista una galleria unica con doppio binario, a sezione rettangolare, realizzata in artificiale con l'ausilio di diaframmi in c.a. I criteri di progetto generali adottati per la sezione corrente della linea sono:

- doppia galleria circolare ad un binario:

- diametro interno da un massimo di m. 5,30 ad un minimo di m. 4,70 (in dipendenza della sagoma del materiale rotabile che verrà adottato)

1.2 Stazioni

Le stazioni sono riconducibili in parte ad una tipologia standard definita in seguito come stazione tipo ed in parte a speciali tipologie (a tipologie speciali) definite in seguito come stazione speciale. Tutte le stazioni sono interrate a banchina centrale, ad eccezione di Svincolo Oreto che ha banchine laterali e di Archimede che presenta banchine sovrapposte, con un minimo di due accessi alla superficie secondo le prescrizioni della normativa vigente.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

La stazione tipo ha pianta rettangolare e banchina centrale ad “isola” ed è costruita a cielo aperto. Essa presenta tre livelli funzionali e cioè il piano atrio (posto immediatamente al di sotto del piano strada), il piano mezzanino posto il piano atrio sovrastante il piano banchine sottostante più profondo. Sono riconducibili a questa tipologia le stazioni Oreto Sud, Giulio Cesare, Politeama e Notarbartolo mentre sono di tipologie speciali le restanti e cioè Svincolo Oreto, Oreto Nord, Borsa, Massimo ed Archimede che vengono descritte nei punti a seguire.

Per la stazione Politeama si specifica che essa non è esattamente uguale alla stazione tipo in quanto a livello altimetrico il piano banchina è più profondo di circa 1,50m rispetto a quella della stazione tipo e pertanto tale stazione si individua tipologicamente nel seguito come tipo “profonda” e non come tipo.

La stazione speciale Svincolo Oreto (tipologia speciale 1), costituita a pianta rettangolare e banchine laterali. Essa presenta una estensione, oltre la “scatola” funzionale della stazione, in direzione Notarbartolo, di forma trapezoidale in pianta per consentire l’allargamento dello spazio dell’interbinario per avere la larghezza necessaria per poter calare i due scudi meccanizzati ed eseguire in sicurezza le due gallerie circolari che costituiscono la sezione corrente della linea. Tale stazione presenta due soli livelli e cioè il piano atrio ed il piano delle banchine, in quanto essa ha la livelletta ad una profondità non molto elevata in quanto si colloca al termine della tratta che funge da collegamento altimetrico tra la il deposito e la galleria corrente di linea che presenta una quota di rotolamento non inferiore a 18/18,50m. per garantire il sottoattraversamento in sicurezza degli edifici interessati dal tracciato della metropolitana.

Stazione speciale Oreto Nord (tipologia speciale 2). A causa della ristretta larghezza della via Perez, ove tale stazione trova ubicazione, la stazione è costituita da una “scatola” rettangolare lunga e stretta realizzata a cielo aperto (sul sedime stradale di Via Perez) ove trovano collocazione, l’atrio, le scale di collegamento fino al piano banchina ed i locali tecnologici e da due gallerie naturali (una per ciascuna banchina) di banchina realizzate con sezione policentrica scavata in tradizionale e collegate alla “scatola “ della stazione per mezzo di due cunicoli di comunicazione, anch’essi scavati in tradizionale). Le due gallerie di banchine sono ubicate sotto gli edifici posti ai lati della Via Perez e pertanto la quota del piano di rotolamento è molto profonda e si attesta ad una profondità di circa 22,50m al fine di realizzare in sicurezza le gallerie di banchina con ridottissimi risentimenti in superficie ed al di sotto dei piani di imposta delle fondazione degli edifici sottoattraversati dalle gallerie di banchina..

Stazioni speciali Borsa e Massimo (tipologia speciale 3). A causa dei vincoli in superficie nelle aree ove trovano collocazione le due stazioni, costituiti dalla presenza di un antico canale interrato di epoca medievale su Piazza Borsa per l’omonima stazione e da alberature di pregio non rimovibili presenti su Piazza Verdi, esse vengono realizzate con un’apposita ulteriore tipologia speciale. Tale tipologia è costituita da una “scatola” a pianta pressoché quadrata, realizzata a cielo aperto ove trovano collocazione, l’atrio, le scale di collegamento fino al piano banchina, i locali tecnologici e parte delle banchine. La restante parte di lunghezza di banchina è prevista in due gallerie realizzate con sezione policentrica e scavo in tradizionale a partire dalla scatola della stazione. Tale tipologia speciale prevede la quota del piano di rotolamento a circa 18,50/19m. di profondità come per la



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

stazione tipo. Ciò è possibile perchè le gallerie di banchina non sottoattraversano nessun edificio in quanto si trovano al di sotto delle piazze dove sono ubicate le due stazioni.

Stazione speciale Archimede/manufatto di bivio (tipologia speciale 4). Tale stazione ha una tipologia a banchine sovrapposte in quanto è planimetricamente ubicata in adiacenza al manufatto di bivio per la diramazione della linea nei due rami Archimede/ Notarbartolo/Strasburgo/ Aldisio/ Mondello e Archimede/Gentili/De Gasperi/Aldisio/ Mondello. Tale manufatto di bivio è stato previsto di tipologia a binari sovrapposti per contenerne al massimo la dimensione planimetrica, sia a causa dell'esiguità dell'area disponibile per la sua localizzazione, sia per contenerne i costi in quanto di dimensioni più contenute rispetto ad un manufatto di bivio senza sovrapposizione dei binari che ha una lunghezza circa tripla rispetto a quello a binari sovrapposti. Inoltre l'adozione della tipologia di stazione a banchine sovrapposte, oltre che per la contiguità con il manufatto di bivio è stata adottata anche per ridurre al minimo la larghezza della stazione in modo da limitare al minimo e su un solo filare l'interferenza con le alberature di pregio presenti su Viale della Libertà nel tratto di inserimento della stazione/bivio. Dal punto di vista della consistenza delle opere la stazione Archimede ed il manufatto di bivio costituiscono un "unicum" strutturale e funzionale realizzato con una scatola a pianta pressoché trapezia molto allungata realizzata a cielo aperto con l'adozione di diaframmi per il contenimento dello scavo.

La localizzazione delle stazioni recepisce le linee guida desunte dallo Studio di Fattibilità e da quanto verificato e stabilito con il Comune di Palermo.

1.3 Deposito officina

Il progetto in argomento prevede la realizzazione di edifici di Deposito ed Officine per l'utilizzo e la manutenzione del materiale rotabile.

Per il dimensionamento del deposito e delle officine sono stati considerati i seguenti parametri geometrici che sono risultati sempre, tra i diversi sistemi studiati, maggiormente vincolanti:

- Raggio di curvatura: 50 metri
- Larghezza del veicolo: 2,65 metri
- Lunghezza del veicolo: 52,28 metri

Il progetto realizzato considera lo sviluppo definitivo della linea e, pertanto, l'area destinata al deposito ed alle officine avrà una capienza complessiva di 40 treni; in prima fase è prevista la realizzazione di un deposito da 16 treni.

Le officine ed i depositi moderni essenzialmente svolgono le seguenti funzioni:

- Stazionamento dei veicoli durante la pausa dalle operazioni.
- Ispezione, manutenzione e pulizia dei veicoli.
- Riparazione e revisione tecnica dei veicoli.

A queste mansioni tecniche si aggiungono anche le funzioni operative e amministrative tra cui:

- Amministrazione
- Gestione delle operazioni / Edificio Centrale
- Postazione per il Controllo Centralizzato delle Stazioni.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

L'area individuata per la costruzione degli impianti di ispezione, manutenzione e riparazione dei veicoli e per gli uffici di amministrazione e controllo degli edifici di servizio del deposito e delle officine è ubicata nella zona ad ovest del tracciato, al termine di via Oreto.

In questo spazio, che misura 96.464 m², accanto alle officine per la manutenzione sono ubicati i binari di stazionamento dei treni, il binario esterno per il lavaggio automatico, gli uffici e i gabbioni che controllano l'accesso alle installazioni indispensabili per lo sviluppo delle attività interne.

L'edificio occupato dagli uffici amministrativi e gestionali si realizzerà nello spazio libero situato a ridosso dei parcheggi destinati al personale.

Gli accessi all'area sono stati ubicati a Nord, in modo da sfruttare le comunicazioni esistenti con il binario di servizio adiacente al deposito.

Di seguito vengono descritte le distinte aree funzionali del deposito.

L'area destinata alla rimessa e alle officine è stata calcolata in base alla necessità primaria di fornire una capienza a 16 treni con composizioni di **lunghezza massima** pari a 52,28 metri (nel caso si utilizzi il sistema Val), e con una **larghezza massima** pari a 3,62 metri (nel caso si scelga di utilizzare il sistema Ansaldo).

Il raggio minimo adottato nel progetto ed utilizzato all'interno delle officine è pari a 50 metri, nel rispetto del valore più vincolante determinato dal sistema Ansaldo.

L'area a disposizione consente di collocare 2 composizioni di 52,28 metri su di un binario, una di seguito all'altra, in funzione del sistema selezionato.

In un primo momento si avanza l'ipotesi di far stazionare i treni in una area coperta per preservarli dalle condizioni atmosferiche, ma resta comunque aperta la possibilità di evitare la copertura dell'area.

Questo edificio prevede zone di accesso per i pedoni indipendenti da quelle dedicate al materiale rotabile, in modo da evitare possibili incidenti.

Si è proposto nel progetto la realizzazione di un binario per il lavaggio automatico dei treni, sul quale il treno resta in posizione di riposo.

Le officine si possono suddividere in:

1. Postazioni per la manutenzione leggera
2. Postazioni per la manutenzione pesante.
3. Laboratori ed aree di lavori specifici

Per la manutenzione leggera delle composizioni sono stati previsti due binari, ciascuno con due postazioni di lavoro. Uno dei due binari sarà destinato alla manutenzione giornaliera e l'altro a quella periodica.

Il Posto di manutenzione giornaliera sarà progettato per la circolazione di una composizione.

In questa parte dell'officina si effettuerà l'ispezione visiva dei veicoli, il rifornimento dei materiali di consumo (sabbia, liquido per il lavaggio dei parabrezza) e la pulizia degli interni.

Una volta portate a termine tali attività, i treni potranno passare all'area di stazionamento o direttamente alla circolazione.

Il Posto di ispezione periodica, che sarà organizzato e costituito su due postazioni, è stato pensato per la realizzazione di controlli periodici e per riparazioni leggere del veicolo. E' fornito di una



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

fossa centrale, di fosse laterali e di una piattaforma alta, in modo da poter accedere a tutte le parti del veicolo.

Le **Officine per la manutenzione pesante** sono destinate ad interventi e riparazioni importanti, quali ispezioni approfondite, sostituzione di componenti, revisione completa dei treni. Sarà installato un impianto fisso, in fossa, per il sollevamento dei treni, che consentirà la realizzazione delle operazioni relative al cambio del carrello.

I carrelli smontati dai treni saranno trasferiti nell'area coperta per la riparazione dei carrelli attraverso dei railes o del ponte gru mobile. La manutenzione del veicolo si realizzerà in un primo momento con la sostituzione dei carrelli consumati con quelli nuovi.

I treni saranno introdotti e tirati fuori da questa zona con l'aiuto di un veicolo di manovra alimentato da batterie. Le ispezioni e riparazioni aggiuntive si realizzeranno in questo stesso binario, giacché è necessario disporre di un impianto fisso in fossa per il sollevamento.

E' stata prevista la realizzazione di un binario per l'ispezione, la sosta e il riprofilamento delle ruote. La finalità del tornio in fossa delle ruote è quella di testare il profilo delle ruote e per realizzare il riprofilamento delle stesse.

Le officine specifiche sono ubicate all'interno degli stabili destinati alla manutenzione leggera e pesante, in prossimità delle corrispondenti postazioni di lavoro. Nonostante questa ubicazione si prevede anche la possibilità di rendere il percorso breve, in modo da garantire un rapido ed ottimale svolgimento delle attività.

Le officine previste sono:

- 1 Officina meccanica.
- 2 Officina elettrica.
- 3 Officina di componenti elettronici.
- 4 Officina di sistemi di condizionamento dell'aria.
- 5 Officina di componenti idraulici e pneumatici.
- 6 Stazione merci, magazzino e manutenzione delle batterie dei veicoli.

I magazzini previsti sono i seguenti:

1. Magazzino per i materiali di consumo:
2. Magazzino per vernici e lacche:
3. Magazzino per lubrificanti ed oli:
4. Magazzino per liquidi infiammabili:
5. Magazzino per oggetti di grandi dimensioni:

Il binario di prova è necessario per effettuare le prove del veicolo dopo averlo sottoposto ad interventi di manutenzione nei componenti più importanti per la sicurezza, come ad esempio freni, carrelli, apparati di protezione del treno. etc. Per questa ragione i treni devono poter accelerare sul binario di prova fino a 2/3 della loro velocità massima.

L'edificio destinato all'amministrazione e al controllo degli impianti sarà costituito da uffici e postazioni di supervisione alla rete di metropolitana leggera automatica, disporrà di servizi necessari come bar, bagni, armadietti e spogliatoi e avrà tutto intorno aree verdi e parcheggi per i veicoli di dipendenti e visitatori.

Le apparecchiature dell'edificio centrale di controllo comprenderanno i seguenti elementi:



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

6. Sala operativa
7. Sala controllo
8. Sistema di visualizzazione tipo video wall
9. Pavimentazione tecnica
10. Piano di controllo per operatori
11. Banco per i supervisori
12. Piano per la manutenzione

Per la realizzazione delle officine e dei depositi è stata sfruttata la estensione massima del terreno così come avviene nel caso del fascio di binari di stazionamento, modulando la distanza tra i binari con la larghezza standard necessaria per le officine e con la metà di questa per i depositi in modo da mantenere agevoli le manovre in curva.

I treni si troveranno a N-E del territorio disponibile, entreranno dai binari di sosta, ossia dalle officine, con l'opzione di poter accedere dal binario di lavaggio automatico situato parallelamente al binario di prova.

A causa delle dimensioni e della geometria dell'area, i binari delle officine e del deposito sono terminali e, per questa ragione, l'ingresso e l'uscita dei veicoli si realizzerà attraverso i due binari di accesso.

Il traffico dei veicoli all'interno della zona di deposito dovrà esser ridotto al minimo. Al fine di evitare interferenze o incidenti si è deciso di prevedere un sottovia che dall'area parcheggio – ingresso permette l'accesso diretto al piazzale del deposito senza interferire con i binari.

Dall'accesso principale, dove si trova la portineria, potranno entrare sia i veicoli dei dipendenti e dei visitatori del deposito che i Tir diretti alle officine. Per i primi sono state previste aree di parcheggio e sosta in corrispondenza degli uffici mentre i Tir potranno accedere alle aree di carico e scarico merci in prossimità del magazzino attraverso il sottovia.

Fatta eccezione per lo svolgimento di attività specifiche che possono richiedere la circolazione dei dipendenti tra le varie zone, i principali flussi di persone nel recinto saranno dovuti ai seguenti spostamenti:

- tra l'ingresso e gli spogliatoi
- tra l'ingresso e le officine
- tra l'ingresso e il magazzino

L'accesso pedonale alle aree interne al binario di prova è assicurato da un sottopasso pedonale il cui ingresso è posizionato all'interno del fabbricato uffici.

L'Intervento prevede la realizzazione della linea a doppio binario a servizio dell'Impianto Deposito Polifunzionale, a scartamento normale 1435 mm totalmente allo scoperto. Il tracciato del binario permette, con idonei dispositivi di deviazione, l'ingresso agli Impianti Tecnici del Deposito. Il tracciato con interasse minimo 3.56 m prevede curve di raggio minimo 50 m senza sopraelevazione e raccordi parabolici, la velocità massima prevista è di 20 Km/h (manovra). La quota del piano ferro è individuata a + 34.30.

E' previsto sul perimetro esterno dell'area del Deposito un binario prova circolare per permettere test diagnostici ai rotabili. La velocità massima raggiungibile è di 60 Km/h per un tratto di circa 100 m.



1.4 Parcheggio d'interscambio

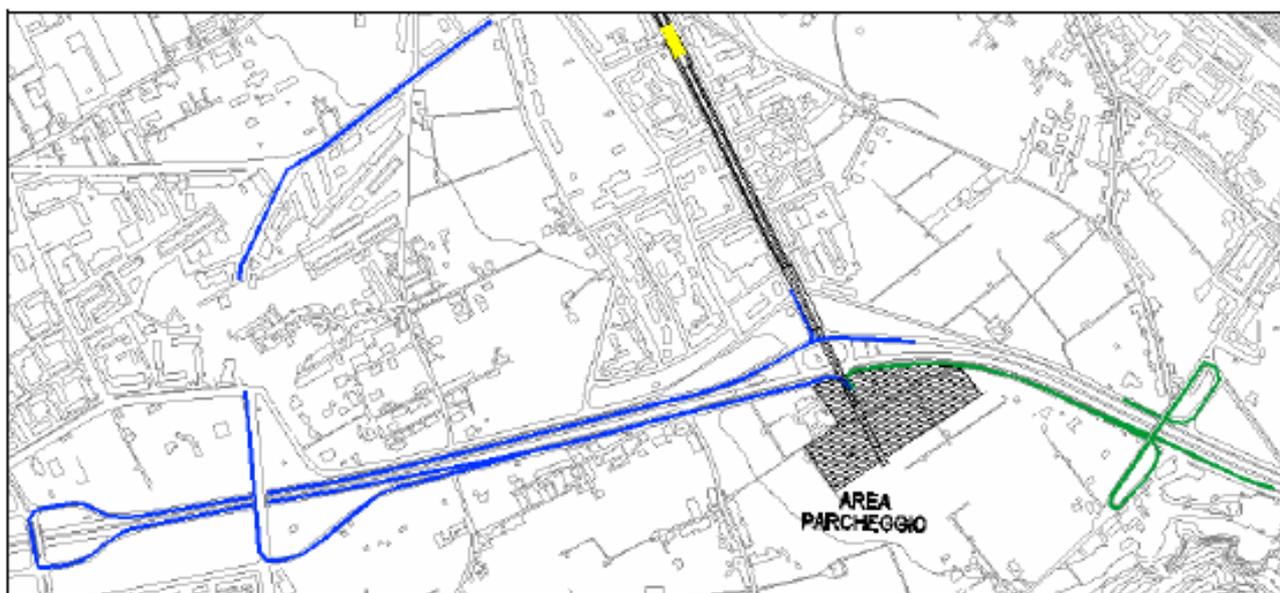
Tra la circonvallazione e l'area del deposito è ubicato il parcheggio di interscambio, che si sviluppa su una superficie di 3,9 ha.

Sono previste le soste per i taxi (8 posti) e per i bus turistici (16 posti), i posti auto (1162), i posti per i diversamente abili (24), i posti per i motocicli (177).

Si prevedono due fasi di utilizzo del parcheggio:

- fase 1: percorsi di accesso a rotonda e bypass in tunnel non costruita (vale situazione attuale del fuso esistente);
- fase 2: percorsi di accesso a rotonda con bypass realizzato

Nella fase 1, l'attuale conformazione della viabilità prospiciente l'area di parcheggio permette le manovre di ingresso/uscita dalla sola complanare, senza possibilità di accesso diretto in rotonda: in tale situazione occorre verificare la possibilità di accesso al parcheggio. Nella fase 2 l'alternativa alla rete stradale è rappresentata dalla modifica altimetrica dell'asse di scorrimento e dalla creazione di una rotonda, a piano campagna, a servizio delle complanari con un ramo aggiunto diretto al parcheggio. Nella figura seguente sono riportati i percorsi di ingresso/uscita (blu/verde) con l'indicazione della posizione dei ritorni che supportano la carenza di svolte in sinistra.



FASE 2:

L'alternativa a questa rete stradale è rappresentata dalla modifica altimetrica dell'asse di scorrimento e dalla creazione di una rotonda, a piano campagna, a servizio delle complanari con un ramo

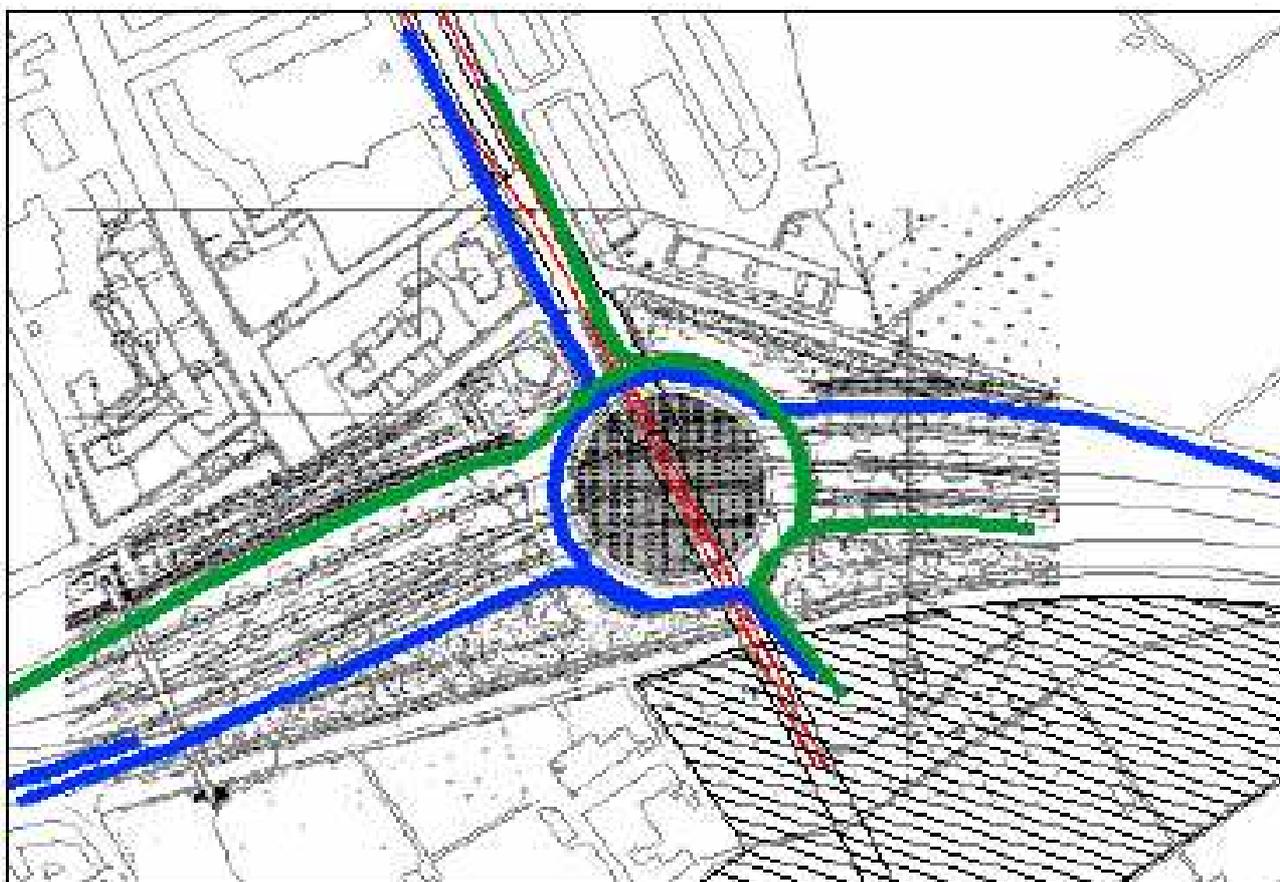


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

aggiunto diretto al parcheggio. In tal caso le manovre di ingresso/uscita avvengono direttamente dalla rotatoria.

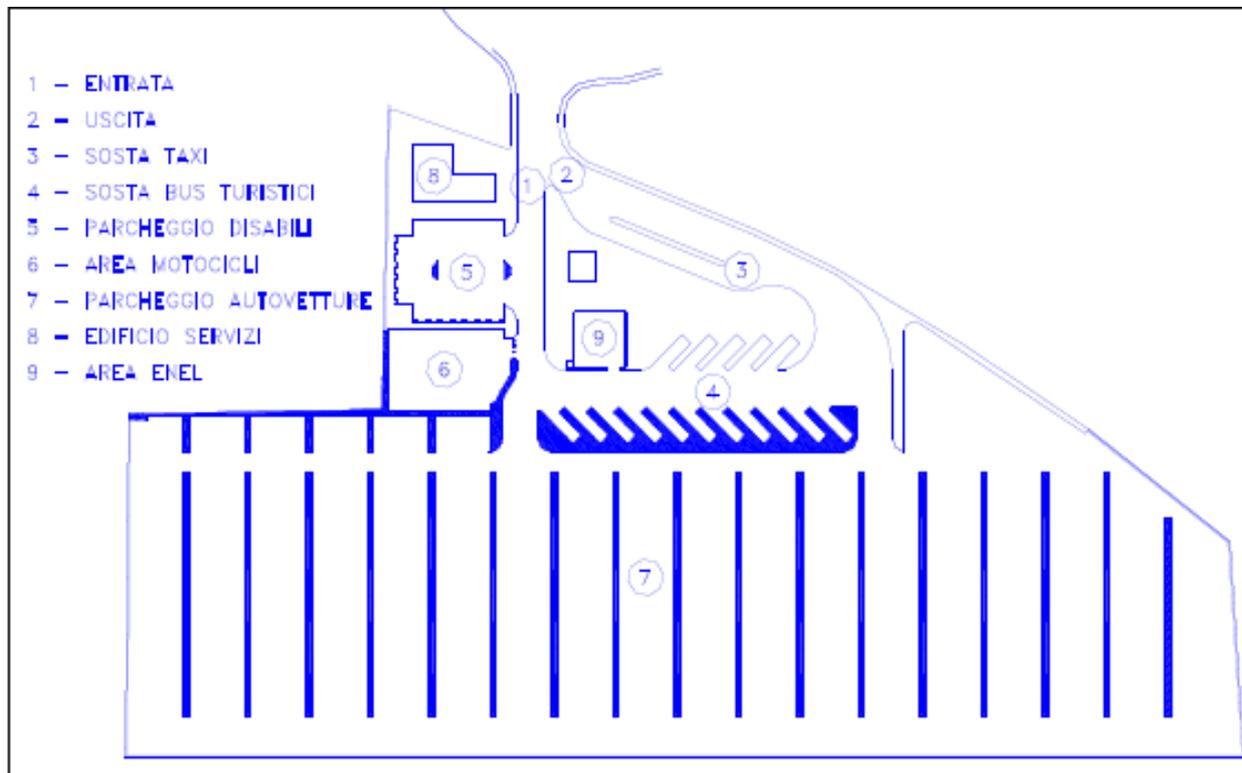
In questa fase 2 il progetto di rotatoria a più livelli (ipotesi poi inserita nelle integrazioni; cfr: § 6) dovrebbe prevedere il collegamento con tunnel di sottopasso tra Stazione Metro Oreto e Parcheggio di scambio realizzato a livello della banchina di stazione, in modo da sottopassare i due livelli di shunt della grande arteria stradale e delle sue complanari (ribassate) in corrispondenza della rotatoria.



Il parcheggio in questione è stato previsto a raso allo scopo di limitare al massimo i movimenti di terra e le opere, risultando così di più facile realizzazione e di minore impatto ambientale.

L'area destinata a parcheggio ha una superficie di circa 39200mq.

Nella figura, di cui alla pagine seguente, è riportata, insieme ad una legenda esplicitiva, l'organizzazione del parcheggio.



Entrando nel parcheggio i primi posti sulla destra (punto 5) sono destinati ai diversamente abili. I posti sono collocati sullo stesso marciapiede dell'eventuale sottopasso e comunque nel punto prospiciente la stazione. Il numero dei posti è di 24, ovvero si garantisce il rapporto di 1/50 (o frazione) rispetto ai 1162 stalli del parcheggio autovetture.

Sull'angolo nord-ovest del parcheggio (punto 8) è possibile infatti ubicare, a discrezione della Committenza, un eventuale fabbricato servizi, destinato ad accogliere, oltre a magazzini, uffici, biglietterie, bar e informazioni anche un locale di custodia e vigilanza e, cosa auspicabile, un eventuale sottopasso di collegamento con la stazione della metropolitana posta oltre la rotonda, evitando così l'attraversamento degli utenti a raso.

Più avanti l'area per i motocicli risulta chiusa con capitelli in modo tale da impedire l'accesso ad altri mezzi. I 177 stalli presenti hanno dimensioni di 1.00x2.00m; lo spazio tra gli stalli misura 3.50m.

Proseguendo nella descrizione si hanno un'area riservata all'ENEL (punto 9) per la presenza di una linea di alta tensione e poco oltre (punto 4) un'area destinata ai bus turistici. Gli stalli previsti sono $11+5=16$ a 45° delle dimensioni di 3.50 x 12.00m con marciapiede a servizio dei viaggiatori per le operazioni di carico e scarico di larghezza 2.00m.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Tutti i veicoli sinora descritti hanno un accesso libero al parcheggio: infatti sia i diversamente abili che i motocicli per uscire possono attraversare l'area di sosta dei bus senza creare eccessivo disturbo a quest'ultimi. In effetti lo studio della dislocazione dei posti di parcheggio ha voluto tener conto della possibilità di pedaggiare la sosta. In tal caso è necessario ricavare in due punti ben precisi i varchi di accesso ed uscita controllati con sbarre automatiche o altri dispositivi, e, al di là della tipologia di impianto che si vorrà utilizzare tali posizioni sono state individuate oltre l'area bus e tali sono quindi gli accessi al parcheggio autoveicoli (punto 7), l'unico supposto ad essere pedaggiato.

La disposizione degli stalli per le autoveicoli risulta a 90° con corsie di manovra di 6.00m. La dimensione degli stalli è di 2.50x5.00 m e tra le file di stalli è inserito un marciapiede di larghezza 1.50m. La circolazione all'interno del parcheggio avviene a doppio senso sui due rami trasversali che abbracciano tutta l'area, mentre lungo i singoli canali la circolazione è a senso unico. La disposizione proposta offre un numero di stalli per autoveicoli pari a 1162.

Per quanto riguarda gli impianti sono stati studiati la rete di smaltimento delle acque meteoriche, l'impianto di illuminazione e l'antincendio. Tali impianti sono descritti nella tavola PRC_INPP05.

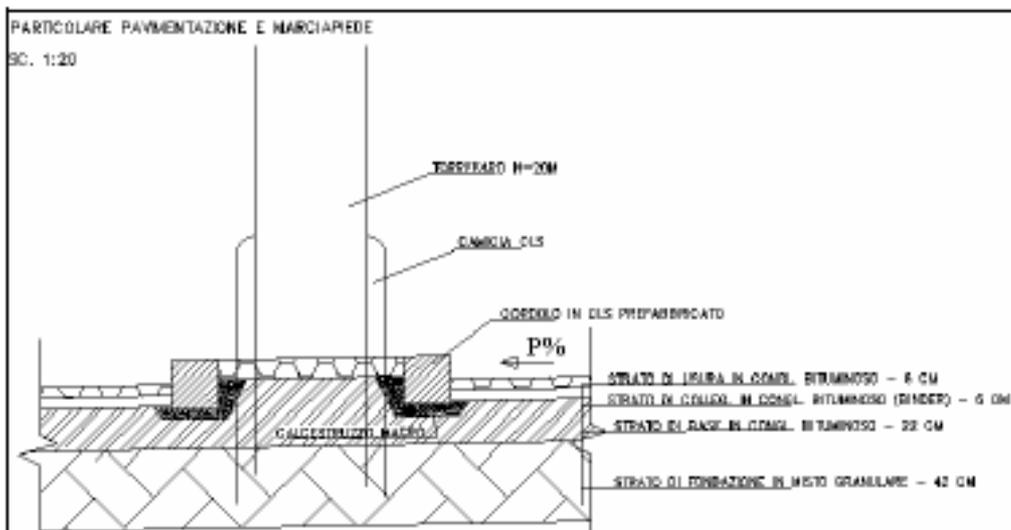
Con riferimento alla tavola menzionata il sistema di smaltimento delle acque di pioggia è costituito da griglie di captazione posizionate nel piano viabile inclinato verso est. I pozzetti, nei quali scaricano le griglie, sono raccordati da una rete di tubazioni D200 fino ai collettori principali D600 che portano le acque nei tre punti di scarico individuati.

Il predimensionamento delle sezioni è stato effettuato ipotizzando una intensità di pioggia pari a 100 mm/h; per un'area di circa 2500 mq ne risulta una portata massima di circa 70 l/sec, con cui dimensionare il tratto terminale della rete; ipotizzando una pendenza longitudinale del 1% ed un coefficiente di Gaukler-Strickler k, rappresentante la scabrezza delle superfici interne delle tubazioni, pari a 75, si ottengono, per un rapporto h/r pari ad 1.5 (h altezza bagnata, r raggio geometrico), per un D200 portate ammissibili di 29 l/sec

L'illuminazione avviene con torrifaro di altezza 20m sulle quali sono alloggiate 8 lampade al sodio ad alta pressione da 250W. Le 8 torri hanno una disposizione a quinconce. I pali trovano collocazione all'interno dei marciapiedi.

L'impianto antincendio prevede oltre ai due attacchi UNI70 per le motopompe dei VV.FF. anche una serie di colonnine con idranti e nappi di 20m; sulla colonnina oltre agli idranti sono presenti estintori. La rete idrica di adduzione è chiusa e risulta allacciata alla rete idrica principale in due punti, a scongiurare la possibilità di eventuali perdite di pressione e interruzioni.

La pavimentazione utilizzata è del tipo flessibile e la figura seguente rappresenta le sovrastrutture impiegate per marciapiedi e piano stradale.



1.5 Impianti di linea e di stazione non di sistema

1.5.1 Impianti non connessi al sistema

Gli impianti tecnologici di seguito descritti si riferiscono agli impianti “non connessi al sistema” delle nove stazioni, dei nove pozzi di ventilazione e/o agottamento e delle gallerie di linea.

Il progetto impiantistico delle stazioni è stato elaborato con riferimento ad una tipologia base (stazione tipo), considerando i casi particolari di stazione a minimo ingombro (sistema VAL) e stazione a massimo ingombro (sistema Ansaldo), e ad alcune stazioni definite speciali (come esempio è stata rappresentata la stazione Oreto Nord, sempre prendendo in considerazione i due sistemi a minimo ingombro e a massimo ingombro).

Per la descrizione generale delle stazioni si farà riferimento a quella tipo; essa è a pianta rettangolare ed è costituita da quattro livelli interrati: atrio, mezzanino, banchina e sottobanchina.

Nella zona tecnologica interdetta al pubblico presente al livello atrio (tipologia a minimo ingombro) o a livello mezzanino (tipologia a massimo ingombro), sono previste le seguenti centrali tecnologiche “non connesse al sistema”: centrale di ventilazione 1; centrale di ventilazione 2; centrale antincendio; locale UPS; locali quadri elettrici.

Nella zona tecnologica interdetta al pubblico presente al livello mezzanino delle stazioni a minimo ingombro, sono previste le seguenti centrali tecnologiche “connesse al sistema”:
cabina di trasformazione e distribuzione 20/0,400 KV; locale per apparati di automazione e comunicazione; cabina di trasformazione e raddrizzamento; locale batterie per soli impianti di sistema.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Nella zona tecnologica interdotta al pubblico presente al livello atrio delle stazioni a massimo ingombro, sono previste le seguenti centrali tecnologiche “connesse al sistema”:

- cabina di trasformazione/distribuzione, cabina di trasformazione/raddrizzamento; ATC, TLC, SCADA locali per apparati di automazione e comunicazione; QBT locale quadro generale bassa tensione.

Le stazioni speciali hanno invece caratteristiche differenti tra loro rispetto alle stazioni tipo per: altezze tra i vari livelli, pianta, numero di piani (livelli), ubicazione locali tecnologici “connessi al sistema” e “non connessi al sistema”.

Gli impianti tecnologici, “non connessi al sistema”, sono i seguenti:

- Impianti Meccanici
- Impianti di ventilazione;
- Impianto idrico;
- Impianto di spegnimento antincendio: ad idranti ed a sprinkler (per le scale mobili e per i tunnel di banchina).
- Impianti Elettrici e speciali
- Impianto di illuminazione e F.M. in galleria;
- Impianto di illuminazione e F.M. nelle stazioni;
- Impianto di messa a terra;
- Vie cavi per gli impianti di sistema;
- Interfacciamento impianti “non di sistema” con l’Unità di Acquisizione di Stazione (UAS);
- Impianto di rivelazione incendi;
- Impianto di controllo accessi zona tecnologica;
- Impianto di bigliettazione automatica;
- Scale mobili ed ascensori
- Ascensori oleodinamici;
- Scale mobili.

Sono fornite nel seguito alcune indicazioni circa gli impianti ritenuti più importanti e/o deputati ad assumere funzioni di sicurezza in caso di emergenza.

1.5.2 Impianti di ventilazione

Sono stati previsti due sistemi di ventilazione distinti e separati tra di loro:

- il sistema di ventilazione delle stazioni realizzato attraverso opportuni circuiti aeraulici in atrio in mezzanino ed banchina;
- il sistema di ventilazione dell’intera galleria di linea realizzato attraverso circuiti aeraulici longitudinali da pozzo di intertratta a pozzo di intertratta.

Esistendo una separazione fisica tra il volume di ciascuna stazione e la sede delle vetture in transito, separazione realizzata con il prolungamento, attraverso la stazione, della galleria per mezzo della struttura di supporto delle porte di banchina, i due sistemi di ventilazione a servizio della stazione e della galleria si possono, come detto, considerare indipendenti e separati.

Gli impianti di ventilazione di stazione e di galleria previsti hanno ognuno la duplice funzione:



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

- di assicurare il benessere degli utenti rendendo salubri gli ambienti in sotterraneo in condizioni di esercizio di normale funzionamento;
- di provvedere in caso di incendio all'aspirazione dei fumi assicurando una velocità dell'aria superiore alla velocità critica di espansione dei fumi caldi la cui tendenza è di stratificare nelle parti alte.

La determinazione della portata d'aria elaborata da questi impianti nella condizione di funzionamento di emergenza incendio, tiene in debito conto della curva di potenza dell'incendio che è possibile prevedere in stazione ed in linea. Ecco quindi che l'impianto di galleria è sviluppato sulla base di una curva di potenza di una cassa di un veicolo (il valore raggiungibile è di circa 6 MW) mentre quello di stazione è sviluppato sulla base di una curva di potenza di un cestino per la carta o per un pannello pubblicitario (il valore raggiungibile è in questo caso molto minore: circa 0,5 MW) e della quota parte (anch'essa molto limitata) dei fumi prodotti da un incendio sul treno fermo in stazione, fumi che trascinano in banchina attraverso gli interstizi che si creano all'apertura delle porte.

Le centrali di ventilazione di stazione sono costituite ognuna da n° 1 ventilatore assiale, totalmente reversibile, di opportune caratteristiche portata/pressione. Nel funzionamento normale i due ventilatori sono predisposti per la movimentazione dell'aria ai fini di limitare l'incremento di temperatura dovuto ai carichi endogeni; in particolare l'aria viene immessa nell'atrio e nel mezzanino ed estratta dal sottobanchina. Nel funzionamento d'emergenza i ventilatori possono funzionare in modalità inversa a seconda dei casi previsti per lo smaltimento dei fumi, che avviene con modalità differenti a seconda della zona interessata dallo sviluppo dell'incendio.

Le centrali di ventilazione in ogni pozzo di ventilazione sono costituite da n° 2 ventilatori assiali, totalmente reversibili, di opportune caratteristiche portata/pressione, per la ventilazione della galleria in condizioni di funzionamento normale e per lo smaltimento dei fumi in condizioni di emergenza; il singolo ventilatore agisce sul proprio ramo di galleria.

1.5.3 Impianti idrici-antincendio

Gli impianti previsti in ogni stazione e nella galleria, sono i seguenti:

- impianto ad idranti UNI 45;
- impianto di spegnimento automatico (sprinkler).

L'acquedotto comunale alimenterà in ogni stazione l'impianto antincendio (idranti UNI 45 e sprinkler). L'alimentazione dell'impianto antincendio avviene per il tramite di un gruppo di pressurizzazione che garantisce la pressione sufficiente agli impianti antincendio. E' previsto un gruppo di riduzione che si interpone tra l'acquedotto ed il gruppo con lo scopo di tenere costante la pressione all'aspirazione del gruppo stesso.

L'impianto antincendio ad idranti UNI 45 è previsto nelle stazioni e nella galleria; l'impianto ad estinzione automatica (sprinkler) è previsto nei vani sottostanti le scale mobili con tubazioni ad umido e nel sottobanchina per lo spegnimento di incendio dei carrelli del treno fermo in stazione con tubazioni asciutte (del tipo a preallarme).



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

1.5.4 Impianti elettrici e speciali

Gli impianti elettrici e speciali previsti per ogni stazione, per ogni pozzo di ventilazione e nelle gallerie, sono i seguenti:

- Quadri elettrici nelle stazioni e nei pozzi di ventilazione, alimentati dal quadro generale di bassa tensione della stazione.
- Gruppo di continuità statico, per ogni stazione, UPS, autonomia minima 120 minuti.
- Apparecchi illuminanti (normale, sicurezza, emergenza) di varie tipologie per l'illuminazione delle stazioni, della galleria e dei pozzi di ventilazione.
- pianto di terra nelle stazioni, nei pozzi di ventilazione e nella galleria.
- pianto di rivelazione incendi nelle stazioni e nei pozzi di ventilazione interfacciato col sistema supervisione e con le unità locali di controllo per il coordinamento degli impianti stazione/pozzo in emergenza.
- pianto di controllo accessi zona tecnica nelle stazioni e pozzi di intertratta.
- interfacciamento, per mezzo di quadri elettrici, degli "impianti non di sistema" con gli "impianti di sistema".

Il concentratore di stazione (UAS) si interfaccia con i singoli apparati non di sistema di stazione con un collegamento di tipo seriale, oppure on/off; con gli impianti dei pozzi di ventilazione il collegamento è invece di tipo ottico.

Gli impianti ed apparati dei pozzi lungo linea sono collegati sia alle UAS che alle UCAS (Unità di Controllo Antincendio di Stazione) delle stazioni a monte ed a valle con collegamenti in fibra ottica. L'impianto di interfacciamento "impianti non di sistema" ed "impianti di sistema" consente al sistema di supervisione, di eseguire controlli sullo stato di funzionamento degli impianti e delle apparecchiature a distanza (dal PCC) e di eseguire comandi a distanza sugli stessi.

L'impianto di interfacciamento è costituito essenzialmente da unità modulari I/O digitali per la comunicazione dei comandi e dei segnali delle apparecchiature in campo, da cavi in fibra ottica, da convertitori elettro-ottici, da cavi bus, da software di programmazione delle apparecchiature di interfacciamento.

1.5.5 Scale mobili

Le scale mobili rispondono alle esigenze di un servizio pubblico di grande intensità: il dimensionamento è stato eseguito per un funzionamento di sette giorni a settimana per 20 ore giornaliere al 40% del carico, con punte ogni 3 ore (della durata di mezz'ora) al 100% del carico.

Le scale mobili sono progettate per funzionare in entrambe le direzioni di marcia alla stessa velocità (salita-discesa) con le stesse caratteristiche di sicurezza.

La larghezza netta delle scale è pari a 100 cm tra le balaustre in modo da rappresentare due moduli di uscita, come previsto dal D.M. 11/1/88.

L'inclinazione della scala è di 30°.

Le scale mobili piano stradale/atrio sono previste per installazione all'aperto.

Ogni scala mobile è dotata di pulsanti per l'arresto di emergenza alle due estremità della scala.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

1.5.6 Ascensori oleodinamici

Gli ascensori oleodinamici sono previsti per superare i dislivelli piano strada/atrio, atrio/banchina. Gli ascensori saranno rispondenti alle normative vigenti e saranno adatti al trasporto di portatori di handicap.

Le principali caratteristiche funzionali sono le seguenti:

- portata 900 Kg;
- persone 12;
- velocità nominale 0,63 m/s;
- avviamenti/ore previste 90 con rapporto di intermittenza pari al 40%;
- funzionamento continuo per 20 ore/giorno.

L'illuminazione della cabina è effettuata con corpi illuminanti in grado di assicurare un illuminamento minimo di 100 lux a quota pavimento.

L'impianto di illuminazione della cabina comprende la luce di sicurezza, costituita da un gruppo di alimentazione autonomo, il quale, in mancanza della tensione di rete, è in grado di garantire l'illuminazione all'interno della cabina per 180 minuti.

Le porte, le pareti della cabina e il relativo vano corsa degli ascensori atrio/banchina sono realizzati, per quanto possibile, in materiali trasparenti, in modo che gli occupanti possano agevolmente vedere le aree circostanti frequentate dal pubblico ed essere da questo visti.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

1.6 Modalità di realizzazione delle opere

Un'importante problematica considerata nello sviluppo del progetto risulta la verifica della compatibilità dei cantieri posti all'interno della città in relazione all'intenso traffico veicolare che interessa Palermo.

Come la maggior parte delle principali città italiane, la città di Palermo è interessata da un intensissimo traffico veicolare con un'elevata densità di parcheggio di mezzi privati lungo le vie cittadine.

La costruzione dei due tunnel della linea non comporta alcun disturbo in superficie in quanto lo scavo in sotterraneo avanza dalla stazione di Oreto verso Notarbartolo e il rifornimento del cantiere e l'evacuazione del materiale scavato avviene sempre e solo sulla linea con uscita e ingresso al deposito del capolinea di Oreto.

I manufatti posti sulla linea, stazioni e pozzi di intertratta, determinano invece, nel corso dei lavori, una perturbazione al traffico nelle aree prossime ai cantieri. Obiettivo prioritario del progetto di tali opere è stato quindi contenere al massimo il tempo e lo spazio di occupazione delle aree di cantiere.

Si è quindi ipotizzato di procedere nella costruzione con il metodo "top-down" che, dopo l'esecuzione delle opere in superficie, consente di completare le sottostanti parti con scavi a foro cieco, mentre la superficie viene ripristinata all'uso preesistente all'installazione del cantiere. Viene mantenuta sulla copertura solamente un'apertura che consente l'evacuazione del materiale scavato e l'introduzione delle macchine e dei materiali necessari allo svolgimento delle lavorazioni.

Si è prevista la seguente sequenza di lavorazioni:

- Realizzazione dei diaframmi;
- Getto del solettone di copertura eseguito controterra mantenendo un varco per l'accesso dei mezzi di scavo e dei materiali ai piani inferiori e per l'evacuazione del materiale scavato;
- Ribasso dello scavo fino al piano atrio;
- Getto del solettone del piano atrio mantenendo come al piano superiore il varco di lavoro;
- Ribasso dello scavo fino alla quota di esecuzione dei tiranti provvisori, ove presenti;
- Completamento dello scavo fino al piano banchina ed esecuzione del solettone di fondo;
- Rivestimento dei diaframmi a partire dal basso verso l'alto andando a contribuire all'appoggio dei solai intermedi che in prima fase vengono connessi ai diaframmi con pioli o chiavi di taglio;
- Completamento delle opere interne.

In tal modo gli impalcati di piano costituiscono gli elementi di contrasto dei diaframmi garantendo la stabilità della struttura.

I varchi lasciati sulle solette saranno completati alla fine dei lavori con l'utilizzo generalmente di elementi a travi prefabbricate in c.a. che verranno solidarizzate con getti di completamento.

In tal modo si potranno evitare onerose opere di sostegno necessarie per l'esecuzione di getti in opera a grande altezza.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Questa metodologia operativa costringe ad operare con scavi ciechi in spazi ristretti, ma garantisce il minor disturbo all'abitato con spazi di cantieri ridotti al minimo e fornisce la possibilità di riportare quanto prima possibile il traffico sul solettone di copertura lavorando al di sotto per il completamento della stazione.

Il cronoprogramma dei lavori ha previsto che ogni singola stazione venga realizzata prima dell'arrivo della macchina di scavo dei tunnel in modo che le TBM transitino "a vuoto" entro la stazione. Questo comporta che, prima del passaggio della fresa, vengano completate per ogni stazione almeno le seguenti lavorazioni:

- realizzazione dei diaframmi;
- getto del solettone di copertura;
- scavo e getto dei solettoni di piano compresa banchina.

Per consentire l'ingresso e l'uscita delle frese in stazione si è previsto di predisporre in corrispondenza ai tunnel tratti di diaframma con armatura indebolita che facilitano la demolizione degli stessi operando dall'interno stazione. In alternativa si potranno utilizzare per questi tratti di diaframmi armature in vetro-resina che permettono alle stesse TBM lo sfondamento in stazione. Per non provocare in queste zone pericolosi allentamenti del cavo dei tunnel si è previsto di eseguire a tergo delle paratie un trattamento di consolidazione ed impermeabilizzazione del terreno mediante iniezioni eseguite dalla superficie.

Per le parti di stazione che non raggiungono le profondità maggiori, e che quindi non presentano grandi spinte idrauliche sulle opere, quali accessi al piano atrio, vani tecnici e di ventilazione, si è fatto ricorso a paratie realizzate da pali trivellati non accostati in cui la tenuta idraulica di prima fase è stata affidata a iniezioni o trattamenti tipo jet-grouting degli interassi pali per il solo tratto immerso in falda. Anche per tali elementi strutturali è prevista la posa dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo.

2. Cantierizzazione prevista

2.1 Trincea e galleria artificiale di Oreto deposito

2.1.1 Fasi esecutive

Il tratto iniziale della trincea non presenta particolari problematiche in quanto gli scavi sono relativamente contenuti ed eseguiti in assenza di acque di falda. Si ipotizza di scavare a cielo aperto sagomando le scarpate su una disposizione stabile e quindi senza presidio degli scavi potendo operare in un'area libera.

La trincea più profonda è invece realizzata tra diaframmi in c.a. costruiti con giunto a tenuta e vincolati in testa con tiranti provvisori necessari per la fase di realizzazione fino al completamento del solettone di fondo.

La costruzione del tratto in galleria artificiale dovrà essere svolto per fasi per consentire le deviazioni del traffico in superficie necessarie al mantenimento in esercizio dell'arteria stradale durante l'esecuzione dei lavori di realizzazione della metropolitana. In corrispondenza al futuro



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

sottopasso stradale si realizzeranno due impalcati: uno inferiore che costituirà il piano d'appoggio dell'opera stradale e uno superiore che dovrà essere successivamente demolito insieme con la porzione di paratie che interferisce con il sottopasso stradale.

L'impalcato superiore, necessario ad accogliere la sede stradale della tangenziale nel corso dei lavori per le deviazioni del traffico necessarie all'esercizio dell'importante arteria, viene previsto a travi in c.a.p. per facilitarne la dismissione quando sarà realizzato il sottopasso stradale.



2.1.2 Macrofasì realizzative e gestione del traffico

In questa sede si descrive la gestione dei flussi di traffico prospettati nel progetto preliminare.

Fase 1

Fase 2



Fase 1:

Mantenendo il traffico invariato sulla circolazione a rotatoria:

- Ü Realizzazione dei diaframmi della galleria nel tratto corrispondente all'anello centrale della rotatoria di svincolo;
- Ü Realizzazione dell'impalcato a travi di sommità;

Fase 2:

- Ü Spostare il traffico nei due sensi al di sopra del solettone realizzato nella fase precedente e sulla circolazione a rotatoria provvisoria rappresentata in figura;
- Ü Completare la parte di diaframmi e solettone in corrispondenza alla sede stradale esistente;
- Ü Riposizionare il traffico sul sedime originario.



2.2 STAZIONE SVINCOLO DI ORETO

In questa stazione vengono calate le frese per l'esecuzione dei tunnel per cui tale opera comprende un tratto a sezione variabile in corrispondenza al divaricamento delle linee per l'imbocco dei due tunnel.

2.2.1 Macrofasì realizzative e gestione del traffico

La presente stazione è posta in corrispondenza all'innesto di via Oreto sulla tangenziale e pertanto la sua realizzazione è stata ipotizzata per fasi in modo da mantenere sempre attivo lo svincolo stradale per la penetrazione del traffico verso il centro città.

Si è ipotizzato di istituire le deviazioni di traffico rappresentate nelle figure seguenti.

Fase 1:

- Ù Attivazione della deviazione di traffico da e per lo svincolo di Oreto sulle vie Sonnino e Paratore e realizzazione di una rotonda provvisoria nelle aree stradali ad Ovest dell'attuale rotonda;
- Ù Mantenimento del traffico locale sulle controstrade di via Oreto in corrispondenza al cantiere.

In tale configurazione di traffico sarà possibile realizzare i diaframmi della stazione ed eseguire il getto della soletta superiore.



Fase 1



Fase 2:

Ripristino del traffico sul solettone realizzato nella fase precedente come rappresentato in figura;

- Completamento della stazione.



Fase 2

2.3 STAZIONE ORETO SUD

La stazione di Oreto sud è collocata sull'omonima via con ingressi ed uscite raccordati ai marciapiedi sui due lati della strada.

Per la realizzazione dell'opera risulta anche qui necessario operare per fasi: eseguire i diaframmi e gettare controterra il solettone di copertura per procedere poi con lo scavo e la esecuzione della stazione riportando per quanto possibile il traffico sull'opera in costruzione.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

2.3.1 Macrofasi realizzative e gestione del traffico

E' prevista anche per questa stazione l'istituzione di una deviazione provvisoria del traffico sulla parallela via Parlatore che libera l'area di cantiere per il tempo strettamente necessario alla realizzazione delle opere come meglio illustrato di seguito.

Fase 1:

- Ù Istituzione della deviazione di traffico su via Orsa Minore. Via Paratore, via P. Orsi;
- Ù Realizzare i diaframmi perimetrali, il solettone di copertura e i diaframmi degli accessi sulle controstrade.





Fase 2:

Ripristinare il traffico sulle controstrade e ridurre l'ingombro di cantiere in via Oreto per il completamento della parte interrata di stazione operando secondo la metodologia top-down.



Fase 2

Fase 3

Completamento della copertura con travi prefabbricate in c.a. e ripristino completo del traffico.

2.4 STAZIONE ORETO NORD

Questa stazione è posta in via Perez, parallela di via Oreto, e presenta una configurazione “speciale di tipo 2” per adattarsi agli angusti spazi disponibili. Si sviluppa a croce con il vano atrio e gli ingressi su via Bergamo, i vani per la ventilazioni collocati in via Todaro e il piano atrio, mezzanino e banchina situati in via Perez.

Via Perez presenta sui due lati cortine continue di edifici multipiano (da 4 a 6), con intense attività commerciali sul fronte strada. La distanza fra i fabbricati è di ca. 15.00 m, su cui ricadono 2 marciapiedi e la sede stradale con traffico a senso unico in direzione sud e parcheggi su i due lati.

2.4.1 Macrofasì realizzative e gestione del traffico

L'inserimento del cantiere necessario per la realizzazione di questa opera appare immediatamente problematico per la densità abitativa e gli esigui spazi disponibili. Nasce l'esigenza di istituire una deviazione del traffico su tracciati alternativi e di operare per fasi come segue:



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

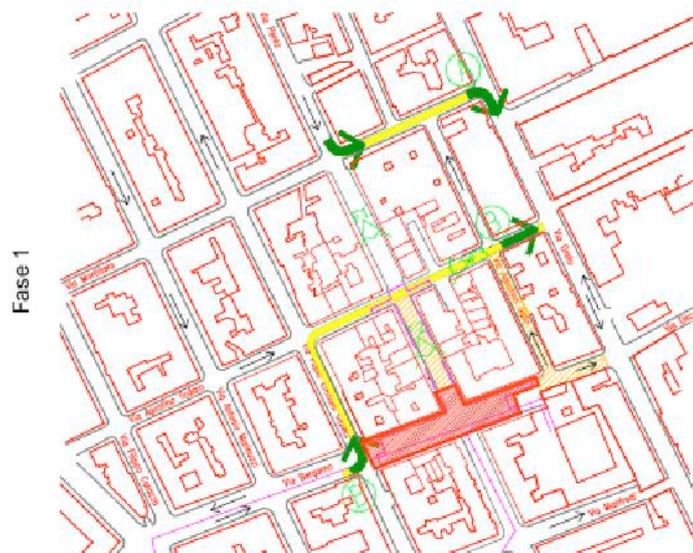
Studio d'Impatto Ambientale

Fase 1:

Ü Liberare l'area di cantiere di via Bergamo – incrocio via Perez, istituendo la deviazione del traffico proveniente da nord su via Perez verso via Oreto che deve essere resa a doppio senso attraverso via Mortillaro;

Ü Deviare poi il traffico di via Bergamo su via Giudici e via Todaro. Lasciare l'accesso a via Gallo ai soli residenti;

Ü Realizzare diaframmi e solettone di copertura della porzione di stazione ricadente su via Bergamo.





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Fase 2:

Ü Mantenere la deviazione del traffico di via Perez e ripristinare il traffico di via Bergamo sulle opere realizzate;

Ü Completare i diaframmi e il solettone di copertura della stazione mantenendo il varco in soletta per il completamento delle opere sottostanti.



Fase 2



Fase 3

Ridimensionare il cantiere e ripristinare il traffico su via Todaro. La deviazione del traffico di via Perez deve essere mantenuta fino al completamento della stazione.



Fase 3

2.5 STAZIONE GIULIO CESARE

La fermata Giulio Cesare è posta sull'omonima piazza di fronte alla Stazione Centrale della linea ferroviaria.

Gli accessi sono prospicienti alla stazione ferroviaria e in piazza Sant'Antonino.

2.5.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico

Piazza Giulio Cesare è attualmente organizzata con una circolazione rotatoria attorno ad un'aiuola centrale. Per consentire la costruzione della linea interrata della metropolitana si procederà per fasi procedendo sempre con tecnica top-down. Nell'ipotesi di seguito descritta si parzializza il cantiere in due zone con deviazioni locali del traffico.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Fase 1

Ü Istituire la deviazione del traffico rappresentata in figura e spostare la fermata autobus per facilitare le manovre degli autoveicoli.

Ü Realizzare diaframmi e solettone di copertura nel tratto indicato.



Fase 1



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Fase 3:

Ù Ridimensionamento del cantiere e riapertura del traffico sulla piazza e realizzazione degli accessi posti nell'angolo sud della piazza.



Fase 3

2.6 STAZIONE BORSA



La stazione Borsa, è una struttura “speciale” con pianta approssimativamente quadrata (misure interne 32.60 m x 28.60 m) collocata nell’omonima piazza. Gli ingressi alla stazione sono collocati in via Malta e nella prima traversa di via Zara di fronte a piazza Borsa.

Anche per questa opera si è ipotizzata la metodologia di scavo top-down che riduce al minimo il disturbo al traffico in superficie e fornisce le migliori garanzie operative contro dissesti degli edifici prospicienti il cantiere.

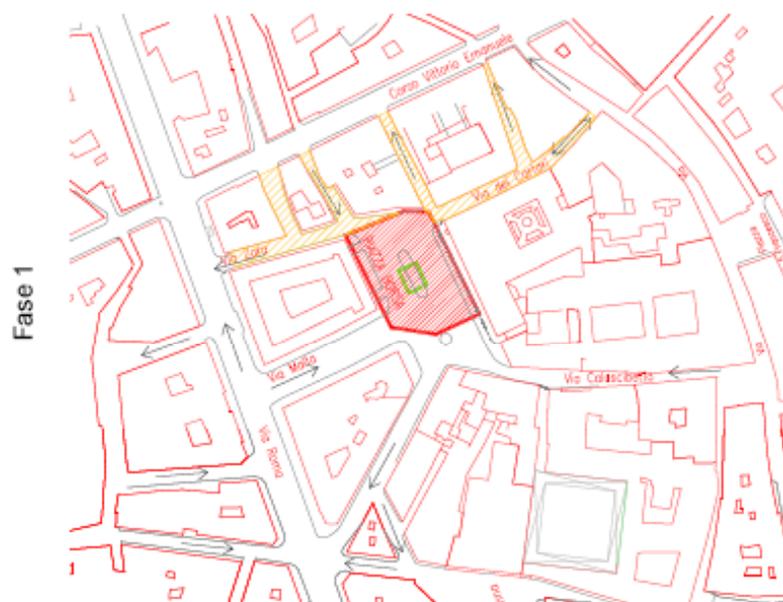
2.6.1 Macrofasì realizzative e gestione del traffico

L’area d’intervento è principalmente adibita a parcheggio e le strade che convergono alla piazza sono a sezione esigua e interessate da scarso traffico.

La stazione ricade però in pieno centro città in un ambito di interesse economico e quindi anche per questa opera si prevede un’esecuzione per fasi come appresso descritto.

Fase 1:

Ü Completa interdizione al traffico veicolare nella piazza per il tempo necessario alla esecuzione dei diaframmi e del getto del solettone di copertura mantenendo il varco necessario all’esecuzione della sottostante stazione.



Fase 1

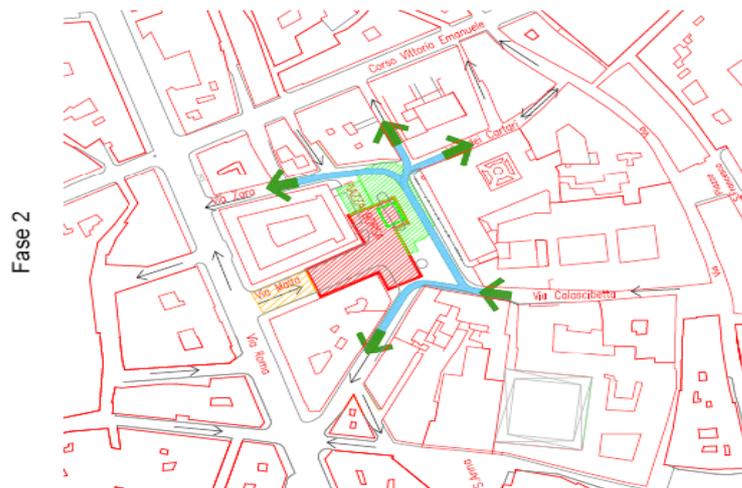


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Fase 2:

Ridimensionamento del cantiere in modo da ripristinare la circolazione veicolare nella zona nord est della piazza.



Fase 2

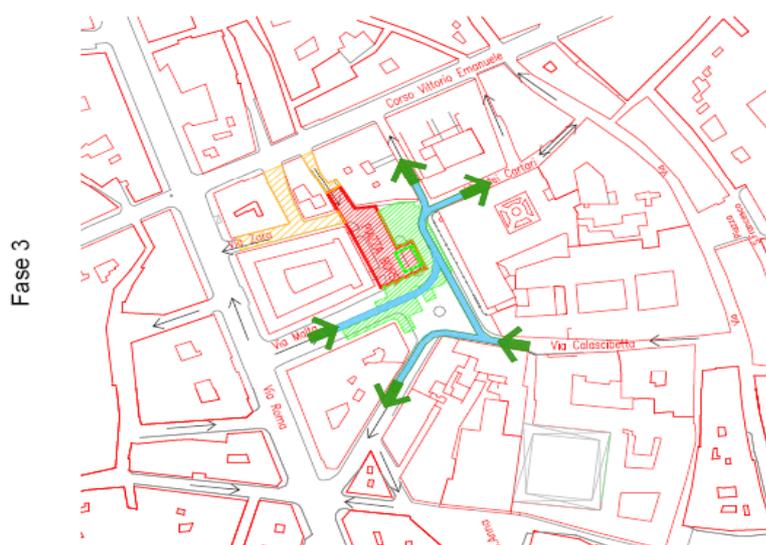


Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Fase 3:

Riposizionare le recinzioni di cantiere per la realizzazione degli accessi nella traversa di via Zara e completare la soletta di copertura.



Fase 3

2.7 STAZIONE MASSIMO

La stazione in oggetto è ubicata di fronte al Teatro Massimo e viene realizzata con tipologia analoga a quella della stazione Borsa, e quindi con dimensioni ridotte, per salvaguardare gli storici alberi ornamentali che caratterizzano la piazza.

Il manufatto si colloca al di sotto di via Maqueda e nell'area antistante il giardino del teatro con gli accessi disposti sui due lati dello stesso.

2.7.1 Macrofasì realizzative e gestione del traffico

La stazione Massimo richiede l'interruzione dell'arteria con traffico in direzione nord sud antistante al teatro che comporta l'istituzione di una deviazione di traffico.



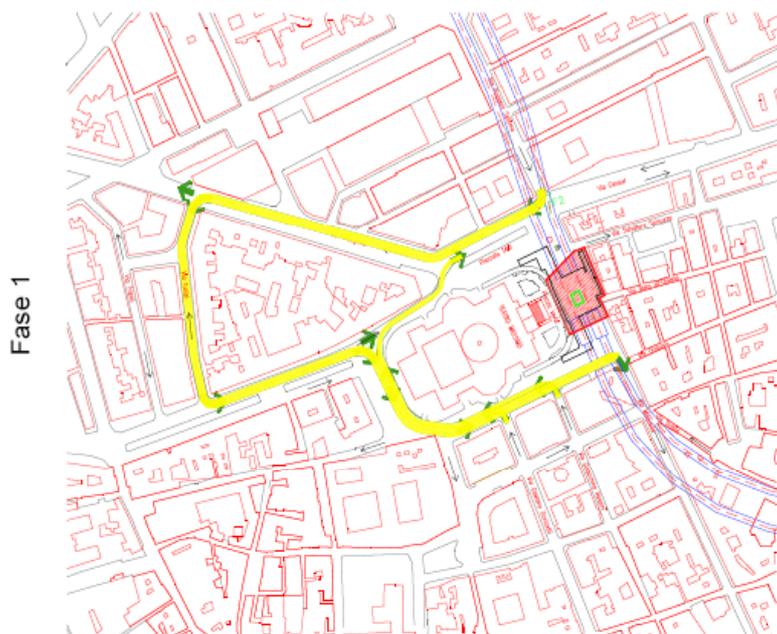
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Fase 1

Ü E' possibile deviare il traffico su via Aragona, Tunisi, Volturmo e p.zza Verdi come rappresentato in figura. Ciò richiede l'inversione del senso unico su via Tunisi e su parte di via Tripoli e il divieto di sosta sulle vie più strette come via Tunisi.

Ü Realizzare i diaframmi e il solettone di copertura con precedenza al tratto ricadente al di sotto della sede stradale in modo da poter ripristinare il traffico quanto prima.



Fase 1



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Fase 2

Riapertura del traffico.

Completamento della stazione con scavo dell'opera al di sotto del solettone di copertura ed evacuazione del materiale dal varco lasciato in superficie.



Fase 2

2.8 STAZIONE POLITEAMA

Questa stazione presenta l'ingombro in pianta delle stazioni "tipo", ma ha richiesto un adattamento degli accessi e dei vani tecnici per l'interferenza dell'opera con la futura linea del programmato passante ferroviario di Palermo che transiterà in sotterraneo sotto via Amari.

Gli accessi sono posti nella zona sud della piazza ai due lati di via della Libertà.

2.8.1 Macrofasì realizzative e gestione del traffico



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

La stazione Politeama richiede la deviazione del traffico di via della Libertà per consentire la realizzazione della stazione.

Di seguito si riportano le fasi di lavori ipotizzate.

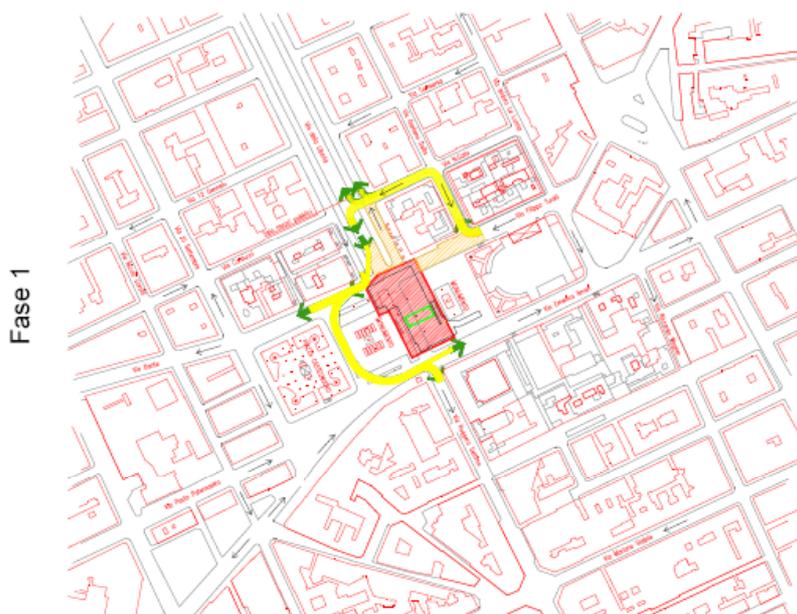
Fase 1

Traffico proveniente da nord verso sud su via della Libertà deviato su piazza Politeama.

Ù Per agevolare le manovre rimuovere un tratto delle aiuole poste in prossimità all'incrocio con via Turati. Poiché la piazza presenta pavimentazioni di pregio in pietra andrà disposta sulla stessa una protezione con TNT e manto bituminoso.

Ù Deviare il traffico di via Turati su via Daita e via Gallo.

Ù Esecuzione dei diaframmi e della soletta di copertura.



Fase 1

Fase 2



- Ü Ridimensionare il cantiere e aprire al traffico via Turati con transito sulla soletta della stazione.
- Ü Completare la stazione .
- Ü Completare la soletta di copertura e ripristinare il traffico originario.



2.9 STAZIONE ARCHIMEDE

Questo manufatto riveste la duplice funzione di stazione di linea e di opera di bivio che consentirà la futura realizzazione della linea 2.

L'opera presenta quindi una notevole estensione con una lunghezza di ca. 150 m, una larghezza variabile da ca. 14,00 m nella zona delle banchine a ca. 29,00 m nella parte terminale da cui si dipartono le due linee.

2.9.1 Macrofasì realizzative e gestione del traffico



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

La stazione Archimede ricade per l'intero suo sviluppo su via della Libertà, pertanto l'esecuzione di questa opera richiede una deviazione di traffico. Di seguito si riporta una ipotesi di cantierizzazione, ma trattandosi di un'opera di notevole estensione potranno considerarsi, nelle successive fasi di progettazione, anche sottofasi di parzializzazione del lavoro per contenere i disagi che il cantiere determinerà sul traffico veicolare.

Fase 1

Ü Istituire una deviazione del traffico che realizzi una circolazione a senso unico di tipo rotatorio intorno al cantiere intersecando da nord verso sud le vie: G. La Farina, 20 Settembre, Agrigento; da sud verso nord le vie: F. Pepe, S. Corleo, delle Croci.

Ü Nelle vie a sezione più ristretta si dovrà impedire la sosta e si dovranno invertire gli attuali sensi di marcia nelle vie Agrigento, 20 Settembre, La Farina, Corleo.

Ü Liberata l'area di cantiere si potranno realizzare tutti i diaframmi ed il solettone di copertura mantenendo un varco per la realizzazione delle opere sottostanti.



Fase 2



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

- Û Ripristinare il traffico in direzione nord sud su via della Libertà transitando sul solettone realizzato e mantenere la deviazione del traffico verso nord sulle vie Pepe, Coleo, delle Croci.
- Û Completare la parte di stazione sottostante e gli accessi nella zona est.



2.10 STAZIONE NOTARBARTOLO

L'ultima stazione della tratta è riconducibile alla soluzione "tipo".

Vanno qui messe in evidenza le problematiche esecutive relative alla localizzazione dell'opera che si colloca di fronte alla stazione ferroviaria di Notarbartolo andando ad occupare il sottosuolo di piazza Boiardo. In tale area, oltre a un intenso traffico, sono presenti la fermata taxi e un parcheggio per gli utenti della stazione.

2.10.1 Macrofasì realizzative e gestione del traffico



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Nelle fasi di seguito descritte si è ipotizzata una possibile successione dei lavori che rende l'opera realizzabile.

Fase 1

La direzione principale del traffico è quella sull'asse nord-sud per cui si delimita l'area di cantiere lasciando una corsia di fronte all'accesso della stazione ed una sul lato est di piazza Boiardo, mentre si inibisce il flusso attuale sud-nord che può utilizzare le vie attigue.

Ù In tale fase il parcheggio dovrà essere rimosso, anche per sottofasi successive, e gli automobilisti potranno utilizzare la vicina area di parcheggio adiacente a via Gen. E. De Maria. La fermata taxi dovrà essere spostata.

Ù Sull'area disponibile si eseguiranno i diaframmi ed il solettone di copertura mantenendo il varco per l'accesso ai lavori da svolgere in sottoterraneo.



Fase 2



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

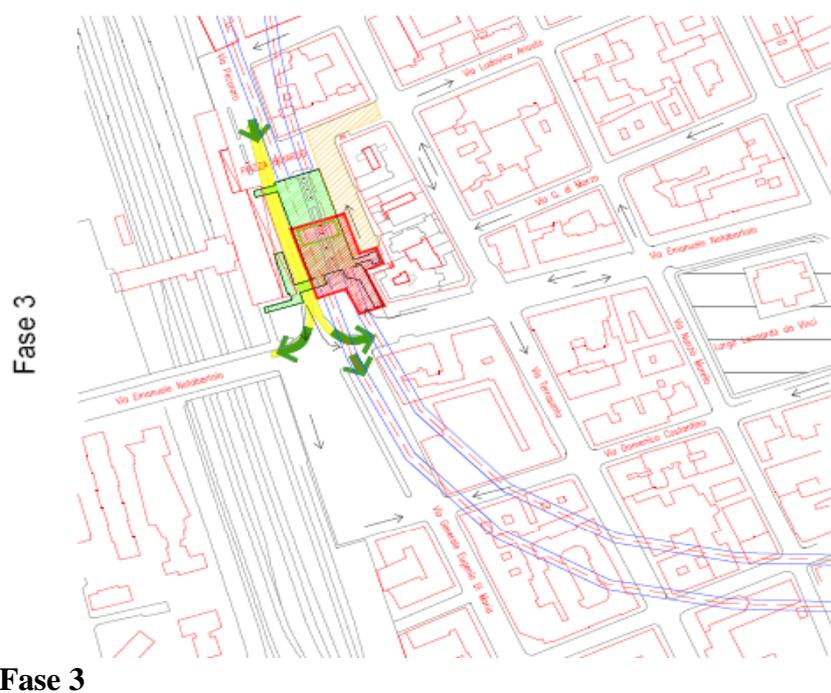
- Ü Ridimensionare il cantiere e ripristinare il traffico sulla soletta eseguita. In tale zona sarà possibile collocare la fermata taxi o ripristinare una parte di parcheggio.
- Ü Nella zona antistante la stazione si potranno realizzare gli accessi e i vani per la ventilazione.
- Ü Eseguire i lavori nella sottostante stazione utilizzando il varco lasciato in superficie.





Fase 3

- ü Realizzare l'accesso e il vano per la ventilazione sul lato est della stazione ripristinando il transito nord - sud di fronte alla stazione come rappresentato in figura.
- ü Completare le opere sottostanti.



Fase 3

2.11 MANUFATTO TERMINALE

Questa opera rende fruibile la prima tratta funzionale accogliendo, dopo la stazione capolinea di Notarbartolo, gli scambi necessari per l'inversione dei treni in arrivo dalla stazione Svincolo Oreto per il ritorno verso tale stazione consentendo ai convogli l'inversione della marcia.

L'unica particolarità di questa opera, eseguita sempre con la stessa tecnica a foro cieco, è il mantenimento di due varchi in superficie per consentire l'esecuzione delle opere sottostanti ed in particolar modo dei getti di calcestruzzo che richiederanno l'utilizzo di pompe.

2.11.1 Macrofasie realizzative e gestione del traffico



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Anche per il manufatto terminale è stata studiata una successione di fasi esecutive, ma l'estensione dell'opera è tale per cui sarà possibile scomporre il lavoro anche in più sottofasi in modo da minimizzare i disagi alle attività in superficie. Si dovrà comunque eseguire per primo il tratto di stazione necessario allo smontaggio e rimozione delle frese.

Fase 1

- Ü Istituire deviazione di traffico A su via Pietro Paolo Vasta, via Umberto Giordano e via Emanuele Notarbartolo per il flusso veicolare transitante verso sud.
- Ü Invertire il senso di marcia nel tratto di via Umberto Giordano compreso tra via Notarbartolo e via Giacomo Puccini.
- Ü Istituire deviazione di traffico B su via Giuseppe Alfredo Cesareo, via Giacomo Leopardi, viale Piemonte e viale Delle Magnolie per il flusso veicolare transitante verso nord.
- Ü Realizzare i diaframmi e il solettone di copertura eccetto nelle zone tratteggiate in nero per
- Ü permettere la costruzione interna della stazione nelle fasi successive.



Fase 2



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Ü Mantenere la sola deviazione di traffico A e ripristinare il flusso veicolare transitante verso nord in via Giuseppe Sciuti.

Ü Completare la costruzione interna del manufatto utilizzando la porzione di solaio non costruito nella fase precedente per l'ingresso e l'uscita di mezzi e materiali.



Fase 2

Fase 3



- Ü Ultimare la costruzione del solaio di copertura con elementi prefabbricati.
- Ü Ripristinare l'originale circolazione veicolare.



Fase 3

2.12 POZZI DI VENTILAZIONE

Questi manufatti vengono disposti ad ogni intertratta tra le stazioni e, quando ubicati nei punti di minimo della linea, svolgono anche la funzione di pozzo di aggotamento per la raccolta delle acque di permeazione accumulate.

Sono costituiti da un camino circolare che raggiunge il livello dei tunnel ai quali viene raccordato con cunicoli policentrici eseguiti con tecnica tradizionale.

Sono inoltre presenti due camere di ventilazione separate e sovrapposte raccordate alla superficie e un locale quadri elettrici.

Il pozzo di 6,0 m di diametro interno viene realizzato con pali trivellati in calcestruzzo disposti ad intersecarsi che si approfondiscono al di sotto del fondo scavo fino all'intradosso del tappo di impermeabilizzazione previsto sul fondo.

Dovendo operare in uno spazio ristretto si è preferito ricorrere al trattamento di consolidazione ed impermeabilizzazione del fondo scavo anziché approfondire la paratia di pali per evitare problemi di filtrazione e sifonamento dell'opera che per alcuni pozzi presenta rilevanti battenti idraulici.

Lo scavo del pozzo e la realizzazione dell'impermeabilizzazione e rivestimento dello stesso è previsto per fasi con la tecnica della sottomurazione.

Il pozzo è collegato alle camere di ventilazione che sono invece delimitate e sostenute da diaframmi in c.a. a tenuta idraulica con solette di fondo e di copertura sempre in cemento armato.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

I cunicoli di collegamento del pozzo ai tunnel saranno eseguiti a partire dal camino e richiedono preventivamente un trattamento di consolidamento del terreno che verrà eseguito dalla superficie come rappresentato in figura.

Per quanto riguarda le interferenze del cantiere con il traffico in superficie, analogamente a quanto previsto per le stazioni, si procederà a deviare temporaneamente la circolazione veicolare.

3. CRONOPROGRAMMA

L'ipotesi che sta alla base della redazione del cronoprogramma di cui alle tavole MPA1PPGPRINCR010, MPA1PPGPRINCR020 e MPA1PPGPRINCR030 consiste nell'assumere una velocità di avanzamento delle due TBM pari a 50 metri alla settimana, ossia pari a 10 metri per ogni giornata lavorativa. Si assume inoltre che la fresa attraversi a vuoto le singole stazioni e che si fermi per due settimane all'interno della stazione attraversata per le operazioni di manutenzione (facilitate dall'ampio spazio a disposizione all'interno delle stazioni stesse).

Per limitare l'ampiezza del fronte di scavo, e quindi l'eventualità di cedimenti, si prevede che una TBM parta in ritardo di 100 m rispetto all'altra (sfalsamento temporale pari a due settimane) e che procedano poi parallelamente per contenere i tempi di esecuzione delle due gallerie previste dal progetto.

La collocazione temporale di tutte le opere comprese nell'intervento proposto è quindi strettamente collegata alle assunzioni di cui sopra, oltre alle ipotesi di deviazione del traffico contenute nelle tavole dedicate alla cantierizzazione delle stazioni.

Le operazioni preliminari previste consistono nella bonifica da eventuali ordigni bellici dei terreni interessati dall'intervento. Tale operazione avrà inizio nella zona sud della città in modo da permettere la realizzazione della galleria artificiale che collegherà il futuro deposito treni alla prima stazione della linea, ossia "Svincolo Oreto".

Parallelamente alla realizzazione della galleria artificiale, si prevede la costruzione delle stazioni "Svincolo Oreto", "Oreto Sud", e "Oreto Nord". Come si può notare chiaramente dal cronoprogramma, la realizzazione di queste tre stazioni, così come pure di tutte le altre, è stata suddivisa in fasi successive che generalmente sono:

- ricerche archeologiche;
- risoluzione interferenze con reti tecnologiche
- esecuzione diaframmi
- consolidamento terreno
- scavo e realizzazione impalcati di piano
- scavo e realizzazione solettone di fondo
- impermeabilizzazione e rivestimenti strutturali
- impianti e finiture
- realizzazione accessi fino a piano atrio

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Studio d'Impatto Ambientale

In alcune stazioni il numero e il tipo di fasi considerato può subire delle modifiche in virtù delle particolari esigenze delle opere realizzate; tali modifiche sono comunque specificate di volta in volta.

La costruzione in parallelo delle tre stazioni sopra citate richiede la disponibilità di sei macchine per l'esecuzione dei diaframmi (due per ciascuna stazione), macchine che saranno dirottate sulle stazioni successive una volta terminati i lavori nella stazione considerata. Lo spostamento dei macchinari viene indicato sul cronoprogramma mediante l'utilizzo di frecce il cui colore è uguale a quello della stazione di provenienza. In questo modo è possibile visualizzare in modo immediato l'utilizzo delle risorse disponibili. Le linee verticali blu invece indicano gli istanti in cui si ha il passaggio delle TBM all'interno delle singole stazioni.

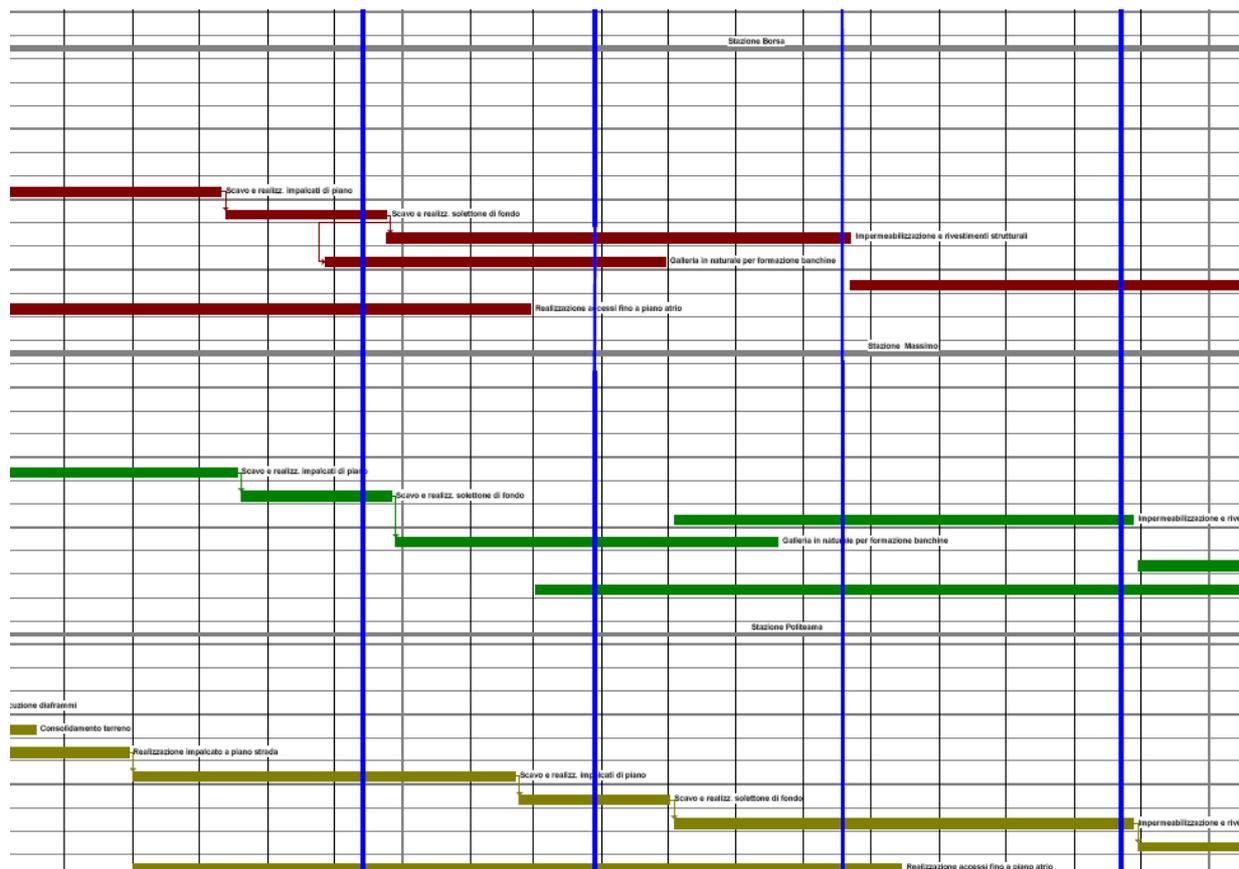
Si procede ora alla descrizione sommaria di ogni singola stazione partendo da “Svincolo Oreto”. In tale stazione, dopo una settimana dedicata alle ricerche archeologiche si dà inizio alla risoluzione delle interferenze con le reti tecnologiche e alla successiva realizzazione dei diaframmi. Il consolidamento del terreno precede poi la realizzazione degli impalcati di piano, partendo da quello a piano strada per poi proseguire con quelli ai piani inferiori, previo scavo a foro cieco del materiale necessario, fino ad arrivare al getto del solettone di fondo. La costruzione degli impalcati, in questa stazione è affiancata alla costruzione degli accessi che si rende necessaria per limitare i disagi alla circolazione veicolare. Infine si procede alle impermeabilizzazioni e alle finiture seguendo la tempistica riportata sulla più volte citata tavola MPA1PPGPRINCR010. Si precisa che i tempi di esecuzione riportati sono stati determinati in proporzione alle dimensioni dell'opera considerata basandosi sull'esperienza e valutando la tempistica di opere simili realizzate in passato.

Per la realizzazione di “Oreto Sud” si seguono le stesse fasi ipotizzate per “Svincolo Oreto”.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

4. Interferenze - Viabilità, infrastrutture e servizi puntuali e di rete

4.1 Premessa

Nelle pagine che seguono è illustrata l'interferenza del tracciato di progetto con la presenza nel sottosuolo della rete dei pubblici servizi.

In sede di redazione del progetto, sono stati individuati i pubblici servizi la cui rete interferisce con il sedime delle stazioni e con l'andamento del tracciato.

In particolare il censimento è stato fatto con riguardo ai seguenti sottoservizi:

- collettori fognari principali;
- rete ITALGAS MP e BP;
- rete ENEL AT, MT e BT;
- illuminazione pubblica;
- rete idrica;
- rete telefonica TELECOM, WIND e FASTWEB;

A tal fine nel seguito è descritta la fase di indagine, i criteri progettuali adottati, l'organizzazione dello sviluppo delle attività pertinenti. Successivamente, con riferimento allo specifico del progetto in esame, l'interferenza dei relativi sottoservizi con le opere da eseguirsi è analizzata per singola stazione e sulla linea al fine di individuare gli spostamenti dei sottoservizi da effettuare nel progetto.

4.2 Rilievi ed indagini

4.2.1 Rilievi di superficie ed indagini visive

Il progetto preliminare per lo spostamento dei pubblici servizi prevede un rilievo celerimetrico, con individuazione di tutte le consistenze superficiali (tombini, cabine, pali, ecc) e di informazioni specifiche sulla profondità e le caratteristiche delle fognature e gallerie pp.ss. esistenti, basate su quanto acquisito presso gli enti.

In accordo con gli Enti Gestori sono stati predisposti i progetti degli spostamenti dei singoli sottoservizi ed individuati i costi.

L'analisi delle interferenze con la rete dei pubblici servizi è suddivisa per fasi; dapprima si è evidenziata la situazione attuale della rete degli impianti nella zona interessata dalle nuove opere della linea metropolitana; quindi sono studiati i possibili spostamenti dei sottoservizi in via provvisoria, ove necessari, ed in ultimo le deviazioni da realizzarsi in via definitiva.

Esiste poi una fase successiva ma non meno importante in cui verranno effettuate tutte le indagini archeologiche necessarie per evitare rischi di ritardo in fase realizzativa.

Vista la notevole complessità nella rete dei sottoservizi e allo scopo di ridurre al minimo ogni possibile incertezza sulla effettiva consistenza e andamento di tracciato, non facilmente rilevabili dall'esame precedente, sarà necessario una ulteriore campagna di indagini integrative non distruttive (georadar, indagini e rilievi visivi).



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

In particolare tali indagini riguarderanno l'approfondimento dei seguenti pubblici servizi:

- collettori fognari principali;
- rete ITALGAS;
- rete ENEL;
- rete ACEA;
- rete telefonica TELECOM o di altri gestori;
- altre opere interrate e/o altri servizi.

4.2.2 Indagini profonde

Per rilevare i sottoservizi interferenti con le opere, oltre ai rilievi di superficie ed alle ispezioni visive, si potrà fare ricorso, in una fase successiva del progetto, ad indagini con "cerca-servizi" e "georadar".

Indagini con cerca – servizi

L'indagine eseguita con il cerca – servizi consente di poter definire, con sufficiente precisione l'esistenza ed il percorso di un sottoservizio.

In presenza di emergenze pertinenti, è applicata una tenaglia di conduzione che collega l'apparecchiatura trasmittente al sottoservizio ricercato. E' così possibile, un bersaglio alla volta, definire il percorso dei cavi e di tubi presenti nell'area interessata dalla ricerca, misurando la distanza del sottoservizio da un asse preferenziale come, ad esempio un marciapiede, o rispetto a dei punti chiaramente definiti.

Per i sottoservizi che non dispongono di emergenze superficiali, si individua, tramite un'antenna ad induzione mobile, il numero di bersagli presenti su una sezione orizzontale definendone la posizione, in relazione ai riferimenti precedentemente fissati.

La ricerca della profondità di posa avviene sfruttando le caratteristiche dell'antenna ricevente.

Indagini con georadar

L'acquisizione dei dati in campo avviene, solitamente, eseguendo un insieme di profili posti lungo una griglia; tale approccio è rapido e consente di eseguire con maggior facilità correlazioni e comparazioni.

Dopo aver delimitato la griglia, si procede, in primo luogo, alla calibrazione del sistema di prospezione e successivamente all'acquisizione dei dati mediante il trascinamento dell'antenna. Su ogni traversa investigata viene apposta una scansione delle distanze, solitamente effettuata mediante apposizione di riferimenti grafici sul terreno.

La rappresentazione grafica del profilo georadar, definita "strisciata", è formata da una molteplicità di tracce ovvero da una serie di onde riflesse derivate dall'insieme degli impulsi generati dall'antenna durante il suo trascinamento.

Si ottengono così sezioni del sottosuolo, nelle quali è possibile identificare la presenza di "bersagli".



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Nel corso delle indagini sono utilizzate delle antenne con diverso range di frequenza in funzione della profondità di prospezione e del tipo di litologie. Per le indagini in questione, usualmente sono utilizzate antenne a bassa frequenza (100 MHz); l'utilizzazione di trasduttori a differente frequenza consente d'individuare bersagli a differente profondità fino a circa 4 m di profondità dal piano di campagna.

4.3 Metaprogetto

L'attività " spostamento sottoservizi " è concepita come un sottosistema dell'intero progetto relativa all'opera in questione e pertanto viene esplicitata nell' organigramma della pagina seguente di una attività complessa, dove ogni singola azione deve essere conosciuta, controllata e programmata.

4.3.1 Organizzazione delle attività

Il diagramma di flusso prevede la gestione delle informazioni e relative attività delle quattro aree individuate:

- area della informazione/conoscenza;
- area della progettazione;
- area della realizzazione;
- area del controllo.

L'area della informazione/conoscenza fornisce come out put il master plan dello stato di fatto; l'area della progettazione fornisce soluzioni di progetto; l'area della realizzazione fornisce l'"as built" che

sostituisce il master plan di partenza, come nuovo stato di fatto.

Il processo è attivato dalle informazioni che forniscono i funzionari delegati dagli Enti interferiti che schematicamente sono stati riassunti in sette tipologie fondamentali: Enel, Acea, Italgas, Servizi di telecomunicazione e fibre ottiche, Acquedotti, Fognature, Linee speciali riservate.

Il gruppo di progettazione fornisce soluzioni di progetto da sottoporre ai funzionari tecnici degli Enti interferiti, laddove non siano gli stessi Enti a fornire progetti di traslazione dei propri sottoservizi. Di ogni interferenza sarà redatta, nelle successive fasi di progettazione, una scheda analitico/sintetica dei dati esistenti e una analoga per i dati di progetto, sarà verificata la tempistica delle lavorazioni previste, l'interferenza e/o congruenza con il programma generale delle lavorazioni e precisate le modalità del monitoraggio con riferimento alla specifica interferenza.

Il progetto dovrà essere approvato dalla unità di coordinamento e controllo, sentito l'Ente in causa e successivamente trasferito all'area costruzione per la realizzazione.

I lavori saranno realizzati con squadre speciali qualificate, addette allo spostamento delle omogenee tipologie di sottoservizi, gestite da capi cantieri e coadiuvati da assistenti. Questi ultimi saranno i redattori degli as built .

Gli as built finali assemblati costituiranno il nuovo Master Plan dell'esistente, che andrà a sostituire il Master Plan di partenza.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.
	Studio d'Impatto Ambientale

4.3.2 Individuazione dei criteri progettuali

La definizione di tutte le deviazioni (provvisorie e definitive) di cavi e/o tubazioni sarà condotta nel rispetto delle prescrizioni dei vari Enti responsabili e della vigente normativa di legge in materia di sicurezza e di sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici (D.Lgs. 19/9/94 n. 626, Dir. Min. LL. PP. 3/3/99, norme UNI e CEI, D.M. 24/11/84, D.M. 23/2/71 n. 2445, D.P.R. 16/12/92 n. 495, ecc.).

La logica seguita nella progettazione delle deviazioni tiene conto di un'analisi di tipo "multicriteria" che consiste nel verificare che le scelte progettuali operate soddisfino in pieno od in massima parte una serie di criteri-base, definiti inizialmente ed ordinati secondo una scala di priorità.

I criteri, presi a riferimento, nell'analisi delle possibili deviazioni dei pubblici servizi sono stati i seguenti:

- Minima interferenza;
- Difficoltà tecnico-realizzativa;
- Rischio;
- Costo;
- Tempo;
- Disagi agli utenti.

S'intende che l'optimum è rappresentato da quella soluzione che minimizza contemporaneamente i predetti criteri.

Nella realtà, però, data la difficoltà e/o l'impossibilità di ottenere l'optimum, si è optato per quella soluzione che rispettasse il numero maggiore dei suddetti criteri ovvero che meglio delle altre potesse soddisfare ciascuno di essi.

4.4 Progetto

Sulla base dei dati a disposizione si è risalito alla posizione planimetrica dei pubblici servizi della zona interessata dalle stazioni e dal tracciato.

Con riferimento agli ingombri delle aree di scavo delle stazioni è stato possibile individuare le principali interferenze con i pubblici servizi esistenti e riassumerle nelle tabelle di seguito riportate per ogni stazione e per ciascun pozzo di metà tratta.

La definizione delle risoluzioni delle interferenze dei vari sottoservizi sono state discusse direttamente con gli enti interessati (Enel distribuzione S.p.A. per la linea elettrica, AMG Energia S.p.A. Palermo per la rete del gas e AMAP S.p.A. per la rete idrica e fognaria) che hanno fornito indicazioni di natura tecnica ed economica per lo spostamento dei sottoservizi interessati dal progetto.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL AT/MT	Cavo 70kv in O.F. + 2 linee MT	Deviazione definitiva
GAS	Tubazione MT e BT lungo via Oreto Nuova	Deviazione definitiva
RETE FOGNARIA	Tubazione 50x40 Tubazione DN 300, 50X80, 30X50, 50X70: dimessa	Deviazione definitiva Dismessa
RETE IDRICA	Tubazione Ø 300 e Ø 200	Deviazione per fasi costruttive
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione per fasi costruttive

Dall' esame delle interferenze delle linee Enel AT/MT in corrispondenza delle due stazioni, Svincolo Oreto ed Oreto Sud, linee che si estendono lungo la via Oreto Nuova, si evince la necessità di dismettere il tratto di elettrodotto in cavo O.F. a 70 kv compreso fra il portale (vedi foto n. 2) e la via Orsa Minore. Vista l'entità delle lavorazioni interessate verrà considerata non come variante ma come nuovo elettrodotto.

La risoluzione della rete del gas prevede la posa di una tubazione B.T. in ghisa DN 200 e una M.T. in acciaio DN 450 lungo via Oreto Nuova per ripristinare la continuità delle reti da tagliare provvisoriamente e ricollegare.

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Le reti minori (telecom, wind e fastweb ed illuminazione pubblica) vengono deviate all'interno di una polifora predisposta per ciascun ente.

Stazione Oreto Sud

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL AT/MT	Cavo 70kv in O.F. + 2 linee MT	Dismessa
GAS	Tubazione BT lungo via Oreto Nuova e Paratore	Deviazione definitiva
RETE FOGNARIA	Tubazione 30x30, 50x80, 100x160, 30x50	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 200	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione definitiva

La risoluzione della rete Enel AT ed MT è già stata descritta nel paragrafo riguardante la stazione Svincolo Oreto in quanto le lavorazioni riguardano lo stesso l'intervento.

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Le reti minori (telecom, wind e fastweb ed illuminazione pubblica) vengono deviate all'interno di una polifora predisposta per ciascun ente.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Stazione Oreto Nord

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL AT/MT	Cavo 150 kv MT e 70 kv in O.F.	Deviazione definitiva
GAS	Sezionamento tubazione esistente lungo le via Perez e Bergamo	Posa prese provvisorie e ripristino rete esistente
RETE FOGNARIA	Tubazione 30x50	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 110, Ø 450 e Ø 160	Deviazione per fasi costruttive
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione per fasi costruttive

La stazione Oreto Nord merita un cenno particolare. Nella via Bergamo si trova la cabina primaria Mulini che attualmente è alimentata da cinque elettrodotti in cavo interrato ad AT a 150 kv, alcuni con cavi ad isolamento estruso ed altri ad olio fluido ed un elettrodotto AT a 70 kv ad O.F. Questi elettrodotti insistono in parte su via Bergamo ed in parte in via Manfredi. Considerato l'aspetto strategico della c.p. Mulini, sull'assetto della rete di distribuzione AT per la città di Palermo difficilmente di potrà intervenire interessando contemporaneamente più di un elettrodotto. Ogni intervento di variante, contenuto all'interno di 100 m di lunghezza, ha un costo di circa 250k€ a cui vanno aggiunti i costi, per spese generali, del 20%.

Si è prospettata così la opportunità di predisporre, prima dell'inizio dei lavori di scavo per la stazione di un cunicolo di servizio ad esclusivo uso Enel delle dimensioni interne di 2.50x3.00 m su cui sistemare, uno alla volta gli elettrodotti AT. Questa soluzione permetterebbe di conseguire delle economie di gestione perché all'interno del cunicolo si potrebbero ospitare anche i cavi MT. Il cunicolo verrebbe costruito nella via Manfredi.

La risoluzione della rete del gas prevede il sezionamento di una tubazione esistente in ghisa DN 200 e 100 lungo le vie Perez e Bergamo, la realizzazione di nuove prese provvisorie ed il successivo ripristino della rete e delle prese.

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Stazione Giulio Cesare

SERVIZIO	INTERFERENZE	
GAS	Sezionamento tubazione esistente	Posa prese provvisorie e ripristino rete esistente
RETE FOGNARIA	Tubazione 130x230, 60x40 Tubazione 50x20	Deviazione definitiva Dismessa
RETE IDRICA	Tubazione Ø 225 e Ø 160	Deviazione per fasi costruttive
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione definitiva

La risoluzione della rete del gas prevede il sezionamento di una tubazione esistente in ghisa DN 300 e 100 lungo la piazza, la realizzazione di nuove prese provvisorie ed il successivo ripristino della rete e delle prese.

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Stazione Borsa

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL AT/MT	Cavo MT	Deviazione definitiva
RETE FOGNARIA	Tubazione 30x60	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 110, e Ø 125	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione per fasi costruttive

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Le reti minori (telecom, wind e fastweb ed illuminazione pubblica) vengono deviate all'interno di una polifora predisposta per ciascun ente.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Stazione Massimo

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL AT/MT	Cavo MT	Deviazione definitiva
GAS	Tubazione BT lungo via Maqueda	Dismessa
RETE FOGNARIA	Tubazione 50x400: dismessa	Dismessa
RETE IDRICA	Tubazione Ø 280	Deviazione definitiva
	Tubazione Ø 300	Dismessa
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione definitiva

La risoluzione della rete del gas prevede la posa di una tubazione B.T. in ghisa DN 200 lungo via Maqueda per ripristinare la continuità delle reti da tagliare provvisoriamente e ricollegare e la successiva realizzazione di nuove prese in sostituzione.

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Le reti minori (telecom, wind e fastweb ed illuminazione pubblica) vengono deviate all'interno di una polifora predisposta per ciascun ente.

Stazione Politeama

SERVIZIO	INTERFERENZE	
RETE IDRICA	Tubazione Ø 280	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione definitiva

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Stazione Archimede

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL AT/MT	1 linea MT	Dismessa
RETE FOGNARIA	Tubazione 30x60, 30x50	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 110, Ø 125 e Ø 500	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione definitiva

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Le reti minori (telecom, wind e fastweb ed illuminazione pubblica) vengono deviate all'interno di una polifora predisposta per ciascun ente.

Stazione Notarbartolo



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL AT/MT	Cavo 150kv AT e cavo MT	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 160	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione definitiva

Per la stazione Notarbartolo, ubicata in piazza Boiardo, si crea l'interferenza con l'elettrodotto a 150 kv in cavo interrato Resuttana - Quattromandamenti per la risoluzione della quale bisogna realizzare una variante, che insiste totalmente nella suddetta piazza, per un costo presunto di circa 300 k€

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Le reti minori (telecom, wind e fastweb ed illuminazione pubblica) vengono deviate all'interno di una polifora predisposta per ciascun ente.

Manufatto terminale – Via Giuseppe Sciuti

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL AT/MT	Cavo 70kv in O.F. e 150kv AT e cavo MT	Deviazione definitiva
GAS	Tubazione BT lungo via Sciuti	Dismessa
RETE FOGNARIA	Tubazione 40x70	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 110, Ø 160 e Ø 300	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione definitiva

Nella via Sciuti, in prossimità dell'incrocio con via Giusti, si realizzerà il Manufatto Terminale, punto di scambio dei vagoni della metropolitana. In quest'area insistono due elettrodotti AT interrati: il 150 kv Resuttana – Quattromandamenti ed il 70 kv O.F. Resuttana – Cusmano.

A causa delle interferenze con i cavi Enel la risoluzione dei sottoservizi è subordinata alla risoluzione dell'interferenza con i suddetti cavi. In tal senso, a seguito dell'incontro avuto con i referenti Enel/Terna, la risoluzione deve avvenire per fasi:

- 1° fase: costruzione di un nuovo cavo a 70 kv in O.F. lato mare; costruzione nuovo cavo MT lato mare; interruzione rete gas e contemporanea realizzazione nuove prese; risoluzione rimanenti interferenze
- 2° fase: esecuzione stazione lato monte; ripristino cavo 70kv O.F. e cavo MT lato monte; costruzione nuovo cavo AT 150 kv lato monte; ripristino viabilità esistente lato monte
- 3° fase: esecuzione stazione lato mare
- 4° fase: ripristino cavo AT 150 kv lato mare; ripristino viabilità esistente lato mare.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Per la rete idrica e fognaria è prevista la deviazione come si legge sugli elaborati grafici facenti parte del progetto.

Le reti minori (telecom, wind e fastweb ed illuminazione pubblica) vengono deviate all'interno di una polifora predisposta per ciascun ente.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Altri manufatti

Pozzo n. 1 - Via Oreto

SERVIZIO	INTERFERENZE	
GAS	Tubazione BP lungo via Oreto	Deviazione definitiva
RETE FOGNARIA	Tubazione 80x100, 30x50	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 200	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 1.000,00 ca.	Deviazione definitiva

Pozzo n. 2 - Via Campisi

SERVIZIO	INTERFERENZE	
GAS	Tubazione BP lungo via Campisi	Posa prese provvisorie e ripristino rete esistente
RETE FOGNARIA	Tubazione 30x50	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 110	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 1.000,00 ca.	Deviazione definitiva

Pozzo n. 3 – Via Palermo

SERVIZIO	INTERFERENZE	
GAS	Tubazione BP lungo via G. Palermo	Posa prese provvisorie e ripristino rete esistente
RETE FOGNARIA	Tubazione 30x50	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 110	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 1.000,00 ca.	Deviazione definitiva

Pozzo n. 4 – Piazza S. Cecilia

SERVIZIO	INTERFERENZE	
RETE FOGNARIA	Tubazione 30x50	Deviazione definitiva
RETE IDRICA	Tubazione Ø 125	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 1.000,00 ca.	Deviazione definitiva

Pozzo n. 5 – Piazza S. Domenico



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL MT	Cavo MT 14 sulla piazza	Deviazione definitiva
GAS	Tubazione BP su un lato della piazza	Deviazione definitiva
RETI MINORI	Area di intervento: mq 6.000 ca.	Deviazione definitiva

Pozzo n. 6 – Via Ruggero Settimo

SERVIZIO	INTERFERENZE	
ENEL MT	Cavo MT	Deviazione definitiva
GAS	Tubazione BP lungo via Mariano Stabile	Posa prese provvisorie e ripristino rete esistente
RETI MINORI	Area di intervento: mq 1.000,00 ca.	Deviazione definitiva

Pozzo n. 7 – Via della Libertà

SERVIZIO	INTERFERENZE	
RETI MINORI	Area di intervento: mq 1.000,00 ca.	Deviazione definitiva

Pozzo n. 8 – Via Piersanti Mattarella

SERVIZIO	INTERFERENZE	
RETI MINORI	Area di intervento: mq 1.000,00 ca.	Deviazione definitiva

5. Interferenze con i fabbricati

5.1 Premessa. Obiettivi, contenuti e metodologia

Nel contesto della redazione del progetto è stata effettuata l'indagine finalizzata all'identificazione della tipologia strutturale, del tipo di fondazione e dello stato di consistenza delle strutture; inoltre da tale indagine, svolta per ogni singolo edificio, è stato estrapolato un giudizio preliminare sull'opera che mette in evidenza la sua vulnerabilità rispetto alle azioni indotte dalla futura costruzione della linea metropolitana.

Le attività identificate riguardano sopralluoghi lungo l'intera tratta per il censimento delle opere civili, la ricerca della documentazione esistente e la redazione di apposite schede riassuntive delle indagini e rilevamenti effettuati.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

La relazione tecnica illustra la metodologia utilizzata nel corso dello studio e riassume i principali risultati ottenuti. La relazione riporta un cenno sull'inquadramento geologico-geotecnico dell'area interessata dall'opera, le principali tipologie strutturali riscontrate nel corso delle indagini unitamente al tipo di fondazione. Vengono riportate le osservazioni in merito alle condizioni statiche attuali dell'edificio sia in termini di dissesti in atto sia in termini di modificazioni che la struttura ha subito dopo la prima edificazione. Inoltre con un metodo quasi-analitico si valuta la vulnerabilità dell'edificio, attribuendo un indice numerico valutato sulla base delle principali caratteristiche dell'edificio e del sottosuolo.

Si è dunque provveduto a censire gli edifici più significativi ricadenti nella fascia di influenza delle gallerie in corso di progettazione.

Inizialmente si è proceduto alla preliminare numerazione "sulla carta" di tutti i singoli edifici ricadenti anche solo in parte all'interno della fascia di influenza delimitata dagli assi delle due gallerie, traslati ciascuno di 30 m verso l'esterno. Le unità strutturali così identificate sono risultate 657, suddivise per numerazione in 10 gruppi (A – L), ciascuno definito dal tratto compreso all'incirca fra due fermate metropolitane consecutive.

Poiché si tratta di un'indagine a supporto del progetto preliminare, il rilievo e la schedatura sono stati limitati agli edifici di interesse storico e/o recettori sensibili ed a quelli più rappresentativi delle situazioni riscontrate, per un totale di 309 unità strutturali (v. planimetrie MPA1 PP IND FFPP01-07), oltre ad una scheda identificativa della galleria ferroviaria in disuso che interseca il tracciato di progetto in corrispondenza dell'incrocio fra viale della Libertà e via Archimede.

Per ogni edificio ricadente nell'area specificata si è individuata l'ubicazione, la tipologia edilizia e costruttiva, il tipo di fondazione, il terreno con cui interagisce, l'eventuale presenza di cavità nonché una valutazione del grado di vulnerabilità dell'edificio (descritto nel cap. 10).

Prima di dare inizio alla fase di indagine vera e propria, è stato raccolto il materiale disponibile relativo all'area attraversata dalla linea ferroviaria.

E' stata acquisita presso gli Uffici Tecnici del Comune di Palermo la documentazione anche cartografica del Piano Regolatore, al fine di individuare vincoli (ad esempio storici) sugli edifici o modificazioni della destinazione d'uso in programma.

Per ciò che riguarda i terreni di fondazione si è tenuto conto dei risultati della campagna di indagini in sito sviluppata per le gallerie in oggetto. Inoltre, si è operata una raccolta di stratigrafie di sondaggi eseguiti, per altre opere, in prossimità della zona oggetto di indagini.

Tali dati sono stati riportati sulle planimetrie e sui profili e hanno consentito un inquadramento geologico-geotecnico. Dai dati disponibili si osserva che lungo il tracciato della linea metropolitana in progetto i terreni di fondazione degli edifici sono costituiti prevalentemente dalla formazione sabbioso calcarenitica. Limitatamente ad alcuni tratti che si sviluppano in corrispondenza dell'attraversamento del fiume Oreto e nell'area lungo la via Roma fra via Divisi e Piazza S. Domenico (ex alvei dei fiumi papireto e Kemonia), sono presenti in superficie terreni di riporto e depositi alluvionali a grana fina, che possono raggiungere profondità di oltre 30 m. Dalle attuali conoscenze è da escludere la presenza in affioramento, e quindi come terreni di fondazione degli edifici, sia delle argille del Flysch Numidico sia del complesso delle argille azzurre.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

La superficie della falda si trova a profondità generalmente comprese fra 10 e 15 m sotto il p.c.. La profondità è comunque sensibilmente influenzata dal regime stagionale delle precipitazioni e può subire oscillazioni dell'ordine di qualche metro. Nell'area di ricolmo dei paleoalvei dei f. Papireto e Kemonia, la falda si trova a pochi metri sotto la superficie del p.c..

Le cavità, di natura prevalentemente antropica (camere dello scirocco, pozzi, qanat, ecc.), sono presenti diffusamente in tutto il tratto fra la stazione centrale (p. Giulio Cesare) ed il Teatro Massimo. Presenza di altre cavità artificiali (cave in galleria "mucate") sono segnalate lungo il tracciato da viale della Libertà a p. Mordini fino alla villa Trabia. Cavità naturali, meno frequenti delle precedenti e di dimensioni modeste, possono essere presenti nelle calcareniti nodulari, per effetto del dilavamento della frazione sabbiosa sciolta. Per una descrizione di dettaglio dei terreni si rimanda alle specifiche relazioni geologica e geotecnica allegati al progetto.

5.2 Indagini eseguite

Per ogni singolo edificio scelto nell'area di influenza della linea metropolitana, è stata condotta un'indagine di dettaglio svolta attraverso sopralluoghi e ricerca di documentazione di progetto depositata presso gli uffici competenti, presso studi tecnici di progettisti e costruttori o in possesso di proprietari e amministratori degli edifici.

Le maggiori difficoltà si sono riscontrate nel reperimento delle caratteristiche delle fondazioni.

Essendo quasi sempre non direttamente ispezionabili, in mancanza della documentazione di progetto ci si è riferiti alle informazioni verbali riferite dai proprietari e inquilini o ancora sono state dedotte sulla base della tipologia strutturale rilevata in situ e/o per analogia con edifici limitrofi, per i quali invece si avevano informazioni di tipo diretto, aventi simili caratteristiche strutturali nonché costruiti nel medesimo periodo.

I risultati delle indagini per ogni edificio sono riportati in una scheda appositamente progettata.

I sopralluoghi hanno riguardato un totale di 309 edifici ricadenti nell'area di indagine, oltre ad una scheda identificativa della galleria ferroviaria in disuso che interseca il tracciato di progetto in corrispondenza dell'incrocio fra viale della Libertà e via Archimede. Nel corso dello svolgimento del lavoro il numero complessivo di edifici da investigare ha subito delle variazioni in quanto le situazioni effettivamente riscontrate sui luoghi differivano rispetto a quelle identificate inizialmente "sulla carta".

Di ciascun edificio si sono rilevati alcuni dati generali come l'ubicazione, i piani fuori terra e interrati, la dimensione massima in pianta dell'edificio, i confini e gli ingressi.

Per i piani interrati, per il piano terra e il primo piano si è fatto un rilievo anche dell'interno, previa richiesta di disponibilità a proprietari e inquilini.

Le osservazioni fatte all'interno e all'esterno hanno consentito una descrizione strutturale dell'edificio. In particolare si è descritta la tipologia di struttura, il tipo di orizzontamenti, i dissesti in atto e le modificazioni strutturali avvenute.

Quando possibile, è stato contattato l'amministratore dell'edificio o il proprietario, direttamente sul posto o in seguito per via telefonica, al fine di acquisire informazioni come l'anno di costruzione, il



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

nome del costruttore o dell'impresa costruttrice, il numero e l'anno della licenza di abitabilità, il numero della licenza edilizia e quant'altro necessario per la ricerca dei progetti e dei dati catastali.

Spesso sono state acquisite informazioni sulla storia dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive direttamente dall'impresa costruttrice, dagli amministratori o dai proprietari.

La ricerca della documentazione è stata inizialmente svolta presso gli uffici dell'Edilizia Privata del Comune di Palermo, presso il Genio Civile, l'Ufficio del Centro Storico del Comune di Palermo e presso il Catasto Edilizio Urbano.

Poiché gran parte dei fabbricati ubicati lungo questa tratta risalgono alla fine dell'800 e alla prima metà del '900 non è stato possibile presso i predetti uffici reperire la documentazione progettuale. Pertanto si è tentata una ricerca più diretta di tali documentazioni, richiedendola ad inquilini, proprietari ed amministratori. Talvolta gli elaborati rinvenuti non sono di progetto ma relativi a progetti di ristrutturazioni e sanatorie successive.

Per gli edifici di proprietà delle Ferrovie dello Stato è stata fatta una ricerca presso gli archivi dell'Ufficio Metropolis.

Nell'ambito dell'indagine in oggetto, è stata redatta una scheda che riassume in maniera esauriente le caratteristiche di ciascun edificio investigato.

La scheda è stata progettata con il fine principale di rendere l'osservazione in sito quanto più possibile oggettiva. Inoltre, utilizzando una unica scheda per tutti gli edifici è stato possibile uniformare ed omogeneizzare i dati rilevati ed acquisiti.

Nella scheda è immediatamente possibile individuare l'ubicazione degli edifici grazie al posizionamento, sul frontespizio, di un'immagine rappresentante la tratta in questione e la campitura dell'edificio oggetto della scheda.

All'interno della scheda tutte le informazioni generali sono raggruppate nella seconda pagina; seguono le voci "principali caratteristiche strutturali", "modificazioni strutturali", "stato di consistenza delle strutture" e "fondazioni". Le "notizie generali" danno indicazioni sull'ubicazione dell'edificio, sull'anno di costruzione, sul numero di piani, sulla presenza o meno di piani interrati o seminterrati, sulla proprietà, sui vincoli e sulla presenza o meno di amministratori di condominio.

Sotto la voce "principali caratteristiche strutturali" si danno notizie sul tipo di struttura portante, sul tipo di solai e sul sistema costruttivo.

Sotto la voce "modificazioni strutturali" sono raccolte le notizie utili a stabilire se la struttura si trova nelle condizioni originarie e svolge le funzioni per cui è stata progettata. In particolare si mette in evidenza se si sono verificate variazioni dei carichi permanenti e se sono stati eliminati, modificati o aggiunti elementi strutturali che hanno potenzialmente cambiato il funzionamento della struttura.

Sotto la voce "stato di consistenza" sono accuratamente descritti tutti i segni di dissesto statico che eventualmente interessano gli edifici. In particolare viene rilevata la presenza o meno di lesioni, di fenomeni di umidità e corrosione nei diversi elementi strutturali dell'edificio.

Sotto la voce "fondazioni" si hanno indicazioni sulla tipologia di fondazione e sulla quota di imposta. Si danno inoltre informazioni sui terreni di fondazione, sul livello di falda e sulla presenza o meno di cavità.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

La scheda contiene inoltre una documentazione fotografica riportante i prospetti dell'edificio e le lesioni eventualmente presenti, nonché una sezione trasversale alla linea ferroviaria illustrante i rapporti piano-altimetrici fra l'edificio in questione e l'opera in progetto.

Si sottolinea che la sezione riportata nella scheda è stata costruita nell'ottica di fornire al Progettista uno schema per l'analisi dell'interazione fra la galleria e l'edificio in esame. Infatti la sezione è costruita ortogonalmente all'asse ferrovia e fornisce l'impronta dell'intero edificio su questo piano e permette di identificare la lunghezza caratteristica dell'edificio.

I rilievi effettuati durante la campagna di indagine hanno evidenziato che gli edifici ubicati nell'area d'influenza della linea metropolitana in esame hanno sistema costruttivo-strutturale appartenente alle seguenti tipologie:

- Strutture in muratura
- Strutture in calcestruzzo armato
- Strutture miste

Di seguito si riportano in maniera sintetica le descrizioni delle principali tipologie strutturali.

Gli edifici rilevati con struttura muraria sono 193 e si trovano prevalentemente nel centro storico della città (70), nella zona di via Oreto alle spalle della stazione centrale (66) e lungo la via Ruggero Settimo fino al Politeama (19). Si tratta di edifici con numero di piani prevalentemente compreso fra 4 e 6, con soltanto due eccezioni di 7 piani.

Da un punto di vista architettonico, nella zona di via Oreto, le costruzioni appartengono ad edilizia elencale, mentre nel centro storico e nella parte della nuova espansione ottocentesca della città (a partire da piazza Verdi verso nord lungo le vie R. Settimo e Libertà) sono presenti edifici di notevole pregio sia per partiture architettoniche sia per età. Infatti lungo il tracciato in progetto si intercettano molti palazzi nobiliari chiese monasteri e teatri, medievali e cinquecenteschi, sino ad arrivare alle costruzioni ottocentesche.

La struttura è costituita in genere da setti murari di pietra naturale (conci squadrate di calcarenite) legati con giunti di malta di calce e, per gli edifici più recenti, con giunti di malta cementizia.

Gli orizzontamenti sono per la maggior parte lignei, spesso successivamente consolidati con un massetto di calcestruzzo armato con rete metallica. In alcuni casi i solai lignei originari sono stati sostituiti con solai latero-cementizi previa costruzione di un cordolo perimetrale di calcestruzzo armato. Un'altra tipologia di solai riscontrata è quella in acciaio e laterizi. Con questa si intende sia orizzontamenti originali del fabbricato costituiti da travi in acciaio e voltine di mattoni sia successive sostituzioni dei solai lignei con putrelle d'acciaio e "tavelloni".

Sono frequenti i casi di orizzontamenti con strutture a volta, in particolare nei piani terra e/o interrati.

Le strutture di collegamento verticali sono scale i cui gradini poggiano su semiarchi di mattoni ammorsati profondamente nei muri perimetrali e poggianti agli estremi sui pianerottoli.

Spesso nelle ristrutturazioni recenti sono stati inseriti i corpi ascensori.

Le fondazioni delle strutture murarie sono di tipo diretto e possono avere profondità del piano di posa variabile fra 1 e 2 m. Sono costituite anch'esse da blocchi di calcarenite e lo spessore è generalmente maggiore di 20 cm rispetto a quello della prima elevazione.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Soltanto in un caso è stata segnalata la presenza di fondazioni profonde al di sotto della muratura di fondazione e riguarda l'edificio E 35 sulla via Roma. Negli anni '90, infatti, è stato effettuato, in corrispondenza della parte sud dell'edificio, un intervento di consolidamento in fondazione con micropali. Durante le perforazioni sono stati intercettati i pali di legno originari.

Gli edifici rilevati con strutture in calcestruzzo armato sono 100, prevalentemente localizzati nella zona di via Oreto Nuova (estremità sud della linea in progetto) e nella zona Notarbartolo – Sciuti (estremità nord della linea in progetto). Il numero dei piani è mediamente variabile fra 6 e 8 con un massimo di 11. Il periodo di costruzione generalmente comprende gli anni '50 e '60.

La struttura portante è costituita da pilastri e travi. Poiché la maggior parte di tali edifici sono stati costruiti prima della legge sulle costruzioni antisismiche, frequentemente l'orditura delle travi si riscontra solo in una direzione, dando luogo a strutture non intelaiate. Gli orizzontamenti sono per la maggior parte latero-cementizi. I corpi scala e ascensore sono generalmente inglobati in un unico nucleo con struttura a setti.

Al contrario delle strutture murarie, la maggior parte delle strutture in c.a. presentano piani interrati utilizzati come garage e talvolta depositi.

La tipologia di fondazione riscontrata è quella diretta, più spesso a plinti isolati rispetto alle travi rovesce, posta ad una profondità di circa 0,5 , 1 m dallo spiccatto dei pilastri.

La fondazione su plinti isolati si riscontra quando il terreno presenta buone caratteristiche di resistenza e di omogeneità a quote poco profonde. I plinti spesso non sono collegati da travi aventi funzione di connessione strutturale (bielle). Infatti, gli edifici di c.a. più antichi hanno plinti isolati poggianti sulle calcareniti ed il primo collegamento orizzontale avviene al livello del primo solaio.

Rari i casi di fondazione a platea. In particolare l'edificio B 63, che si trova nell'alveo del fiume Oreto e poggia sui limi molli alluvionali, ha una fondazione a platea del tipo compensato sfruttando il piano interrato.

In quei rari casi per i quali è stato difficile stabilire, durante i sopralluoghi, la presenza di fondazioni dirette, si è proceduto ad una stima per analogia con altri edifici che presentano caratteristiche strutturali e dei terreni di fondazione simili.

Per quanto riguarda la profondità del piano di posa delle fondazioni le incertezze sono maggiori, dal momento che molto raramente si può disporre di dati certi cui fare riferimento.

Tuttavia il grado di approssimazione dei valori riportati nelle schede è sufficiente ai fini della progettazione delle opere.

Di fondazioni profonde si ha notizia solo per l'edificio D 90, che prospetta su p. Borsa, per il quale sembra che vi siano antichi pali di legno al di sotto delle travi rovesce di c.a..

Distribuiti lungo tutto il tracciato in progetto sono stati riscontrati 15 edifici con struttura mista di muratura e di calcestruzzo armato. Queste strutture sono di due tipi. Un primo riguarda edifici in muratura a cui successivamente sono stati aggiunti altri corpi intelaiati di c.a. di volume paragonabile, collegati tramite travi che si intestano sui muri portanti della struttura in muratura o tramite gli orizzontamenti orditi fra la struttura muraria e quella intelaiata. Un secondo tipo, più frequente, è quella di edifici in muratura successivamente sopraelevati con una struttura intelaiata di c.a. che spicca da un cordolo di collegamento disposto sulla sommità dei setti murari.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Durante i sopralluoghi effettuati negli edifici ricadenti all'interno dell'area di indagine si è affrontata l'analisi dello stato di consistenza delle strutture. E' da precisare che tale analisi si è svolta principalmente tramite l'esame dei prospetti esterni dei fabbricati e attraverso osservazioni fatte nei piani cantinati, nei piani terra e nei primi piani degli edifici, previa richiesta di autorizzazione a proprietari ed inquilini ed in loro presenza.

Il rilievo ha riguardato principalmente la localizzazione delle lesioni nella struttura, annotando per ognuna di esse alcune caratteristiche rilevanti ai fini della classificazione "lievi" o "importanti". In particolare si è annotato:

- se la frattura è passante o meno;
- se segue i giunti tra i blocchi, nel caso di strutture murarie;
- la direzione, sub-verticale, sub-orizzontale o inclinata;
- l'andamento, ondulato o irregolare;
- l'apertura ovvero la distanza fra le labbra della frattura;
- la dislocazione delle labbra della frattura.

Si è inoltre annotata la presenza di fenomeni di corrosione eventualmente presenti nelle armature di pilastri e travi delle strutture in c.a. e nei solai latero-cementizi o nei balconi.

Infine si è rilevata la presenza di umidità e la sua provenienza, se da infiltrazioni attraverso la copertura ovvero dai terreni di fondazione per risalita capillare.

Le osservazioni sullo stato di consistenza della struttura sono state trasformate in valori numerici che permettono di identificare un cosiddetto indice di consistenza della struttura.

Con riferimento alla tabella I, sono stati utilizzati come fattori valutativi le lesioni, le corrosioni e l'umidità. Ad ogni fattore è collegato un aggettivo e un relativo punteggio. L'aggettivo è attribuito nel corso del rilievo. Quindi si definisce l'indice di consistenza S, (rif. 14), come la sommatoria dei punteggi relativi ai fattori individuati: $S = \sum C_i$.

5.3 Conclusioni

Dall'analisi dei rilievi effettuati, riepilogando i risultati raccolti, si osserva innanzitutto che l'indice dello stato di consistenza assume i valori più alti, che corrispondono a stati di consistenza peggiori, nell'area del centro storico (gruppi D ed E) che si estende dalla piazza Giulio Cesare (stazione centrale) fino a piazza Verdi). In particolare nella zona del gruppo E (dalla stazione Borsa a stazione Massimo) sono frequenti gli edifici con un indice superiore a 80 che corrisponde a stato di consistenza pessimo. Trattandosi quasi esclusivamente di edifici in muratura, la scarsa consistenza dipende sostanzialmente dalla presenza di stati fessurativi importanti e di umidità nelle strutture.

Lungo le altre zone del tracciato, gli edifici quasi sempre presentano uno stato di consistenza da buono a discreto.

Per gli edifici con struttura in muratura, che presentano lesioni importanti ovvero lesioni che modificano l'originario funzionamento dell'organismo strutturale, il quadro fessurativo dipende principalmente da cedimenti delle fondazioni e subordinatamente da modificazioni che la struttura ha subito nel corso della sua vita. In particolare hanno subito cedimenti delle fondazioni quei



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

fabbricati che poggiano sui terreni di riporto o sui depositi alluvionali. Molti di questi edifici si trovano nell'area di via Roma dove sono presenti gli antichi alvei dei fiumi Papireto e Kemonia. Per quanto riguarda gli edifici con strutture di c.a., quelli che hanno indice più elevato (comunque non superiore a 50), presentano diffusi ammaloramenti per fenomeni di umidità che provocano essenzialmente la carbonatazione del calcestruzzo e successiva corrosione delle barre d'armatura. Gli edifici a struttura mista presentano mediamente uno stato di consistenza discreto. Le lesioni presenti in alcuni di essi, sono da ricondurre principalmente ad elevate compressioni nella struttura muraria a seguito dell'incremento dei carichi permanenti dovuto a sopraelevazioni con una struttura in c.a. e, in alcuni casi, anche ai cedimenti delle fondazioni probabilmente di dimensioni non adeguate a sopportare l'incremento dei carichi.

Nel corso dell'indagine si è tenuto conto, quale fattore fondamentale ai fini della valutazione della vulnerabilità degli edifici, la presenza o meno di modificazioni apportate alla struttura in tempi successivi alla costruzione. In particolare, nel corso dei sopralluoghi si sono accertate, in maniera diretta o attraverso informazioni assunte dai proprietari o dagli inquilini, eventuali variazioni dei carichi che la struttura ha subito per effetto di cambio di destinazione d'uso dell'immobile o di una sua parte, eventuali modificazioni di setti murari o pilastri e la eventuale presenza di corpi aggiunti alla struttura con volumi significativi. Per ciò che riguarda i carichi si è investigata la possibile trasformazione di ambienti destinati ad abitazione in magazzini/negozi o in ambienti pubblici o ancora in officine. Per le strutture murarie si è accertato se fossero state allargate le aperture esistenti, se fossero stati aperti nuovi varchi o del tutto eliminati alcuni setti murari. Per le strutture di c.a. si è investigata la possibilità che alcuni pilastri o travi avessero subito consolidamenti, riduzioni della sezione trasversale o l'eliminazione. Infine si è accertata la presenza di corpi aggiuntivi in elevazione o adiacenti collegati o meno alla struttura originaria. Sulla base delle osservazioni in sito si è assegnato un punteggio ad ogni modificazione (vedi tab. II), crescente con l'importanza della stessa rispetto alla variazione del funzionamento della struttura, e si definito un indice delle modificazioni strutturali M, [14], ottenuto dalla somma dei singoli punteggi: $M = \sum C_i$.

Interrogando il database risulta che 195 edifici hanno subito modificazioni strutturali. In molte strutture murarie si è praticato l'allargamento di aperture e l'apertura di varchi; soltanto alcuni hanno subito l'eliminazione di setti portanti. Anche in questo caso il maggior numero di modificazioni si riscontrano nel centro storico (gruppo E) e riguardano gli edifici in muratura. L'indice, comunque, raramente supera 50 e pertanto si rimane quasi sempre nel campo delle modificazioni strutturali modeste.

La valutazione degli effetti prodotti su di un edificio dallo scavo di una galleria eseguito in prossimità dello stesso, richiede un'analisi dettagliata del complesso galleria – terreno – edificio. La sensitività dell'edificio ai movimenti causati nel terreno di fondazione dallo scavo è stata definita in questo studio come vulnerabilità, tenendo conto della terminologia normalmente impiegata nella definizione dei parametri di rischio.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

E' noto infatti che il rischio viene definito come il prodotto tra la pericolosità e la vulnerabilità.

La pericolosità rappresenta la probabilità che un dato evento si verifichi in un certo intervallo di tempo o di spazio, mentre la vulnerabilità tiene conto dell'insieme di persone e cose che risentono degli effetti di tale evento.

Nel nostro caso il fattore pericolosità è rappresentato dai cedimenti dovuti agli scavi della galleria ed è legato alle caratteristiche geometriche dello scavo (dimensioni, profondità e ubicazione) ai metodi di realizzazione dello scavo ed alle caratteristiche geotecniche dei terreni interessati. Il fattore di vulnerabilità tiene conto dell'insieme di infrastrutture che si trovano nell'area di influenza dell'opera.

Al fine di fornire un ulteriore dato utile alla progettazione si è ritenuto importante, sin da questa fase preliminare di indagine, valutare il parametro vulnerabilità che consente di individuare quantitativamente la capacità degli edifici di resistere alle modifiche dello stato di sollecitazione conseguenti ai cedimenti indotti dallo scavo di gallerie e trincee.

In questa fase non è possibile stimare la pericolosità in quanto questa è intimamente legata alle scelte progettuali. Tali scelte progettuali potranno essere calibrate al fine di ridurre il rischio entro valori di accettabilità.

La vulnerabilità di un edificio rispetto ad una qualunque deformazione del suolo rappresenta la sua maggiore o minore attitudine a sopportare le sollecitazioni indotte dai cedimenti delle fondazioni. Essa è dunque una proprietà intrinseca del fabbricato in relazione alle caratteristiche del terreno, funzione cioè della tipologia di edificio (geometria, tipologia strutturale, stato di conservazione) e del complesso fondazione – terreno.

Per esprimere sinteticamente la vulnerabilità, quantizzandola anche con un indice, si è elaborata una tabella di calcolo che rappresenta il prodotto finale di un attento studio teorico preliminare, integrato da sopralluoghi tecnici lungo il tracciato della linea metropolitana in progetto.

Tale indice di vulnerabilità è stato determinato associando un peso ad alcuni parametri caratteristici dell'edificio, della fondazione e del terreno. La sua valutazione avviene attribuendo un fattore a ciascun parametro, suddiviso in campi rappresentanti diverse tipologie, ciascuno con diverso peso numerico. La somma tra i prodotti ottenuti moltiplicando il fattore F_j con il valore attribuito al campo C_i fornisce l'indice di vulnerabilità V .

I fattori utilizzati sono raggruppati in due voci principali: Edificio e Sottosuolo (vedi tab. III).

Sotto la voce Edificio sono raggruppati i fattori relativi alla tipologia strutturale, al tipo di fondazione, all'altezza intesa come numero di piani e alla lunghezza, dimensione caratteristica presa come proiezione su una direzione ortogonale alla direttrice dell'opera, alla destinazione d'uso, allo stato di consistenza della struttura e alle modificazioni strutturali così come sono state definite nei precedenti capitoli. Sotto la voce sottosuolo sono raggruppati i fattori relativi al terreno di fondazione, al livello della falda e alla presenza di cavità.

Dall'indagine risulta che il valore medio dell'indice di vulnerabilità è superiore a 55 nei due gruppi D ($V_{med} = 63,7$) ed E ($V_{med} = 70,6$) che riguardano tutta la zona del centro storico.

Pertanto la realizzazione della linea metropolitana in questa tratta si può dire che interesserà edifici praticamente tutti vulnerabili. In particolare risultano 12 edifici molto vulnerabili ($V > 80$), sia per le



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

loro caratteristiche strutturali, sia per lo stato di consistenza, sia per la loro importanza dal punto di vista storico architettonico.

Per i gruppi C (zona via Oreto vecchia), F, G, H (zone Ruggero Settimo – Libertà) i valori medi dell'indice risultano prossimi a 55 che corrisponde al passaggio fra le classi “mediamente vulnerabili” e “vulnerabili”. Infine per i gruppi A, B (zona via Oreto Nuova), I, L (zona Notarbartolo – Sciuti) i valori medi dell'indice sono nell'intorno di 35 che corrisponde al passaggio fra le classi “poco” e “mediamente” vulnerabili.

Gli edifici con maggiore vulnerabilità assoluta (indice compreso fra 82 e 86) sono ubicati lungo il tratto compreso fra le stazioni Borsa e Massimo.

In Appendice sono riportate, per ciascun gruppo di edifici rilevati, le tabelle di sintesi con i valori degli indici sopra definiti.

Inoltre nelle planimetrie MPA1_PP_IND_FFPP_08-14 gli edifici oggetto del rilievo sono individuati con colorazione differente in funzione della classe di vulnerabilità a cui appartengono.

6. Indagini e soluzioni integrative a seguito della Conferenza con gli Enti di processo.

Le integrazioni rese in sede di redazione progettuale a seguito della Conferenza di servizi con la Soprintendenza, il genio Civile, il Settore Urbanistica del Comune di Palermo e RFI, forniscono ulteriori indicazioni per la definizione degli impatti attesi.

In questa sede si sintetizzano le indagini e le soluzioni integrative per meglio definire gli impatti attesi.

6.1 Integrazioni indagini geologiche per la stazione Borsa.

Sezione in corrispondenza del manufatto di stazione Borsa .

Dall'analisi delle simulazioni ante e post operam nella sezione di interesse si evidenzia un modesto innalzamento della falda a monte dell'opera per un massimo di circa 25cm ed un relativo abbassamento a valle di circa 25cm. Nella simulazione post operam si è tenuto conto anche della presenza dei diaframmi in cemento armato che consentono la realizzazione dell'opera (profondità di circa 40m dal piano di campagna).

La variazione di portata nell'acquifero tra la situazione attuale e quella in presenza dell'opera sotterranea è stata valutata dal modello numerico in una riduzione di 1.56×10^{-6} mc/s.

Allo scopo di valutare l'effetto dell'opera anche nelle parti immediatamente adiacenti al manufatto di stazione vero e proprio è stata effettuata un'apposita simulazione considerando come ostacolo solamente le due canne di galleria. Dal confronto delle simulazioni ante e post operam nella sezione di interesse si evidenzia un modestissimo innalzamento della falda a monte dell'opera per un massimo di circa 4cm ed un relativo abbassamento a valle di circa 3cm.

La variazione di portata nell'acquifero tra la situazione attuale e quella in presenza dell'opera sotterranea si è rivelata veramente modesta ed è stata valutata dal modello numerico in una riduzione di 9.27×10^{-9} mc/s.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

6.2 Studio delle stazioni

6.2.1 Deposito e parcheggio Oreto

Vincoli urbanistici. Nella nota della Soprintendenza di marzo c.a. viene ribadita la contestazione, già espressa nella precedente nota del 19/10/09, che l'ubicazione del parcheggio e del deposito ricada in un'area classificata nel PRG "Verde storico", per cui invita il Comune di Palermo a voler verificare la sussistenza o meno di tale condizione.

Anche da parte dell'ATI si ribadisce, in base a verifiche condotte congiuntamente con l'Assessorato Urbanistica ed Ambiente della Città di Palermo, che detti vincoli non risultano presenti nell'area in questione, che è classificata come "Verde agricolo" e dove non sono presenti impianti storici se non due piccoli manufatti, il primo dei quali vicino all'attuale campo sportivo, l'altro prossimo al confine sud-ovest dell'area del deposito. Il primo manufatto interessa modestamente la parte di deposito da costruire in seconda fase; l'altro manufatto non interferisce, considerato che trattasi di un'area a disposizione, non essenziale per la funzionalità dell'impianto.

Parcheggio di scambio. Come specificato nella "Relazione Parcheggio di scambio" del Progetto Preliminare, l'area destinata a parcheggio ha una superficie di circa 39.200 mq.

Sono previsti 1162 stalli del parcheggio autovetture e 24 posti destinati ai diversamente abili, secondo un rapporto di 1 a 50. Sono infine previsti 177 stalli per i motociclisti, 16 posti per bus turistici, 8 posti per taxi (**v. TAV C1**).

Parcheggio – incremento futuro delle dimensioni. Il parcheggio previsto nel progetto preliminare complessivamente (stalli autovetture private ordinarie 1162+24 stalli per disabili+177 stalli per motociclisti) offre una possibilità di parcheggio di 1363 posti di sosta agli utenti per lo scambio con la metropolitana, oltre ai bus ed ai taxi.

Tale possibilità è di buona consistenza in quanto i parcheggi di scambio normalmente presentano un'offerta variabile tra 400 e 1800 posti, in relazione all'importanza del nodo di scambio, con una media di 1100 posti di sosta.

In ogni caso un'area libera di circa 26.000mq, presente a est della stazione Svincolo Oreto su via della Regione Siciliana in prossimità dell'incrocio con Via Oreto (**v. TAV. C2: ex C4**), potrà essere destinata in futuro a parcheggio, qualora i volumi relativi all'utenza nel nodo di scambio della stazione Svincolo Oreto rendessero necessario implementare l'offerta di sosta del parcheggio attualmente previsto. Assumendo un valore di 25-30 mq a posto auto per tener conto dell'incidenza della viabilità interna al parcheggio si ricava che sull'area disponibile per il futuro parcheggio potrebbero essere predisposti circa 950 posti auto in aggiunta a quelli già previsti nel parcheggio.

6.2.2 Stazione Svincolo Oreto

A seguito della nuova configurazione di svincolo (**v. TAV. C2: ex C4**) (a livelli sfalsati ma con rotatoria a terra e asse principale sopraelevato) elaborata da parte del Settore Urbanistica anche per



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

tenere conto del nuovo Mercato Ortofrutticolo, previsto in adiacenza all'area di parcheggio, viene aggiornato il progetto della Stazione Svincolo Oreto relativamente agli accessi e alle griglie della stazione (v. TAVV. C3-4: ex C5-6).

In questa configurazione risulta fattibile la realizzazione di un sottopasso pedonale che collega il parcheggio alla stazione metropolitana, ubicato in testa alla stazione Svincolo Oreto, descritto nel successivo paragrafo.

6.2.3 Percorso pedonale interrato di collegamento tra la stazione Svincolo Oreto e il parcheggio

A seguito dell'adozione da parte del Comune di Palermo della "nuova configurazione di svincolo" (con asse sopraelevato e non più interrato) è venuto meno il vincolo funzionale sulle volumetrie nella parte superiore di galleria della metropolitana posta a ridosso della stazione. Questo permette la realizzazione di un collegamento diretto tra l'atrio della stazione e la zona del parcheggio. Il collegamento si colloca nel volume superiore della galleria artificiale di collegamento per i treni tra il deposito e la stazione capolinea Svincolo Oreto.

Detto collegamento si sviluppa per circa 100m in lunghezza. Nella zona di ingresso al parcheggio, in corrispondenza dell'edificio di servizio, un gruppo scale, composto da scala fissa e scala mobile e da un ascensore, collega la superficie esterna con il sottostante piano del cunicolo di collegamento con l'atrio della stazione svincolo Oreto. All'inizio del cunicolo, lato parcheggio di scambio, è prevista una linea di tornelli per il flusso controllato degli utenti in ingresso o in uscita alla stazione. Poiché il cunicolo di collegamento ha una larghezza di circa 10.00m, molto ampia in relazione al flusso dei passeggeri, si può prevedere di utilizzarne solo 4m per l'effettivo passaggio degli utenti lasciando la parte restante destinata ad eventuali attività commerciali (v. TAVV. C5-C6: ex C7-C8).

Riduzione della pendenza della rampa di collegamento con il deposito. In conseguenza dell'eliminazione della predisposizione per l'interramento della Tangenziale (Viale della Regione Siciliana) in corrispondenza di via Oreto, che costituiva un vincolo altimetrico all'innalzamento della quota del piano del ferro della metropolitana, è possibile innalzare la quota del piano di rotolamento della stazione Svincolo Oreto e del retrostante tronchino. In tal modo la rampa di collegamento con il deposito diminuisce di pendenza assumendo una pendenza pari a circa 4,5%, anziché i 5,8% previsti in progetto (v. TAV C7: ex C9).

6.2.4 Stazione Oreto Sud

La stazione Oreto Sud nel progetto preliminare è stata ubicata al di sotto di Via Oreto nel tratto in prossimità dell'incrocio con la trasversale Via S. Lo Bianco. A seguito di quanto emerso nella Prima

Riunione Operativa tenuta con gli Enti è stato richiesto l'avvicinamento di tale stazione alla stazione F.S. Guadagna per favorire lo scambio dei passeggeri tra le due linee di trasporto. In relazione al tracciato è possibile avvicinare alla stazione Guadagna la stazione Oreto Sud



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

operandone uno spostamento della ubicazione di circa 120m in direzione Nord lungo l'asse di Via Oreto in modo tale da ridurre il percorso pedonale tra le due stazioni (v. TAVV. C8-9: ex C10-C11).

In aggiunta è stato anche ipotizzato un percorso in sotterraneo con un cunicolo che si sviluppa per circa 340 m e che collega il piano atrio della stazione metro con il piano banchine della stazione FS con un dislivello di appena un metro. Lungo il percorso sono presenti due uscite di emergenza e andranno previste dotazioni impiantistiche di competenza del gestore della metropolitana (illuminazione, ventilazione, impianti di condizionamento, idranti, ecc.) (v. TAVV. C10-C11: ex C12-C13).

Trattandosi di un'opera che necessariamente è tra diaframmi, non potendosi realizzare scavi a cielo aperto a sezione aperta per la presenza di edifici, il costo della medesima sarà particolarmente elevato. Inoltre, dato il tipo di opera, che presenta un percorso pedonale di notevole lunghezza non presidiato, si potrebbero creare problemi di ordine pubblico che potrebbero scoraggiare l'utilizzazione dello stesso da parte degli utenti e renderlo quindi di scarsa utilità.

6.2.5 Stazione Giulio Cesare

A seguito della precedente nota della Soprintendenza veniva operata dall'ATI una modesta traslazione della Stazione Giulio Cesare, sempre secondo l'attuale allineamento, in direzione Oreto Nord al fine di evitare l'interferenza con il fossato cinquecentesco che esisteva a ridosso delle mura. Con l'ultima nota della Soprintendenza veniva formalizzato il preventivo assenso alla suddetta traslazione e veniva però anche prescritto "un ulteriore studio di dettaglio planimetrico-compositivo per la collocazione dell'areatore posto all'interno dell'aiuola, in modo che lo stesso venga inserito in un progettato impianto a verde dell'area e divenga elemento di arredo urbano".

L'ATI ha provveduto a detto studio, nei termini proposti nella tavola allegata (v. TAV. C12) La griglia di areazione di forma rettangolare è stata oggetto di una proposta alternativa tesa ad armonizzarla con la forma curvilinea dell'aiuola spartitraffico.

L'indagine progettuale ha proceduto dalla individuazione di assi di simmetria come costanti della struttura compositiva dell'aiuola che si estende fino all'intera piazza caratterizzata dalla simmetria del fronte della stazione centrale e dalla simmetria, ulteriormente ribadita, dall'ingresso monumentale alla via Roma.

A scala più ridotta, in ossequio peraltro alla cultura figurativa dell'epoca, anche il giardino all'interno dell'aiuola è articolato in una rigida simmetria speculare focalizzata sul monumento equestre e ribadita dalle forme delle aiuole e dalla presenza di due piccole vasche decorative anch'esse in posizione simmetrica. Si è fatto quindi riferimento a questo artificio della percezione per coniugare la griglia ai lemmi figurativi e geometrici delle preesistenze. Si è pertanto proposto di realizzare due griglie simmetriche di superficie totale delle griglie stesse pari a quella dell'unica griglia rettangolare originaria, poste simmetricamente rispetto al giardino e tali da realizzare una grande seduta circolare alla quale si consente l'accesso pedonale con una modesta riforma delle orlature a siepi esistenti. In tal modo il disegno complessivo appare riformulato con coerenza alle



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

preesistenze, senza peraltro necessità di abbattimento di alberi di alto fusto che non sono presenti nei luoghi interessati dall'intervento.

6.2.6 Stazione Borsa

Con la precedente nota della Soprintendenza del 19/10/09 venivano considerate critiche ed in numero elevato le emergenze della stazione sull'area centrale della piazza, tenendo presenti che per motivazioni puramente di natura architettonica e non funzionali erano stati proposti tre lucernari a pianta circolare per l'illuminazione naturale del sottostante atrio e la suddivisione delle griglie di ventilazione in sei superfici circolari a richiamo dello stesso linguaggio formale scelto per i lucernari. A seguito di ciò è stato rielaborato l'inserimento urbanistico delle emergenze superficiali della stazione su piazza Borsa e conseguentemente del piano atrio della stessa (**v. TAVV. C13-14-15-16: ex C17-C18-C19-C20**), liberando di fatto la piazza da tali emergenze che vengono collocate nelle stradine adiacenti.

6.2.7 Stazione Massimo

Con l'ultima nota della Soprintendenza la soluzione progettuale proposta nella TAV. C40 della "nota sulle osservazioni degli enti-agg.dic.2009", che prevede una configurazione planimetrica a L della stazione, all'angolo tra Piazza Verdi e Via Cavour, viene valutata *"migliorativa rispetto alla precedente soluzione"*. Viene peraltro richiesto di *"valutare ulteriormente la soluzione alternativa relativa alla realizzazione della stazione in Piazza Spinuzza, utilizzando una diversa tipologia di stazione adeguata all'andamento planimetrico della piazza stessa che potrà essere posta trasversalmente rispetto all'andamento del percorso. In tal modo si ritiene possa ridursi il problematico angolo di curvatura"*.

Rimandando agli ampi studi condotti per la stazione in oggetto nella precedente nota, si ribadisce quanto già detto per la delocalizzazione a Piazza Spinuzza.

In particolare risulta che il tracciato presenta caratteristiche incompatibili con il passaggio della TBM in quanto il raggio planimetrico di accesso alla stazione è di 150 m e quello di uscita di 130 m, a fronte di un raggio ammissibile non inferiore ai 180-200 m.

Inoltre, ubicando la stazione nello slargo di Via Spinuzza, risulta che l'ingombro del manufatto, con una qualsiasi configurazione (anche trasversale rispetto al tracciato), presenta una serie di criticità che ne invalidano la fattibilità: l'esecuzione delle paratie, a ridosso dei fabbricati, interferisce con i balconi e con gli scantinati di alcuni fabbricati; le reti dei PP.SS. non dispongono di spazi sufficienti per la loro deviazione; le scale di uscita della stazione chiudono le vie di accesso ai mezzi di soccorso; la realizzazione della stazione inibisce l'esercizio commerciale dei numerosi locali presenti per tutta la durata dei lavori e comunque ne condiziona anche il futuro sviluppo per la presenza di ingombranti emergenze che occupano interamente le vie di accesso (**v. TAV. C17: ex C29**).



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Pertanto si riconferma la configurazione ritenuta “migliorativa” dalla Soprintendenza, riportata nelle **TAVV. C18-19-20-21-22: ex C40-41a-41b-41c-41d**.

Il chiosco del Ribaudò, che viene ribadito dalla Soprintendenza non dovrà essere oggetto di smontaggio e rimontaggio successivo, come già detto nella precedente nota, non verrà rimosso dalla sua posizione attuale, operando in maniera tale da prevedere opere provvisorie compatibili con le strutture definitive della stazione.

Riguardo alla griglia di areazione posta su Via Maqueda la Soprintendenza richiede che la stessa sia “inserita in una nuova soluzione progettuale di sistemazione dell’area, divenendo essa stessa elemento di arredo urbano”.

A tal fine si è provveduto ad un apposito studio, nei termini proposti nella tavola allegata (**v. TAV. C23**)

La superficie della griglia, pari a mq 20,00 circa, è stata suddivisa in tre distinte griglie di pari superficie dal disegno reso coerente con la conformazione del marciapiede.

Nella griglia di maggiore dimensione, estesa mq 13, si è prevista una seduta in marmo che offre la vista del fronte del teatro. Il prisma a base ellittica che contiene la griglia, è elevato sul marciapiede di circa 1,30 m. Il manufatto è previsto in calcare di Billiemi, così come la nuova pavimentazione dell’intero marciapiede. Lo schienale della seduta è realizzato con una lastra in acciaio Corten; La seconda griglia è di poco sopraelevata sul livello del marciapiede, bordata da un cordolo in calcare di Billiemi e si propone al suo interno un gruppo scultoreo. Questo potrà essere realizzato con parte delle somme (il 2%) che la legge destina nei lavori pubblici per la commissione di opere d’arte. Il gruppo scultoreo, in bronzo, raffigurerà a scala reale Giovan Battista Filippo Basile, autore del Teatro Massimo ed il figlio Ernesto, insigni architetti della *Palermo felicissima*.

La griglia fungerà da piedistallo di modesta altezza.

La terza griglia è a raso del livello del marciapiede ed è quindi calpestabile. Due alberi di modesta dimensione completano l’insieme.

C.6 Pozzi in P.zza S.Cecilia e S.Domenico

Con la lettera della Soprintendenza del 19/10/09 veniva fatta richiesta di delocalizzazione dei pozzi P4 e P5 ubicati in P.zza S.Cecilia e S.Domenico.

Si è ottemperato alla prescrizione con qualche difficoltà, considerata la scarsa presenza di spazi idonei per l’alloggio dei pozzi, spostando i medesimi lungo gli allineamenti dei tracciati, il primo in direzione Giulio Cesare, in corrispondenza di Via Divisi, il secondo sempre in P.zza S. Domenico ma all’angolo di Via Roma. Le griglie e le botole di calaggio non interferiscono con le due piazze (**v. TAV. C24-25: ex C42-43**).

6.2.8 Stazione Politeama



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Con l'ultima nota della Soprintendenza viene formalizzato il preventivo assenso alla soluzione progettuale proposta dall'ATI nella TAV. C47 della "nota sulle osservazioni degli enti agg. dic.2009", che prevede di realizzare un atrio comune per la linea FS e per la metro e due scale di accesso, una su P.zza Castelnuovo e l'altra su Via Paternostro, defilate rispetto al Teatro Politeama (v. TAV. C26-27-28-29: ex C47-48a-48b-49). Viene richiesto anche per questa stazione che gli aeratori siano "collocati in idonee posizioni in modo da divenire elementi di arredo urbano".

L'ATI ha provveduto a detto studio, nei termini proposti nella tavola allegata (v. TAV. C30). Il carattere spaziale della Piazza Politeama, che nel tratto interessato si chiama più propriamente Castelnuovo, è particolarmente ambiguo.

In questa condizione si propone un segno deciso per la realizzazione delle due griglie di ventilazione che vengono accorpate in un unico elemento racchiuso da un basamento di pietra bianca che contiene le griglie traforate realizzate con forme variabili, tutte però fondate sul prisma triangolare.

Le griglie in lamiera di acciaio traforato di forte spessore saranno saldate senza profilati di congiunzione. All'interno luci di vari colori, programmate per emettere 4 colori a rotazione, contribuiranno ad una immagine complessiva che vuole presentarsi con i caratteri delle gioiosità e dal contenuto didascalico per la varietà delle configurazioni geometriche dei solidi.

Il luogo quindi si presenterà come particolarmente stimolante e riconoscibile soprattutto per i bambini, bambini che nei giorni di festa si impadroniscono della piazza.

6.2.9 Stazione Archimede

Vale per questa stazione quanto osservato dalla Soprintendenza per la precedente stazione Politeama: viene formalizzato il preventivo assenso alla soluzione progettuale proposta dall'ATI nella TAV. C51 della "nota sulle osservazioni degli enti-agg.dic.2009", che prevede lo spostamento degli accessi e delle griglie di areazione lungo le vie laterali (accessi su Via Caltanissetta e Via Manin, griglie su Via Catania e su un ampio marciapiede di Viale della Libertà).

Anche per questa stazione viene richiesto che gli aeratori siano "collocati in idonee posizioni in modo da divenire elementi di arredo urbano".

A differenza delle altre situazioni, in cui l'ATI ha provveduto ad uno studio di inserimento delle griglie di areazione, nel caso di specie l'unica griglia su Via della Libertà, ubicata sul marciapiede in prossimità dell'angolo di Via Florestano, non si ritiene abbia un impatto apprezzabile. In ogni caso, qualora la soluzione di progetto non fosse ritenuta idonea, la griglia potrebbe essere spostata sul marciapiede destro proprio di Via Florestano (v. TAV. C31).

Per quanto riguarda i filari storici di Platani, la Soprintendenza rileva che il progetto preliminare "risulta carente delle metodologie di intervento che si intendono adottare per il mantenimento e la salvaguardia delle predette alberature" per cui "occorre predisporre un adeguato studio finalizzato a garantire l'attuale impianto tipologico e storico del viale della Libertà."

In merito a questo aspetto si evidenzia che l'ATI non intende apportare alcuna modifica all'attuale assetto scenografico dell'arredo a verde della suddetta via.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Per raggiungere questo scopo, è prevista l'utilizzazione delle metodologie e delle tecniche dei Grandi Trapianti che consentono il reimpianto degli stessi alberi nel sito dove sono stati espianati e quindi di ricostruire lo "status quo ante" la costruzione della stazione Archimede.

Il processo di espianato e reimpianto dei platani prevede le seguenti fasi:

1. Trattandosi di alberi a foglia caduca, l'espianato dei Platani sarà realizzato durante il periodo di riposo vegetativo (fine inverno) per limitare al massimo lo stress da trapianto e sarà preceduto da una consistente riduzione della chioma per facilitare l'attecchimento nel nuovo sito.

2. Il nuovo sito è stato individuato nell'area di manutenzione e parcheggio, posta in aderenza allo svincolo Oreto, costituente il capolinea della metropolitana, per la perfetta rispondenza delle caratteristiche pedo-agronomiche dei suoli con le esigenze ecologiche del ciclo di sviluppo dei Platani.

3. Le tecniche che saranno utilizzate fanno riferimento ai nuovi metodi per il trapianto di grandi alberature come la tecnologia messa a punto in Germania dalla Opitz-Optimal. Tali sistemi permettono di compiere lo spostamento dei soggetti arborei in un'unica operazione, utilizzando macchine trapiantatrici automatiche e indipendenti che consentono di movimentare grandi alberature provocando il minor trauma possibile e di garantire un'elevata percentuale di attecchimento.

I soggetti arborei saranno espianati tramite delle vanghe montate su autocarri che consentono di prelevare la maggior parte della rizosfera con la formazione di una zolla compatta che comprende dell'apparato radicale la quantità necessaria per garantire l'attecchimento nel nuovo sito.

Gli alberi saranno immediatamente trasferiti nella nuova sede di impianto dove, in precedenza, la macchina ha predisposto le buche. Le zolle sono assicurate e trasportate dalle vanghe della macchina trapiantatrice in modo da garantirne la compattezza e causare il minimo trauma possibile alle radici anche in fase di trasporto.

4. Un altro vantaggio con l'impiego di tali tecnologie è dato dalla riduzione degli ingombri in fase di trasporto, in modo da facilitare il trapianto soprattutto in ambito urbano. Infatti, è possibile in unica "soluzione" (cioè con una sola macchina e nello stesso tempo) effettuare la zollatura (preservazione del pane di terra che contiene l'apparato radicale) della pianta ed in sequenza l'espianato, il trasporto ed il reimpianto nel nuovo sito. In questo modo si evitano i tempi lunghi fuori terra dell'apparato radicale e magari la rottura dello stesso e si limitano quindi i danni e gli stress biologici ai soggetti arborei interessati dallo spostamento. Inoltre, a differenza di sistemi tradizionali, evitano l'utilizzo di più macchine operatrici (escavatore, gru, camion ecc.) limitando anche i disagi dell'impianto di cantieri in zone urbane.

5. E' da rilevare infine che la gamma di macchine trapiantatrici in commercio è del tutto idonea a realizzare i lavori per garantire l'attuale assetto dell'arredo a verde di via Libertà, essendo composta da mezzi di diverse dimensioni che consentono di espianare e trapiantare alberi aventi anche una circonferenza al tronco di cm 200 e di formare zolle di mc 6,5, corrispondenti ad una semisfera con diametro 3 m e profondità 1,5 m.

6. Le suddette metodologie e tecniche saranno riutilizzate alla fine dei lavori per rimettere a loro posto gli alberi espianati che andranno a ricucire la continuità biotica e l'assetto scenografico dell'alberatura storica di via Libertà.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

7. Per il reimpianto degli alberi è prevista l'utilizzazione delle tecniche dei giardini pensili con la costruzione di cassoni rettangolari in cls di m. 1,00*1.50*3,00 di profondità oppure con la costruzione di aiole in cls di mc 4,00-4,50*3,00 di profondità, opportunamente drenati e muniti degli anelli necessari a garantire l'ancoraggio degli alberi.

8. L'espianto e il reimpianto degli alberi alla fine dei lavori della stazione di via Archimede, saranno preceduti da un attento esame della stabilità e della vitalità di ogni Platano, in considerazione dello stato di precarietà in cui allo stato attuale versa tutta l'alberatura di via Libertà a causa della carie. Infatti, il Comune di Palermo nell'ultimo decennio è stato costretto all'abbattimento di numerosi esemplari di Platano a causa della carie che ne aveva compromesso la stabilità e/o la vitalità.

9. La valutazione della trapiantabilità dei Platani sarà realizzata con il metodo V.T.A. - Visual Tree Assessment (Controllo Stabilità Arborea) che consente di valutare in modo dettagliato per ogni albero le condizioni biometriche, statiche, biologiche e fitosanitarie. I risultati di tale esame consentiranno di classificare lo "stato" di ciascun albero e, in particolare, trattandosi di un'alberatura stradale, il rischio fitostatico (Failure Risk Classification), per stabilire se è necessario procedere alla loro sostituzione o di effettuare gli interventi necessari per garantire la sicurezza degli utenti.

6.2.10 Aspetti idrogeologici

Con nota del 10/03/2010 prot. N.193133 il Genio Civile esprime parere ai sensi dell'art.13 della Legge 64/74 e rappresenta che gli elaborati del progetto preliminare *"appaiono rispondenti, ai fini della verifica della compatibilità delle rispettive previsioni, con le condizioni geomorfologiche e geologiche generali del territorio"*, pur con alcune osservazioni che di seguito si riportano:

a) *definizione delle modifiche che può subire il regime idrogeologico nelle aree in cui la falda idrica risulta superficiale (stazione Borsa) sia nella fase di escavazione delle gallerie e/o di realizzazione delle stazioni che a completamento degli interventi, ed individuazione di tutti gli accorgimenti necessari per la tutela e salvaguardia del tessuto urbano esistente;*

b) *studio, nella successiva fase progettuale, delle problematiche legate allo scavo delle gallerie in ambito urbano ai fini della tutela del patrimonio edilizio ed eventuale previsione di interventi di consolidamento;*

c) *studio, ove possibile, di una soluzione che preveda un maggior approfondimento del tunnel in corrispondenza del sottoattraversamento di S.Anna. In ogni caso è prescritto il consolidamento mediante compensation grouting delle aree di P.zza Borsa e P.zza S.Anna;*

d) *valutazione dell'opportunità di prevedere interventi di consolidamento anche per l'edificio B.63 di via Stazzone;*

e) *prescrizione di operare accertamenti in situ, nella successiva fase di progettazione, per individuare e mappare gli ipogei di origine antropica o naturale interferenti con la linea metropolitana;*

f) *prescrizione di studi geognostici e geotecnici orientati alla individuazione e conoscenza degli aspetti di pericolosità sismiche locali; verifiche strutturali nel rispetto del D.M. 14/01/2008;*



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

*g) con riferimento all'attraversamento dei canali Keimonia e Papireto e del Fiume Oreto, il Genio Civile esprime **parere favorevole ai sensi degli artt. 93 e seguenti del T.U. di cui al R.D. 25/07/1904 n.523 sulle opere idrauliche;***

h) apposita campagna di indagini in situ in corrispondenza della nuova dislocazione della stazione Massimo;

i) raccomandazione che le opere di canalizzazione delle acque reflue e/o di smaltimento dei liquami siano progettate nel rispetto della legge 319/76 e relative Norme tecniche Generali di cui all'allegato 5 nonché in osservanza della L.R. 27 del 15/05/1986 ed eventuali modifiche ed integrazioni del D.L.vo 152/2006;

j) verifica della effettiva disponibilità dei siti di deposito dello smarino proveniente dallo scavo delle gallerie.

In ordine alle osservazioni di cui sopra si rileva quanto di seguito.

I punti **a)**, **b)**, **e)** rimandano a successive fasi progettuali e realizzative per cui le relative prescrizioni saranno parte integrante dei documenti che verranno posti a base di gara per la progettazione e realizzazione della linea metropolitana in oggetto.

Riguardo al punto **c)** l'approfondimento, mantenendo la posizione delle stazioni di Giulio Cesare e Borsa, non porta vantaggi significativi in quanto lo spostamento prescritto del Pozzo P4 in direzione Borsa comporta un punto di minimo troppo a ridosso della stazione Borsa, per cui l'abbassamento possibile è estremamente ridotto e determina pendenze molto maggiori di quelle di progetto.

Nel caso di contemporaneo abbassamento delle due stazioni anzidette si avrebbe un effettivo abbassamento anche della linea ma con le seguenti conseguenze:

- incremento delle pendenze nei tratti tra Oreto Nord ed il pozzo P3, tra Giulio Cesare e Borsa e tra Borsa e Massimo, con scadimento del servizio e maggiori oneri di manutenzione;
- approfondimento dei pozzi P3, P4 e P5, con i primi due attrezzati anche per l'aggottamento dell'acqua, essendo posizionati in punti di minimo, con maggiori oneri di manutenzione;
- approfondimento delle stazioni Giulio Cesare e Borsa, con maggiori tempi di percorrenza da parte degli utenti per i percorsi banchina-piano strada e viceversa;
- allungamento delle scale tra piano campagna e piano atrio con maggiore sviluppo planimetrico delle stesse e quindi maggiore impatto a livello strada.

Essendo varianti che hanno una rilevanza economica e funzionale non indifferente, l'ATI ritiene che l'adozione del *compensation grouting* fornisca tutte le garanzie per la salvaguardia degli edifici interessati dagli interventi di progetto, come meglio specificato nel capitolo successivo.

Riguardo al punto **d)**, l'ATI inserirà in progetto interventi di consolidamento anche per l'edificio B.63 di via Stazzone (vedi successivo Cap. E).

Per quanto riguarda il punto **f)**, si concorda sulla necessità di un approfondimento degli studi geologici e geotecnici volti ad individuare la pericolosità sismica e a determinare gli elementi geotecnici per l'applicazione delle nuove norme tecniche di cui al DM 14/01/2008, da effettuarsi tuttavia in una successiva fase essendo le implicazioni geotecniche più proprie di un progetto definitivo. Si fa presente peraltro che le verifiche strutturali, ancorché non richieste da un progetto preliminare, sono state effettuate dall'ATI con riferimento al DM 2005, notoriamente più gravoso rispetto alle citate norme del 2008.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Pertanto non sono attesi risvolti che abbiano un impatto dimensionale ed economico, se non in riduzione, a seguito di una futura applicazione della citata vigente normativa, che è stata emanata, si precisa, successivamente alla consegna del progetto preliminare da parte dell'ATI.

Per quanto riguarda il punto **h**), non sarà necessario in questa fase eseguire ulteriori indagini perché la dislocazione della stazione rispetto alla soluzione di gara è dell'ordine di qualche decina di metri e comunque nell'area interessata dalla nuova ubicazione si dispone di n° 4 sondaggi (D70, D71, D72, D73) acquisiti da precedenti indagini e da n° 1 sonda ggio eseguito nella seconda fase della campagna di indagini da parte dell'ATI (S2-52). In una fase successiva si concorda possa essere eseguita un'integrazione di indagine.

In merito al punto **i**), la raccomandazione circa il rispetto delle leggi vigenti nella progettazione delle opere di canalizzazione delle acque reflue e/o di smaltimento dei liquami andrà necessariamente rivolta alla fase di progettazione definitiva, poiché il preliminare individua solo le problematiche relative alle deviazioni da attuare.

Riguardo il punto j), la disponibilità dei siti di deposito è illustrata in dettaglio nello Studio di Prefattibilità Ambientale, a cui si rimanda per gli approfondimenti.

6.2.11 Analisi degli effetti delle subsidenze

Nella precedente “nota sulle osservazioni espresse dagli enti-agg. dicembre 2009” veniva illustrato dall'ATI lo studio delle subsidenze indotte dallo scavo delle gallerie e i consolidamenti previsti nel progetto preliminare, nei termini che di seguito si riportano sinteticamente per pronto riscontro.

I risultati dell'analisi svolta evidenziano che i cedimenti medi indotti in superficie sono dell'ordine dei 7- 8 mm nei tratti interessati dalle calcareniti (quasi tutto il tracciato ad eccezione dell'area intorno al fiume Oreto, di Borsa e Politeama), anche nell'ipotesi in cui le due gallerie vengano scavate in contemporanea (**v. TAVV.E1-2-3: ex H1.1-H1.2-H1.3**). Nella valutazione dei cedimenti si è ipotizzato di trovarsi prevalentemente in presenza di **sabbie calcarenitiche del tutto prive di cementazione**, per cui la stima dei cedimenti condotta è da ritenersi certamente cautelativa. Un'analisi più sofisticata condotta agli elementi finiti sulle gallerie di linea hanno in realtà mostrato che considerando calcareniti con grado di cementazione maggiore i cedimenti indotti in superficie tendono più che a dimezzarsi, con **valori inferiori ai 5 mm** (e in caso di forte cementazione scendono a 2 mm).

In corrispondenza della stazione Borsa ed in prossimità della stazione Oreto Nord, laddove le gallerie attraversano i paleoalvei del Kemonia, del Papireto e del fiume Oreto, ovvero formazioni costituite da limi e limi argillosi, caratterizzate da una più elevata deformabilità, la valutazione con metodi semiempirici dei cedimenti indotti veniva svolta con intervallo di valori del volume perso compreso tra lo 0.5% e lo 0.75%, che ha portato a stimare cedimenti massimi indotti in superficie tra 6 e 13 mm. La conca di subsidenza è comunque piuttosto ampia, e tale da indurre distorsioni comprese tra lo 0,6 e l'0,7 per mille non significative per gli edifici sovrastanti.

Dalle analisi FEM condotte per l'edificio di Via Stazzone (B63) è emersa l'assoluta compatibilità tra le deformazioni indotte dallo scavo con TBM e la struttura del fabbricato sotto attraversato per



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

cui è stato ritenuto non necessario prevedere particolari interventi di presidio per i fabbricati suddetti ed in generale lungo la linea.

I soli consolidamenti previsti riguardano gli interventi di presidio in corrispondenza delle gallerie naturali tradizionali in allargamento senza TBM (in particolare le stazioni Oreto Nord e Borsa) e le iniezioni in corrispondenza delle partenze delle TBM (v. TAVV. E4-5: ex H1.7-H1.8).

Per il sottoattraversamento della Chiesa S. Maria della Misericordia (detta "S. Anna") e di Palazzo Ganci (edifici D79 e D69), che rappresentano due edifici nella zona di Piazza Borsa di notevole interesse storico e monumentale, è stato **aggiunto** un calcolo di dettaglio dei danni potenziali sugli edifici in superficie.

La costruzione della conca di subsidenza in superficie nelle ipotesi di "green field", ovvero senza considerare l'effetto benefico dovuto alla presenza di edifici (la rigidità degli edifici tende a ridurre la curvatura dei profili di subsidenza), porta alla valutazione di un massimo cedimento di ca. 8 mm .

Applicando le distorsioni calcolate ai due edifici in esame, secondo i criteri illustrati nella relazione di progetto (Burland, Boscardin e Cording), si ottengono valori delle deformazioni limite di trazione nei manufatti in ogni caso inferiori a 0.05%.

Va ancora messo in evidenza che nelle successive fasi progettuali (progetto definitivo ed esecutivo) si potrà procedere a valutazioni ulteriori con analisi FEM tridimensionali (analisi di 2° e 3° livello).

Con riferimento alle argomentazioni di cui sopra, la Soprintendenza puntualizza con la successiva nota di marzo 2010 quanto di seguito relativamente al sottoattraversamento della chiesa di S. Anna:

- a) verifica dell'affidabilità del metodo di *compensation grouting* con riferimento ai "delicati e pregiatissimi apparati decorativi parietali della chiesa di S. Anna e di Palazzo Ganci", con l'avviso che qualora non venisse garantita la conservazione di detti apparati decorativi dovrebbe essere prevista la delocalizzazione del tracciato metropolitano;
- b) previsione di somme per il monitoraggio diretto e continuo degli edifici individuati a rischio già nel progetto preliminare;
- c) necessità di prevedere interventi di *compensation grouting* nella zona di P.zza S. Andrea e laddove emergessero in sede di progettazione definitiva ed esecutiva situazioni di analoga pericolosità;
- d) rivisitazione dell'intervento di *compensation grouting* nella zona di P.zza S. Andrea in quanto viene ritenuto che le perforazioni sub-orizzontali non sono distribuite uniformemente;
- e) attivazione di indagini archeologiche preventivamente a qualunque attività di scavo.

In merito alle prescrizioni anzidette l'ATI osserva quanto segue.

Relativamente ai punti a), c), d):

Il complesso monumentale è già stato indagato in modo particolarmente attento nella precedente nota integrativa con risultati molto soddisfacenti tenuto conto delle ipotesi di ingresso molto cautelative.

Infatti, per entrambi gli edifici i cedimenti massimi previsti, valutati senza tenere conto dell'effetto irrigidente degli edifici (green field) sono contenuti in 8 mm, avendo cautelativamente assunto per



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

le sabbie calcarenitiche presenti nel sedime di fondazione un grado di cementazione nullo e in una ipotesi di volume perso al fronte di scavo della TBM pari allo 0,50%.

Proseguendo, poi, nell'affinamento del calcolo per la valutazione della categoria di danno secondo le ormai consolidate teorie in merito, tenuto conto dell'alta vulnerabilità dei due complessi, si è proceduto al calcolo delle deformazioni specifiche di trazione e compressione relative alle quinte murarie con il risultato finale che entrambi gli edifici rientrano nella categoria di danno trascurabile, dato che le distorsioni trovate sono contenute al disotto di 0,05%, in contrasto con quanto erroneamente rilevato dalla Soprintendenza in merito ad un presunto indice di rischio $>0,5$ per gli edifici in oggetto.

In merito alle considerazioni e alle ipotesi assunte si possono fare i seguenti commenti.

L'attuale evoluzione delle TBM, in specie quelle a pressione di terra con la sempre più sofisticata gestione dei parametri di scavo e di gestione dello smarino, portano a ritenere che la perdita di volume all'atto esecutiva potrà sicuramente essere tenuta sotto controllo e certamente si potranno ipotizzare percentuali di perdita di volume inferiori.

La valutazione in regime di green field sopravvaluta decisamente l'entità del cedimento specie se gli edifici, come nel caso specifico, sono di grande estensione con quinte murarie piuttosto massicce.

Inoltre, nelle valutazioni effettuate, non si è tenuto conto dell'effetto migliorativo conseguente all'applicazione dell'intervento di compensation grouting, che nei casi in cui è stato applicato in modo corretto (vedi nodo di Bologna dell'AV, Metro C di Roma,) consente di tenere sotto controllo e di compensare in tempo reale il bacino di subsidenza generato dall'avanzamento della TBM.

Altro punto molto importante è il particolare tipo di **monitoraggio** che si è previsto nel caso specifico già nel progetto preliminare originario, che sotto si richiama, dove sostanzialmente vengono tenuti sotto controllo in tempo reale, con gestione centralizzata di tutti i dati sperimentali in sequenza, i rivestimenti della galleria, il sedime, la fascia di superficie interessata dal bacino di subsidenza e gli edifici stessi.

Riguardo alla sensibilità degli apparati decorativi parietali della chiesa di S. Anna e di Palazzo Ganci, come ulteriore misura di sicurezza si può prevedere di ricoprire gli affreschi con la speciale **carta giapponese** usata dai restauratori per la protezione di facciata degli affreschi stessi.

Trattasi di una carta speciale fine, senza acido, prodotta manualmente in Giappone secondo tecniche antiche e con fibre naturali quali Gampi, Kozu, Mitsumata.

La carta giapponese viene utilizzata nel restauro per velinatura e per interposizione di delicati interventi di pulitura su film pittorico.

Il progetto del monitoraggio accoppiato con una gestione della TBM molto oculata nella zona di influenza degli edifici da proteggere e con l'intervento contestuale, in sede di avanzamento, delle iniezioni di consolidamento sono in grado di garantire con una ragionevole sicurezza l'esecuzione senza danni delle canne di galleria sotto i due edifici in questione.

In merito alla distribuzione delle perforazioni e alla loro interdistanza, l'esatta definizione delle raggi, che si sviluppano su più livelli e sfalsate piani metricamente per garantire una uniformità di intervento, è ovviamente demandata a fasi di progetto più avanzate e dopo ulteriori analisi di caratterizzazione geotecnica del sedime profondo.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

Un intervento di compensation grouting è stato previsto, per motivi prudenziali e per tenere conto del suggerimento del Genio Civile, anche sotto l'edificio di via Stazzone in prossimità del fiume Oreto anche se i calcoli di dettaglio eseguiti non avevano evidenziato situazioni di particolare pericolo (v. TAV. E7)

Relativamente al punto b):

Il **progetto del monitoraggio**, sopra richiamato e richiesto dalla Soprintendenza, facente parte del progetto preliminare presentato, comprende:

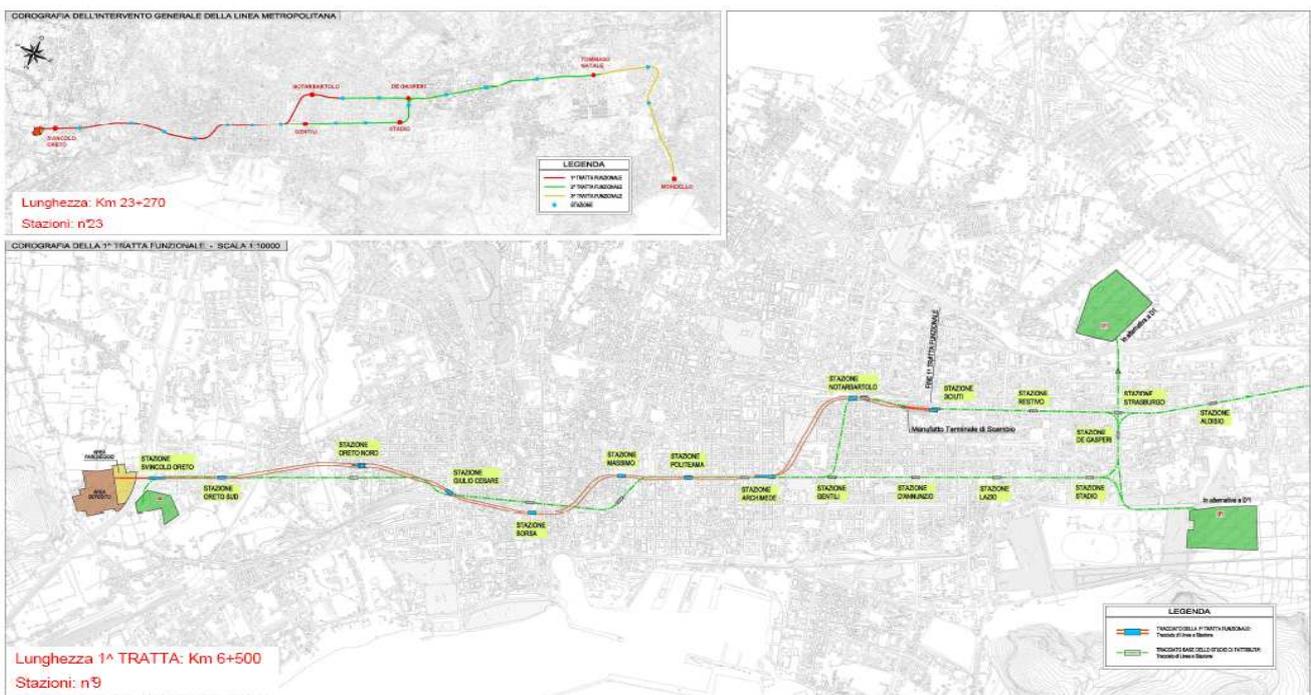
- il monitoraggio diretto degli edifici vicini al tracciato e delle altre aree interessate dagli scavi,
- il monitoraggio dei parametri di scavo e di controllo all'interno della TBM (in particolare la contropressione al fronte),
- la predisposizione di sezioni strumentate per il controllo dello stato tenso-deformativo nel sottosuolo.

Il Piano di monitoraggio incluso nel progetto preliminare è estremamente approfondito e dettagliato, e in particolare prevede un monitoraggio speciale sia nella zona di Via Stazzone che nella zona di Piazza Borsa, che risultano le più delicate (v. TAVV. E7-8-9-10: ex H1.10-H1.11-H1.12).

Per il monitoraggio è stata indicata nel Quadro economico di progetto una previsione di spesa di 250.000 €, assolutamente adeguata per le operazioni da svolgere.

Relativamente al punto e), le attività di scavo si avranno in fase esecutiva per cui in quella fase potranno essere attivate le indagini archeologiche.

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI	COROGRAFIA DELL'INTERVENTO GENERALE E DELLA 1ª TRATTA FUNZIONALE	TAV. B1
--	--	---------





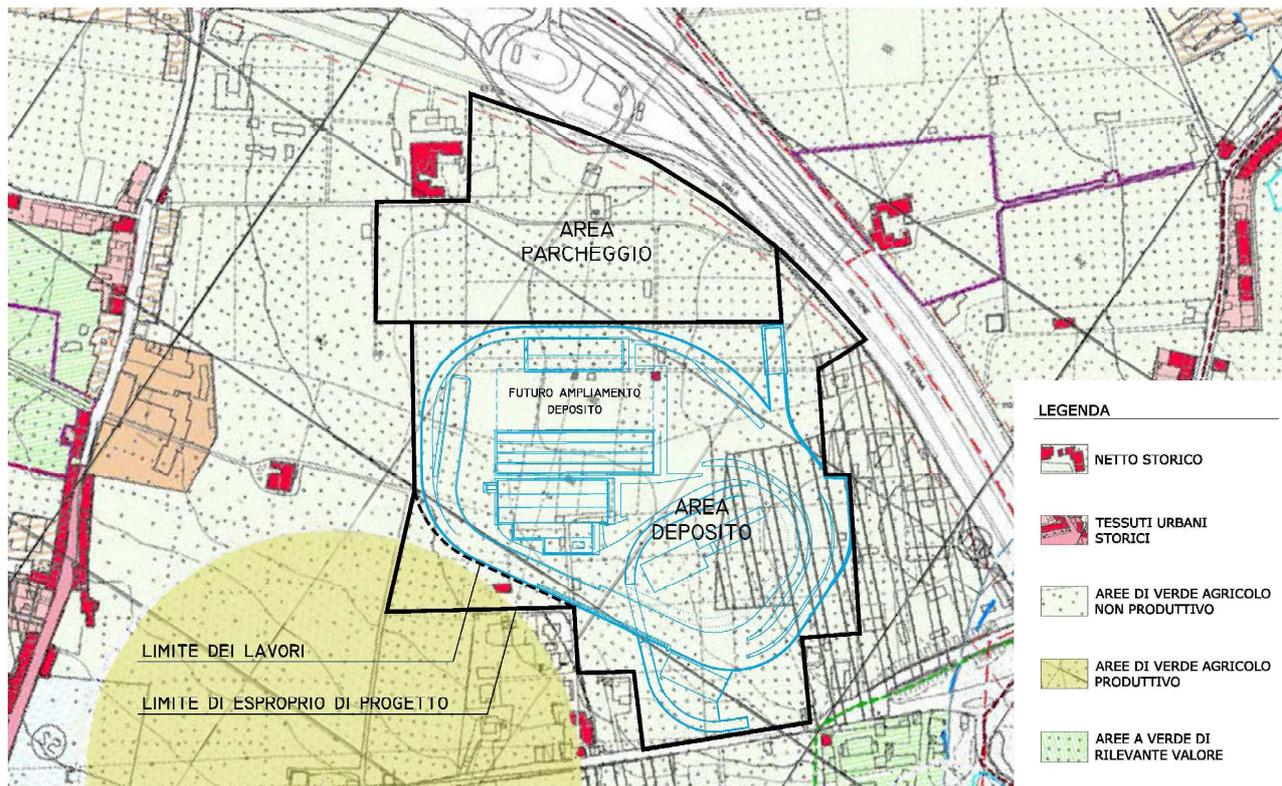
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

STRALCIO PRG IN CORRISPONDENZA DEL DEPOSITO E DEL
PARCHEGGIO DI INTERSCAMBIO

TAV. C0





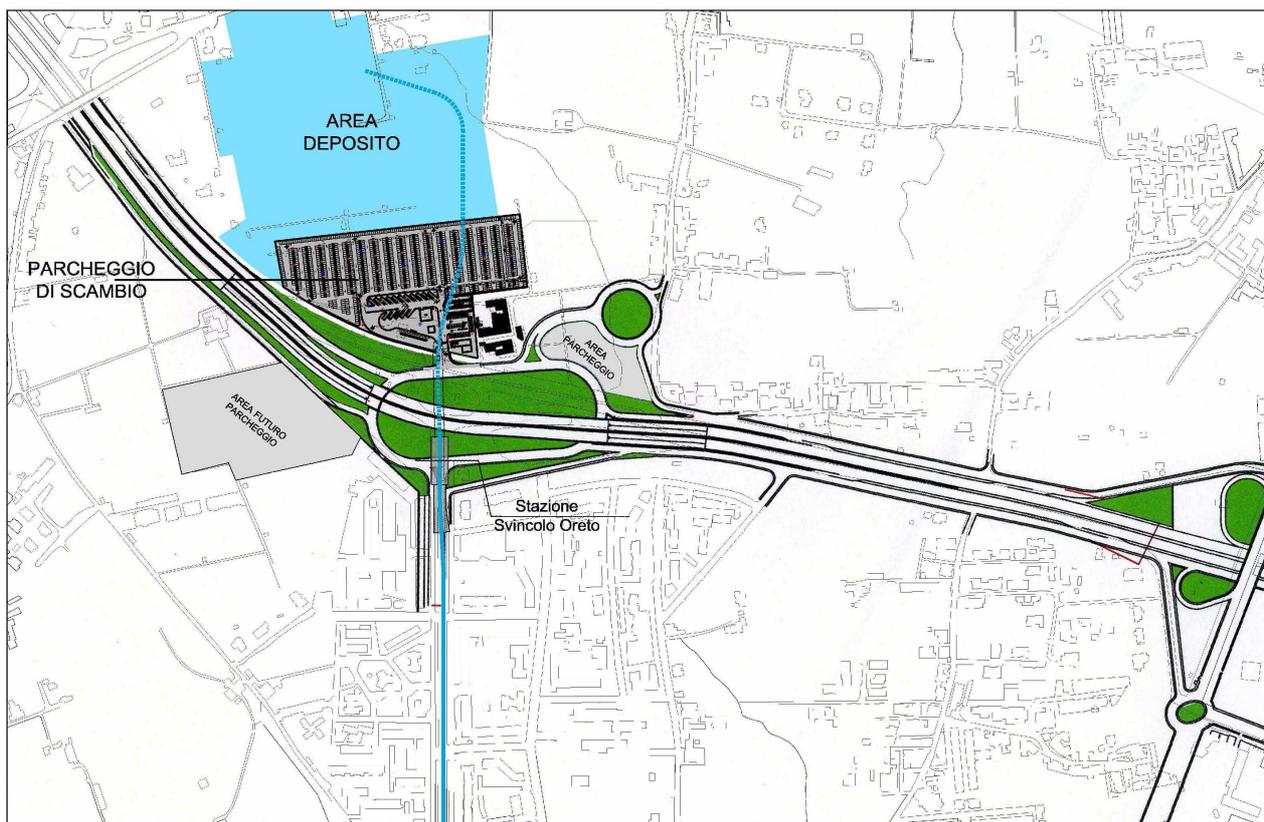
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

IPOSTESI DI SISTEMAZIONE URBANISTICA IN CORRISPONDENZA DELLO SVINCOLO ORETO (SETTORE URBANISTICA DEL COMUNE DI PALERMO)

TAV. C2





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

UBICAZIONE STAZIONE NELL'AMBITO DEL NUOVO SVINCOLO ORETO

TAV. C3





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

STAZIONE SVINCOLO ORETO
PLANIMETRIA DI INSERIMENTO URBANISTICO

TAV. C4





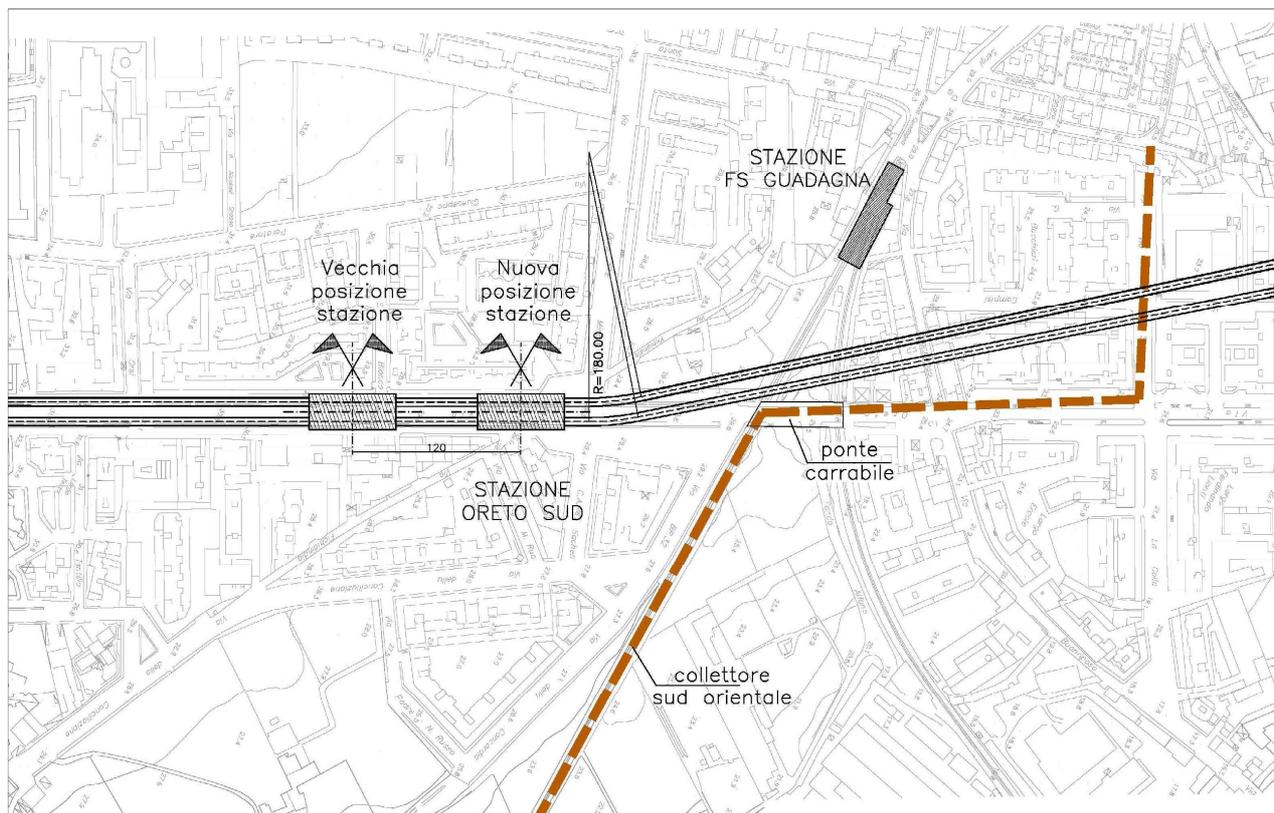
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

NUOVA UBICAZIONE STAZIONE ORETO SUD IN CORRISPONDENZA CON
STAZIONE FS GUADAGNA - PLANIMETRIA

TAV. C8





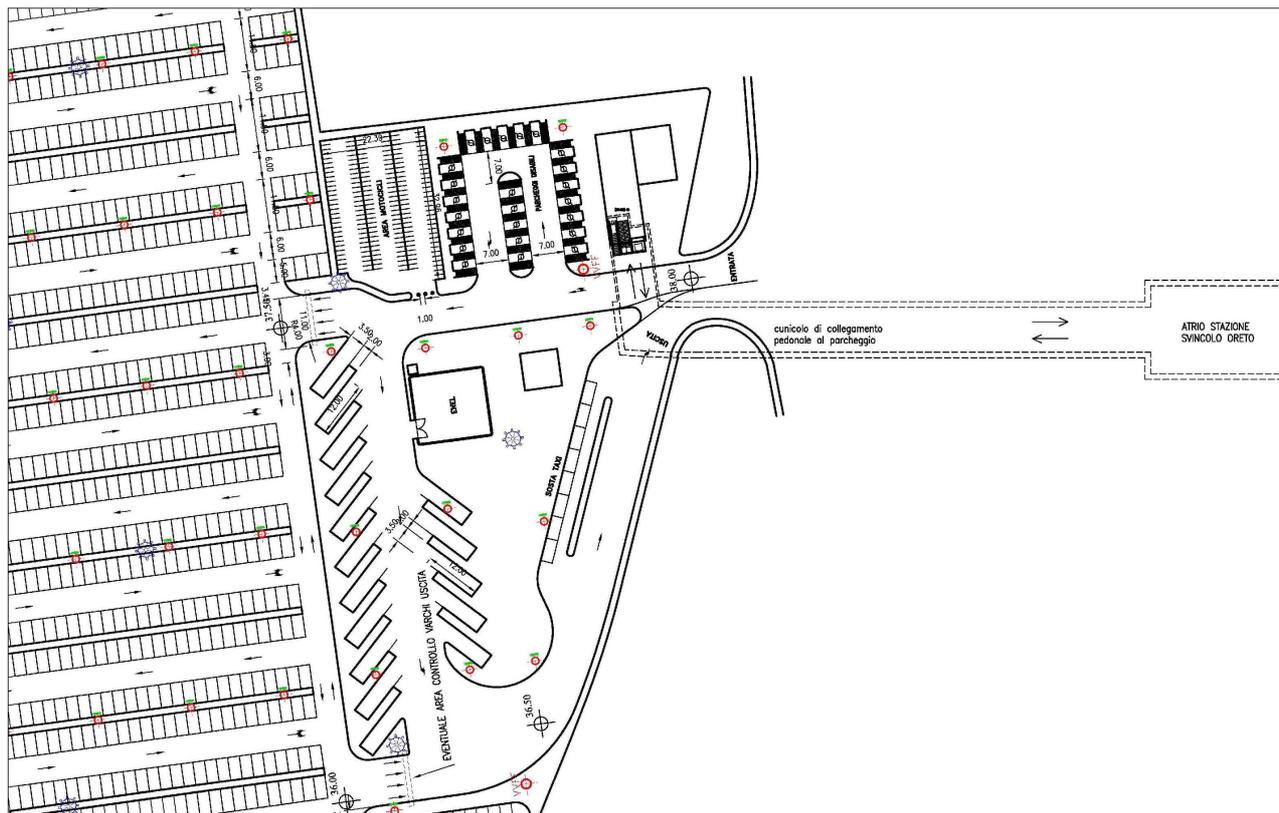
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE

CUNICOLO DI COLLEGAMENTO PEDONALE STAZIONE SVINCOLO ORETO/PARCHEGGIO
SCHEMA FUNZIONALE - INSERIMENTO URBANISTICO ACCESSO DAL PARCHEGGIO

TAV. C5





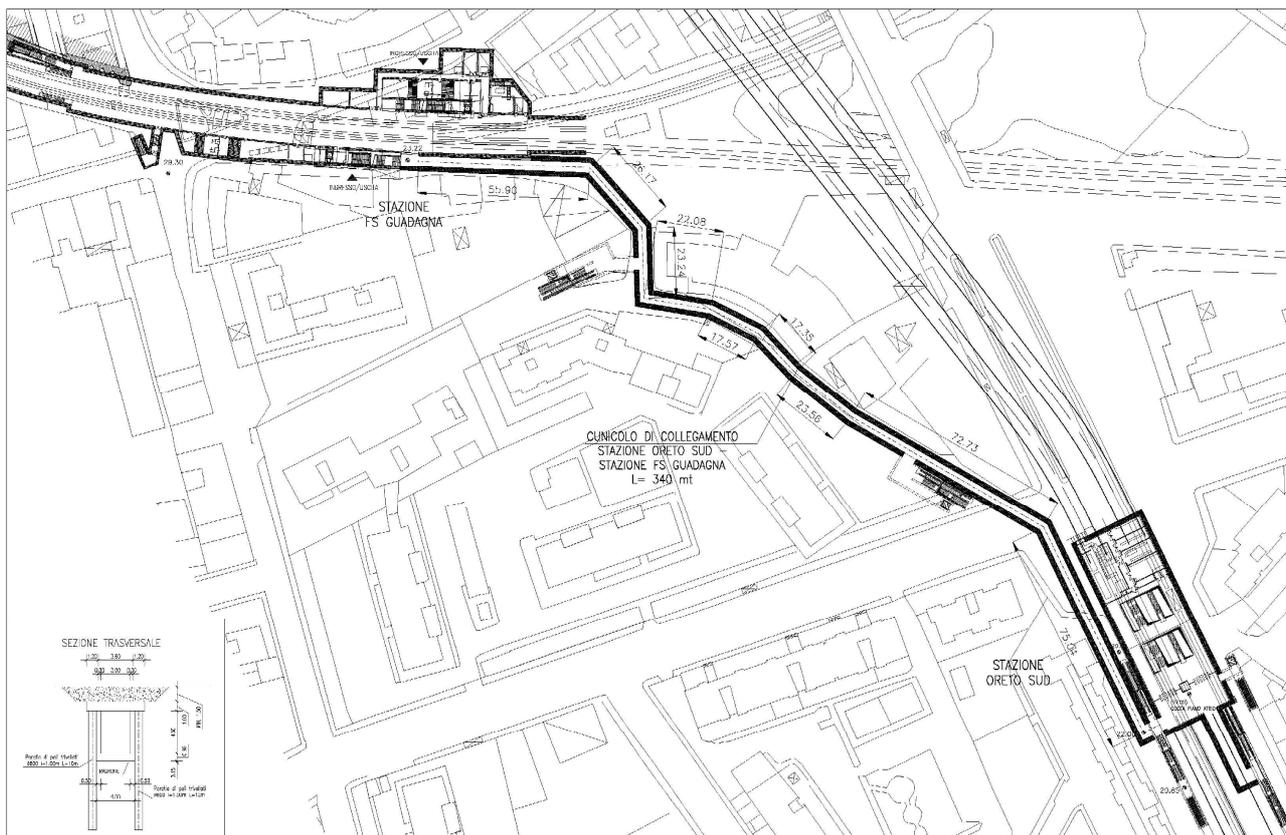
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

CUNICOLO DI COLLEGAMENTO TRA STAZIONE ORETO SUD E STAZIONE
GUADAGNA - STRALCIO URBANISTICO

TAV. C11





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

STAZIONE BORSA – PLANIMETRIA CON INSERIMENTO ORTOFOTO
VARIANTE

TAV. C14





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

CUNICOLO DI COLLEGAMENTO TRA STAZIONE ORETO SUD E STAZIONE
GUADAGNA - STRALCIO URBANISTICO AEROFOTOGRAFICO

TAV. C10





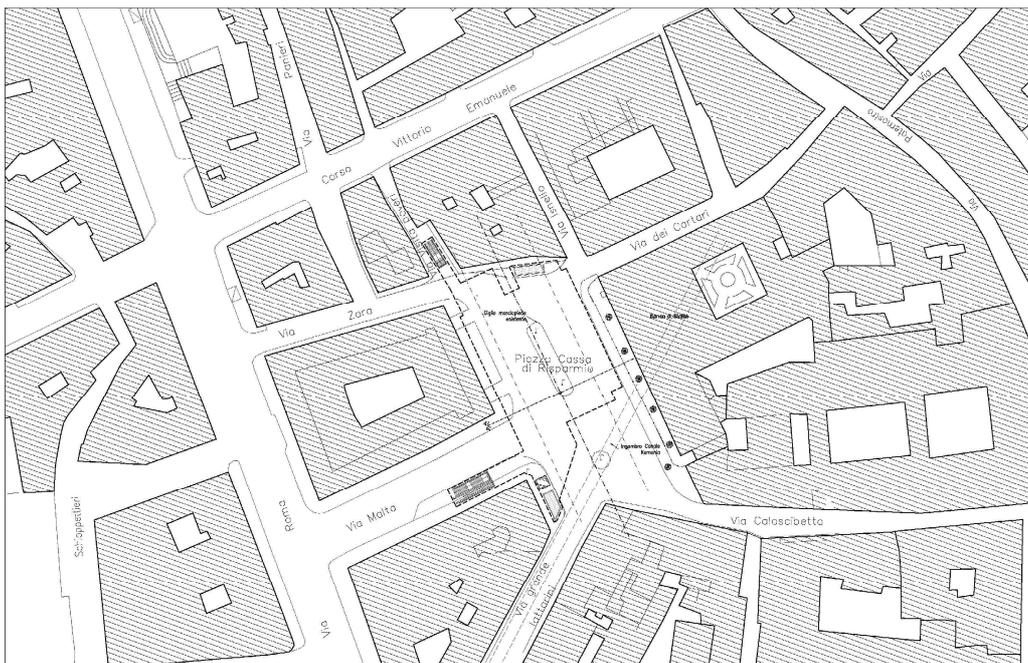
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNEXO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI STAZIONE BORSA – PLANIMETRIA CON INSERIMENTO ORTOFOTO TAV. C13



ANNEXO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI STAZIONE BORSA TAV. C15





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

STAZIONE MASSIMO - SOLUZIONE ALTERNATIVA DI VIA SPINUZZA
PUNTI DI VISTA FOTOGRAFICI

TAV. C17



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7



STRALCIO PLANIMETRICO DI PIAZZA SPINUZZA E PUNTI DI VISTA FOTOGRAFICI



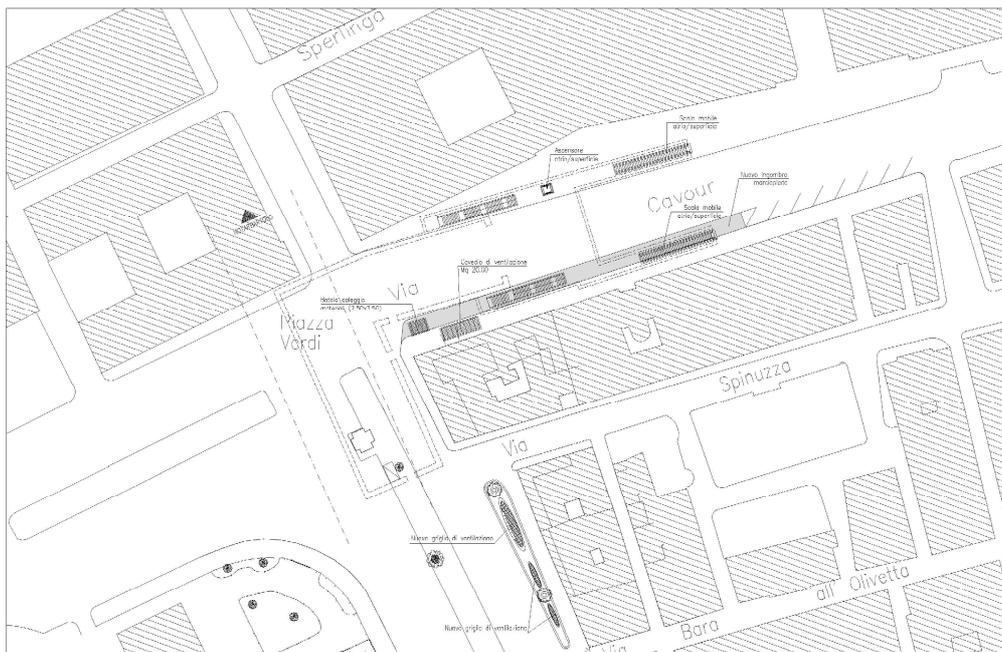
Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

STAZIONE MASSIMO – SOLUZIONE ALTERNATIVA DI P.ZZA VERDI
ANGOLO VIA CAVOUR – STRALCIO URBANISTICO

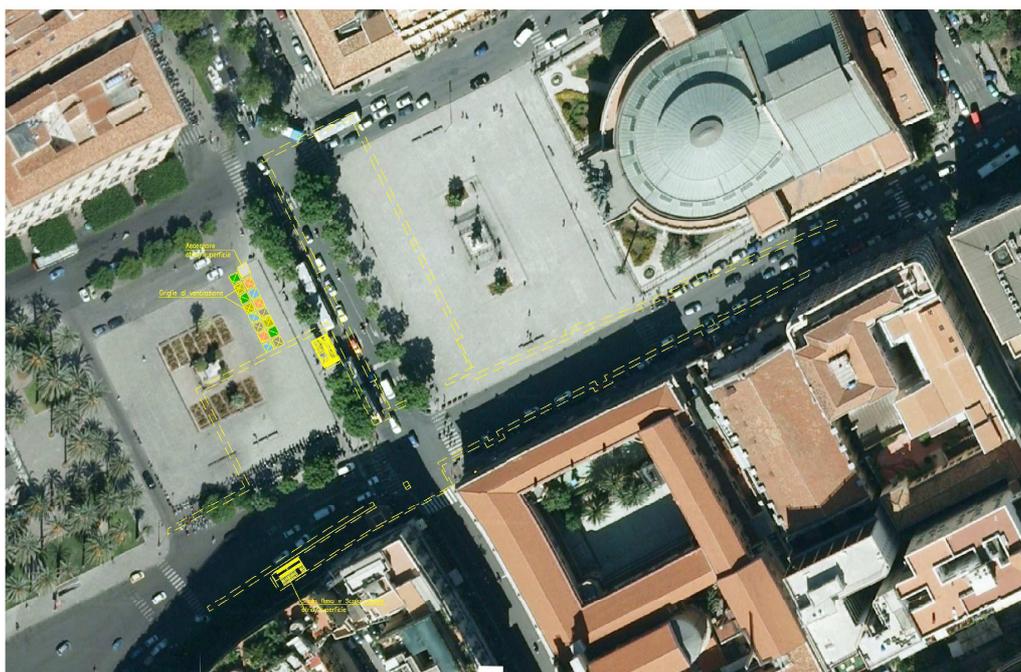
TAV. C19



ANNESSO ALLA NOTA SULLE OSSERVAZIONI ESPRESSE DAGLI ENTI

STAZIONE POLITEAMA – VARIANTE EMERGENZE
PLANIMETRIA CON INSERIMENTO ORTOFOTO

TAV. C26





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

7. Terre e rocce da scavo

Nel contesto della “Relazione sostitutiva del contenuto del paragrafo 6.5.4 Discariche, parte II del Quadro di Riferimento Progettuale della relazione di impatto ambientale datata maggio 2006” si rassegna quanto segue.

Nella relazione costituente lo Studio del maggio 2006, definito di Prefattibilità Ambientale per il Progetto Preliminare della Metropolitana Leggera Automatica di Palermo, prima linea, tratta funzionale Oreto/Notarbartolo, alle pagine da 90 – 96 (con i relativi allegati grafici nn° 40,45,46,47,48,49,50,51,52) viene affrontato il tema della individuazione dei siti di discarica per il marino delle gallerie e opere connesse.

Le due fondamentali destinazioni, per il congruo volume di rocce e terre di scavo, venivano individuate nella cava Troia, in località Sferracavallo, e nella colmata prevista nelle paratie di contenimento da predisporre per l’ampliamento delle banchine del porto di Palermo, come previsto dal Piano Regolatore Portuale a quell’epoca in corso di redazione.

Nel considerevole lasso di tempo trascorso tra la consegna del citato studio ai competenti Uffici Comunali e Regionali, e la data odierna, si sono tuttavia verificate condizioni che non rendono più attuabile quel programma di smaltimento.

Infatti, con riferimento alla cava Troia, essa è stata nel frattempo similmente individuata come sito di accumulo delle terre e rocce di scavo da parte della impresa appaltatrice dei lavori per la chiusura dell’anello ferroviario urbano con valore di metropolitana.

Questa condizione, ancorché anticipata temporalmente da analoga previsione contenuta nello studio per la metropolitana leggera, fa sì che tale sito sia ormai indisponibile in quanto se ne prevede la saturazione per i lavori dell’anello ferroviario.

L’altra destinazione (le nuove banchine del porto di Palermo) ha manifestato nel tempo la sua inattualità a causa del protrarsi dell’iter approvativo del Piano Regolatore del Porto di Palermo, ad oggi non ancora approvato.

Questo fa sì che da parte dell’Autorità Portuale non si sia potuto assicurare la contemporanea realizzazione delle casse di colmata con i lavori di scavo per la metropolitana, rendendo di fatto inutilizzabile anche questa previsione.

E’ opportuno sottolineare la validità di queste previste destinazioni oggi non più utilizzabili per il protrarsi dell’iter approvativo del progetto preliminare per la Metropolitana leggera automatica.

Ciò in ragione tanto della prossimità dei siti di deposito delle terre e rocce di scavo ai singoli cantieri in ambito urbano quanto per la stessa utilità sociale dei siti di deposito che, a lavori ultimati, avrebbero configurato aree di grande utilità pubblica, assicurando al contempo un adeguato rispetto dei fattori ambientali coinvolti.

Destinazioni alternative per le terre e rocce di scavo

Venute meno pertanto le due aree di discarica previste dalla Relazione di Impatto Ambientale, si è presa in conto una ipotesi alternativa, consistente nel conferimento delle rocce e terre di scavo presso ditte specializzate, autorizzate al temporaneo deposito per il riciclo e il recupero. Questa soluzione ha comportato la ricerca di ditte idonee, regolarmente autorizzate; ricerca che si è



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

costantemente confrontata con la revisione effettuata sulle stesse da parte del competente Assessorato Comunale alle Infrastrutture e alla Mobilità.

Dal momento che nessuna delle ditte presenti nell'ambito territoriale provinciale di Palermo tra quelle selezionate dal competente Assessorato Comunale, è autorizzata per il deposito della totalità dei volumi di materiale di scavo previsti, si è ritenuto necessario redigere una tabella riassuntiva degli scavi e reimpieghi che consenta di evidenziare le quantità volumetriche distribuite nell'arco temporale dei lavori.

Questa tabella è allegata alla presente relazione e da essa si desume che la produzione di volumi di scavo nei cinque anni di attività previsti per la realizzazione dell'impianto è pari a mc 1.063.791,42 compreso il coefficiente di rigonfiamento applicato al materiale estratto (pari a 1,2).

Valutando il peso specifico medio delle terre e rocce di scavo estratte in t/mc 1,5, si ottiene che il complessivo tonnellaggio di terre e rocce di scavo assomma a t 1.595.687 circa.

Questa quantità, suddivisa nei cinque anni previsti per la realizzazione dell'opera, comporta la produzione annua di 319.137 t circa che vanno inviate ai siti di recupero e riciclo.

Di seguito si illustra nel dettaglio la nuova destinazione dei materiali di scavo che è da considerare a tutti gli effetti quella definitivamente sostitutiva di quella indicata nella precedente relazione contenuta nei paragrafi citati in premessa.

Sono state individuate n.2 distinte ditte, regolarmente autorizzate alle attività definite R5 (riciclo) ed R10 (recupero) dei materiali di scavo relativi alla tipologia di cui al punto 7.31bis 2006 (Terre e rocce di scavo) come definita all'allegato 1 del D.M. 05.02.98 così come modificato dal D.M. n.186 del 05.04.

La prima di queste ditte è la "Siciliana Lambertini Edilsistemi S.r.l.", con sede legale in Ciminna via Raffaello, 5 e sede dell'impianto in Sciarà (PA) località Mura Pregne.

Questa ditta è ammessa alle attività di recupero per le tipologie precedentemente descritte a far data dal 20.08.09 con validità per anni cinque.

Dalla Determinazione Dirigenziale n.95 del 23.07.09 della Provincia regionale di Palermo, che in copia si allega, si desume per questa ditta la prescrizione relativa alla quantità massima annua di rifiuti trattati che, per la tipologia 7.31bis, è determinata in un massimo di 150.000 t/anno per l'attività R5 e 150.000 t/anno per l'attività R10, per un totale di 300.000 t/anno.

La ditta "Siciliana Lambertini Edilsistemi S.r.l.", espressamente richiesta ha trasmesso all'Amministrazione Comunale di Palermo con lettera del 22.06.10 una dichiarazione di disponibilità, che in copia si allega, al deposito di terre e rocce di scavo provenienti dai lavori previsti nel progetto preliminare della Metropolitana automatica leggera della città di Palermo - Prima linea Oreto Notarbartolo, indicando un prezzo offerto per il conferimento pari a €/ton. 5,50.

La allegata planimetria in scala 1:25000 ubica l'area di deposito in località Mura Pregne nel Comune di Sciarà.

La seconda ditta è la "Eurostone S.r.l.", con sede legale in Palermo via Serradifalco, 123 che, con Determinazione Dirigenziale n.94 del 22.07.09 che in copia si allega, è stata autorizzata alle operazioni di riciclo R5 per la tipologia 7.31bis per un totale di 150.000 t/anno.

La stessa ditta "Eurostone S.r.l." ha consegnato in data 29.04.10 all'Amministrazione Comunale di Palermo una dichiarazione di disponibilità al deposito di terre e rocce di scavo provenienti dai



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

lavori previsti nel progetto preliminare della Metropolitana automatica leggera della città di Palermo - Prima linea Oreto Notarbartolo indicando un prezzo offerto per il conferimento pari a €mc 7,00.

Si allegano in copia la Dichiarazione di disponibilità e la planimetria in scala 1:25000 ubica l'area di deposito in località Cozzo Chipari nel territorio di Bolognetta.

Sia la ditta "Siciliana Lambertini Edilsistemi S.r.l." che la "Eurostone S.r.l." precisano, nelle rispettive dichiarazioni di disponibilità, che determinazioni più dettagliate sui quantitativi e sui tempi di lavorazione saranno definiti in sede di progetto esecutivo.

Queste disponibilità, allo stato dell'iter tecnico amministrativo del progetto per la Metropolitana automatica leggera di Palermo, dovranno infatti essere adeguatamente riformulate e precisate in sede di successiva approvazione del progetto esecutivo, progetto per il quale non è allo stato possibile prevedere tempi di redazione e di approvazione da parte dei competenti uffici.

Si fa presente comunque che in ogni successivo sviluppo del procedimento approvativo e del successivo affidamento dell'appalto per la realizzazione dei lavori, con le modalità che l'Amministrazione Comunale di Palermo vorrà individuare, dovrà essere assicurato il recupero e riciclo delle terre e rocce da scavo da parte di ditte regolarmente autorizzate a questa attività e vagliate dall'Assessorato Comunale competente per quanto riguarda il rispetto della normativa antimafia. Questa clausola dovrà essere contenuta nel disciplinare di gara, pena l'esclusione della ditta partecipante alla gara di appalto per l'affidamento delle opere o per il servizio di progettazione esecutiva.

In fase di progettazione esecutiva si dovrà altresì garantire, previ adeguati accertamenti che:

- le terre e rocce di scavo inviate alle ditte autorizzate per il recupero ed il riciclo non provengano da siti contaminati sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte IV del D.l.g.s. 152/06,
- che le caratteristiche chimico-fisiche siano tali da non determinare rischi per la salute e la qualità della matrici ambientali.

In fase esecutiva inoltre si dovrà dimostrare il loro integrale utilizzo in modo che terre e rocce di scavo non siano da considerare rifiuti e sottoposti alle relative disposizioni.

Le caratteristiche ambientali dei siti interessati dai lavori per la realizzazione delle gallerie, stazioni e opere connesse della Metropolitana Automatica Leggera di Palermo, essendo tutti all'interno del perimetro urbano, in sede di progetto preliminare hanno comportato che le terre e rocce siano state considerate non contenenti sostanze pericolose e pertanto corrispondenti al punto 7.31bis del DM 05.02.98 e s.m.i.

In forza di tale riconoscimento le due citate ditte che hanno manifestato la loro disponibilità ad accogliere i materiali di scavo, risultano abilitate ad accogliere tale tipologia di materiale.

Si fa inoltre presente che ai sensi del D.lgs 152/06 come modificato dal D.lgs. 4/2008 il conferimento ad un'area di stoccaggio temporaneo non potrà superare il periodo pari ad un anno, pertanto la capacità di stoccaggio delle due ditte autorizzate è soggetta a questa limitazione temporale.

Nel corso dei lavori per la realizzazione delle opere al fine di individuare la tracciabilità del materiale e quindi consentire una verifica sulle quantità utilizzate nel sito di destinazione, il



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

trasporto dovrà essere disciplinato da una documentazione attestante la provenienza, la destinazione e la quantità di materiale di scavo esportato.

Il Direttore dei Lavori o il Responsabile del cantiere dovrà compilare per ogni singolo viaggio un modulo riportante il sito di provenienza delle terre e rocce di scavo; il sito di destinazione ed estremi dell'autorizzazione; la quantità in mc di materiale trasportato; la ditta che effettua il trasporto; la data e ora di partenza; l'accettazione del materiale da parte del sito di destinazione.

Il trasporto e stoccaggio del materiale dovrà essere gestito con riferimento al contenuto dell'allegato "A" delle linee guida sull'utilizzo delle terre e rocce di scavo a seguito dell'entrata in vigore del D.lgs n.4 del 16 gennaio 2008.

Le due distinte destinazioni individuate, l'una in territorio di Bolognetta e l'altra in territorio di Sciara (ambidue in provincia di Palermo) sono servite da viabilità esistente di vario rango e dettagliatamente:

- per l'area di deposito in contrada Cozzo Chipari nel territorio di Bolognetta gli automezzi utilizzati per il trasporto, attraversata la città di Palermo utilizzando l'esistente maglia viaria urbana, con percorsi che sarà opportuno individuare in fase di progetto esecutivo, di comune accordo con l'Assessorato Comunale preposto al traffico, dovranno imboccare il tratto autostradale Palermo - Catania (A19) fino alla diramazione per la veloce Palermo - Agrigento (SS121), percorrere questa superstrada fino al bivio di Bolognetta, oltrepassandolo per immettersi all'altezza del ponte Buffa sul fiume Buffa nella strada provinciale verso Bagni di Cefalà Diana per raggiungere la località dell'impianto di riciclo.

Questo percorso risulta meno breve di quello che si potrebbe utilizzare attraversando il Comune di Bolognetta che però, privo com'è di viabilità di circonvallazione, subirebbe il pesante impatto indotto dal continuo attraversamento di autocarri pesanti.

Facendo riferimento al perimetro del consolidato urbano di Palermo il sito di deposito risulta distante circa Km 35, distanza che comporta, per la tipologia del tracciato stradale e del mezzo di trasporto (autocarri da mc 22 circa) un tempo di percorrenza di circa 60 minuti oltre ai tempi di attraversamento dell'ambito cittadino di Palermo, questi difficilmente valutabili e comunque considerevoli se si fa riferimento alla ubicazione dei cantieri per lo scavo delle stazioni, quasi tutti in centro città.

- per quanto riguarda il sito di riciclo ubicato in contrada Mura Pagne nel Comune di Sciara gli automezzi dovranno imboccare l'autostrada Palermo - Catania (A19) fino all'uscita per la zona industriale di Termini; da questa bretella, sottopassando la ferrovia, si potranno immettere nella SS113 raggiungendo il sito della Siciliana Lambertini Edilsistemi S.r.l.

Il tragitto complessivo risulterà pari a circa 45 Km con un tempo di percorrenza approssimativo di 45 minuti.

Per ambedue le destinazioni, la presenza di cantieri per la realizzazione delle stazioni lungo l'asse Nord-Sud della città di Palermo, implica che il percorso di uscita degli automezzi dovrà essere tale da raggiungere il più direttamente possibile il viale Regione Siciliana, circonvallazione urbana connessa alla viabilità autostradale per Catania ed Agrigento.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

I volumi di terre e rocce di scavo, provenienti dalla realizzazione delle gallerie a due canne previste per la linea di metropolitana, saranno quasi tutti recapitati in prossimità dello svincolo Oreto, area di deposito destinata all'impianto di metropolitana.

Quest'area è di notevole estensione, dovrà essere preventivamente recintata per fungere da cantiere di partenza degli scavi con TBM per la linea sotterranea e potrà essere utilmente destinata a deposito temporaneo in attesa che i volumi di scavo siano caricati sugli automezzi per essere trasferiti nei siti di recupero.

Tanto a causa della possibilità che non vi sia temporaneità tra i volumi prodotti e la disponibilità immediata di mezzi di trasporto.

Non si può non sottacere il fatto che la frequenza dei trasporti in ambito urbano ed extraurbano potrà indurre un significativo impatto negativo sul traffico.

In ambito urbano gli autocarri per il trasporto del marino comporteranno un considerevole aggravio della congestione, cui si potrà far fronte solo con azioni di polizia urbana efficaci al fine di ridurre l'intralcio indotto dalla presenza di grandi automezzi in entrata ed in uscita dei siti di carico ed adottando ogni opportuna ulteriore azione che possa rendersi efficace per alleviare l'impatto descritto.

In ambito extraurbano questo impatto può essere considerato meno rilevante in quanto la maggior percentuale di tragitto dai siti di carico ai siti di deposito, corrisponde a viabilità di tipo autostradale o a strada statale di tipo veloce, dove per le stesse caratteristiche delle infrastrutture di traffico i mezzi di trasporto potranno avere velocità maggiori, riducendo in tal modo l'impatto negativo sulla circolazione.

Volendo ora stimare in maniera approssimativa la frequenza dei trasferimenti dai luoghi di produzione (siti delle stazioni e terminale delle canne sotterranee) ai luoghi di deposito, si dovranno considerare i seguenti fattori:

- produzione annua media di volumi di scavo pari a 319.137 t;
- alla capacità massima di stoccaggio annuo di ciascun sito (pari a $150.000+300.000=450.000$ t);
- al numero di trasporti da effettuare con idonei automezzi stimando in mc 22 la portata di ciascuno di essi.

Si ottiene che per saturare un sito con capienza massima di 150.000 t, utilizzando automezzi da mc 22 (pari a $t \cdot 22 \times 1,5 = t \cdot 33$), occorrono circa 4.500 trasporti ($=150.000/33$); mentre per un sito di capienza massima pari a 300.000 t saranno necessari circa 9.000 trasporti.

Considerando che il tempo di accumulo di ogni sito è pari ad un anno e che in questo lasso di tempo rientrano 250 giornate lavorative circa, si ottiene che con 18 trasporti al giorno si satura in un anno la capienza del sito da 150.000 t mentre per quello da 300.000 t sono necessari 36 trasporti circa al giorno.

Dalle valutazioni che precedono risulta che la produzione media annua di materiale di marino, pari a 319.137 t è ampiamente assorbita dalla capacità di stoccaggio dei due siti sopra indicati.

Per quanto riguarda ulteriori impatti che il trasporto di queste considerevoli quantità di terre e rocce possono indurre nei contesti di produzione e di deposito si può osservare quanto segue:



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

- l'impatto indotto da polveri e rumori di cantiere in sede di aree di produzione forma oggetto di un apposito capitolo contenuto nella Valutazione di Impatto Ambientale e ad esso si fa riferimento per la valutazione complessiva dei suoi aspetti negativi adeguatamente trattati in quella relazione.

- Per quanto riguarda l'impatto di polveri e rumori nei siti di accumulo occorre considerare che questi si trovano in aperta campagna, in luoghi distanti chilometri dai relativi centri abitati di Bolognetta e Sciarà; che nella fattispecie il sito di Sciarà corrisponde ad un ambito di cava inattiva e che pertanto per ambedue i siti gli impatti negativi si possono considerare del tutto trascurabili rispetto a popolazioni insediate e ad attività antropiche stabili che nei siti stessi si possono considerare limitate solamente a quella agricola.

In ogni caso sarà opportuno che lo sversamento dagli autocarri nei siti di deposito avvenga previa aspersione del materiale da scaricare con getti d'acqua in modo da ridurre al minimo la formazione di polveri.

- Per quanto riguarda l'impatto sulla circolazione e traffico indotta dal notevole volume di traffico realizzato dagli autocarri per il trasporto del materiale a discarica si è già fatto cenno ad una notevole differenza che esiste tra l'impatto in ambito urbano, da considerare temporaneo ma consistente, e l'impatto lungo i tracciati extraurbani che possono essere considerati temporanei e lievi.

- Non si danno impatti sulla componente paesaggio in quanto i siti di discarica sono da considerare impianti industriali espressamente destinati a questa attività e l'accumulo di terra e rocce pertanto non costituirà alterazioni ambientali e paesaggistiche.

- Per lo stesso motivo non sono da considerare prevedibili impatti sulla componente ambientale complessiva quali sottosuolo, atmosfera e corpi idrici.

- Non si danno impatti sulla componente biotica in quanto i siti di conferimento non presentano elementi di particolare interesse di natura biologica in assenza di fauna e flora, trattandosi di luoghi già destinati a questa attività di deposito.

- Nessun impatto può essere generato dal deposito di terre e rocce sulle attività antropiche in quanto i recinti destinati al deposito sono espressamente utilizzati per questa attività e nessuna altra attività antropica di tipo sociale o produttivo può subire nocumento di sorta dalla attività propria dei siti di stoccaggio.

Si riportano i seguenti allegati alla relazione:

- Tabella degli scavi distinti in stazioni, pozzi, ventilazione, parcheggio interscambio, accessi, manufatto terminale Notarbartolo, galleria naturale di linea;
- Tabella degli scavi e dei reimpieghi articolata per le stesse voci di quelle al punto 1;

Alla relazione risultano altresì allegati i seguenti documenti:

- Dichiarazione di disponibilità al deposito da parte della Eurostone S.r.l. a firma dell'Amministratore unico;
- Determinazione dirigenziale n.94/09 della Provincia regionale di Palermo Ufficio Rifiuti urbani assimilabili e Rifiuti speciali relativa alla Eurostone S.r.l.;
- Stralcio della cartografia 1:25000 del territorio di Bolognetta con indicazione del sito della Eurostone S.r.l.;



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

- Dichiarazione di disponibilità della Siciliana Lambertini Edilsistemi S.r.l. a firma dell'Amministratore unico;
- Determinazione dirigenziale n.95 del 23.07.2009 della Provincia regionale di Palermo Ufficio Rifiuti urbani assimilabili e Rifiuti speciali relativa alla Siciliana Lambertini Edilsistemi S.r.l.;
- Stralcio della cartografia 1:25000 del territorio di Sciara con indicazione del sito della Siciliana Lambertini Edilsistemi S.r.l.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

METRO PALERMO

SCAVI

Stazione	Volume Scavo da computo (mc)	Coeff. Correzione	Totale volume di scavo (mc)
Svincolo Oreto	42.295,04	0,80	33.836,03
Oreto Sud	42.295,04	1,00	42.295,04
Oreto Nord	33.243,92	1,00	33.243,92
Giulio Cesare	42.295,04	1,00	42.295,04
Borsa	28.349,29	1,00	28.349,29
Massimo	28.349,29	1,00	28.349,29
Politeama	42.295,04	1,00	42.295,04
Archimede/Bivio	42.295,04	0,90	38.065,54
Notarbartolo	42.295,04	1,00	42.295,04
Svincolo Oreto Coll. deposito-stazione Scatolare	58.386,69	1,00	58.386,69
Svincolo Oreto Coll. deposito-stazione Rampa	36.861,49	1,00	36.861,49
			426.272,41

Elemento	Volume Scavo unitario (mc)	N° di elementi	Totale volume di scavo (mc)
Pozzi	2.537,24	8,00	20.297,92
Ventilazione	1.053,00	8,00	8.424,00
Calaggio Materiale	945,00	6,00	5.670,00
Parcheggio Interscambio	16.391,00	1,00	16.391,00
Accessi Tipo Tipo 1	2.192,00	8,00	17.536,00
Accessi Tipo Tipo 2	858,00	8,00	6.864,00
			75.182,92

Elemento	Volume Scavo da computo (mc)	Coeff. Correzione per stima corpo stazione	Totale volume di scavo (mc)
Manufatto terminale retrostazione Notarbartolo	76.697,00	1,00	76.697,00

Elemento	L (m)	Area diametro cm 530 (mq)	Totale volume di scavo (mc)
Galleria Naturale di Linea	11.278,00	27,34	308.340,52

	Incidenza terre	886.492,85
coefficiente Rigonfiamento	1,2	1.063.791,42



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo.

Studio d'Impatto Ambientale

METRO PALERMO
SCAVI E REIMPIEGHI

Stazione	Volume Scavo da computo (mc)	Coeff. Correzione	Totale volume di scavo (mc) (A)	Volume non riutilizzabile (mc) (*) (B)	Volume rinterro (h=1,5 m) (mc) ©	Volume reimpiegabile da sito autorizzato (mc) (D=A-B-C)
Svincolo Oreto	42.295,04	0,80	33.836,03	2.079,50	3.119,25	28.637,28
Oreto Sud	42.295,04	1,00	42.295,04	1.793,93	2.690,89	37.810,23
Oreto Nord	33.243,92	1,00	33.243,92	2.000,80	3.001,20	28.241,92
Giulio Cesare	42.295,04	1,00	42.295,04	1.793,93	2.690,89	37.810,23
Borsa	28.349,29	1,00	28.349,29	1.334,15	2.001,23	25.013,92
Massimo	28.349,29	1,00	28.349,29	1.620,80	2.431,20	24.297,29
Politeama	42.295,04	1,00	42.295,04	1.911,00	2.866,50	37.517,54
Archimede/Bivio	42.295,04	0,90	38.065,54	3.028,00	4.542,00	30.495,54
Notarbartolo	42.295,04	1,00	42.295,04	1.793,93	2.690,89	37.810,23
Svincolo Oreto Coll. deposito-stazione Scatolare	58.386,69	1,00	58.386,69			58.386,69
Svincolo Oreto Coll. deposito-stazione Rampa	36.861,49	1,00	36.861,49			36.861,49
			426.272,41	17.356,03	26.034,04	382.882,35

Elemento	Volume Scavo unitario (mc)	N° di elementi	Totale volume di scavo (mc)			
Pozzi	2.537,24	8,00	20.297,92			
Ventilazione	1.053,00	8,00	8.424,00			
Calaggio Materiale	945,00	6,00	5.670,00			
Parcheggio Interscambio	16.391,00	1,00	16.391,00			
Accessi Tipo Tipo 1	2.192,00	8,00	17.536,00			
Accessi Tipo Tipo 2	858,00	8,00	6.864,00			
			75.182,92	3.007,32	4.510,98	67.664,63

Elemento	Volume Scavo da computo (mc)	Coeff. Correzione per stima corpo stazione	Totale volume di scavo (mc)			
Manufatto terminale retrostazione Notarbartolo	76.697,00	1,00	76.697,00	3.067,88	4.601,82	69.027,30

Elemento	L (m)	Area diametro cm 530 (mq)	Totale volume di scavo (mc)			
Galleria Naturale di Linea	11.278,00	27,34	308.340,52			308.340,52

	Incidenza terre	886.492,85	23.431,22	35.146,83	827.914,79
coefficiente Rigonfiamento	1,2	1.063.791,42	28.117,47	42.176,20	993.497,75

(*) pari alla superficie dell'atrio per un'altezza di 1 m, compresi bitumi stradali (materiale speciale)



8. Descrizione degli impatti

Le analisi ambientali iniziali e la dettagliata disamina delle azioni progettuali consentono di analizzare e valutare le interferenze e gli impatti per componente e per fattore, a parità di scenario e alternativa prescelta.

Per quanto attiene agli scenari, si prendono in considerazione lo scenario attuale (scenario 0) e lo scenario con progetto. In riferimento alle alternative si sono analizzate quella prospettata all'interno dello Studio di Fattibilità – che presenta criticità riferite alla funzionalità e alla geometria di tracciato e l'alternativa prospettata dal Progetto preliminare, o alternativa prescelta. In riferimento a tale fattispecie, lo studio degli impatti e la loro rappresentazione è riferita all'alternativa vincente.

Le componenti e i fattori presi in considerazione attengono in misura maggiore allo scenario urbano, anche se – data la presenza di contesti periurbani o di aree tutelate, viene attribuita giusta enfasi anche a elementi e fattori dell'ambiente naturale.

Naturalmente la rappresentazione matriciale dello scenario 0 è riferita alla sola fase di esercizio, in assenza anche delle azioni e degli interventi prospettati dal piano integrato di trasporto a guida vincolta, dato che ancora i cantieri del Passante, del tram e della chiusura dell'anello ferroviario sono da poco attivati e per limitate tratte e che gli stessi rappresentano fattori di compromissione temporanea dell'ambiente urbano.

All'individuazione degli impatti (alcuni dei quali coincidenti con il sistema delle interferenze, si pensi alla viabilità e ai sottoservizi) segue una considerazione di massima riferita alle misure precauzionali (oltre quelle già presenti nel Progetto Preliminare) e delle opere e delle azioni volte alla mitigazione o alla compensazione, o incardinabili nella fase di esecutività e da tradursi in prescrizioni che potranno essere fornite nel contesto del livello superiore di progettazione e nell'ambito della Valutazione d'Impatto Ambientale.

A tale superiore livello è peraltro demandata la valutazione degli impatti e l'elaborazione dettagliata del Piano di Monitoraggio Ambientale, le cui linee guida sono contenute in calce al presente Studio.

SCENARIO 0.

La matrice relativa allo scenario 0 mostra come le azioni e gli effetti definiti dallo *statu quo* definiscono condizioni *negative o indifferenti* rispetto all'ambiente analizzato. Ovviamente l'uso del mezzo privato e con alta percentuale di emissioni inquinanti e climalteranti incide anche sugli aspetti socio-economici, non solo in termini di costo del singolo individuo, ma anche della collettività che dovrà supportare i costi ambientali piuttosto che ricevere i servizi commisurati al sistema di tasse e tariffe dirette e indirette. Si pensi, in generale, ai costi per il rifacimento delle facciate corrose e alterate dallo smog e dall'inquinamento ambientale; al costo-beneficio derivante dall'uso di veloci mezzi pubblici piuttosto che dal mezzo privato, anche in riferimento al piano dei tempi del cittadino come del turista o del pendolare, ecc.



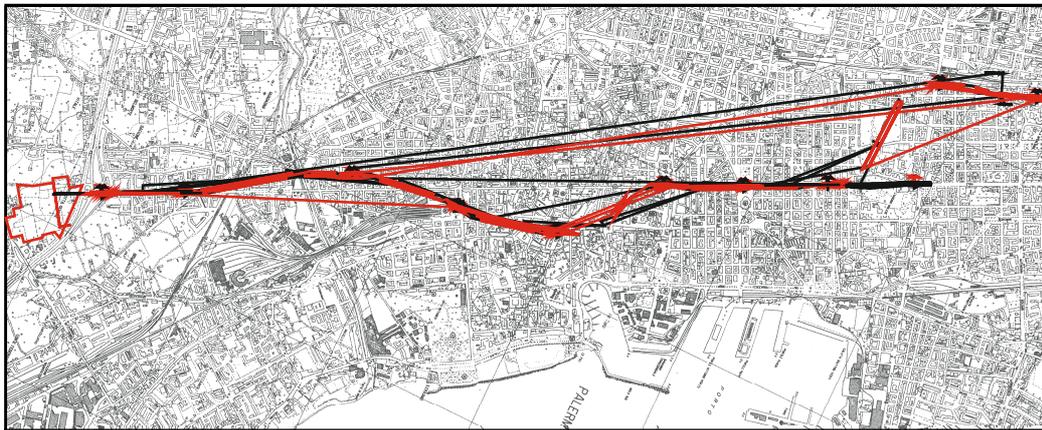
SCENARIO 0

OPERA		ESERCIZIO
AMBIENTE		
QUADRO DI RIF. AMBIENTALE	ARIA	- P
	CLIMA	- P
	INQUINAMENTO ACUSTICO	- P
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	- P
	IDROGEOLOGIA	N
	GEOLOGIA	N
	FLORA	N
	VEGETAZIONE	N
	FAUNA	N
	AVIFAUNA	N
	SUOLO	N
	QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	Piano dei Trasporti R.S.
Piano Paesaggistico		- P
Siti Natura 2000		- P
Piano Strat.co Provincia		- P
PSES Provincia		- P
PTP Provincia		- P
Piano Strat.co Comune		- P
PRG Comune		- P
P.S. Mobilità sostenibile		- P
PGTU Palermo		- P
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	- P
	USO DEL SUOLO	- P
	AMBIENTE CULTURALE	- P
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	- P
	RIFIUTI	- P
	VIABILITA'	- P
	TURISMO	- P
	ACCESSIBILITA'	- P
	STATO EDIFICI	N



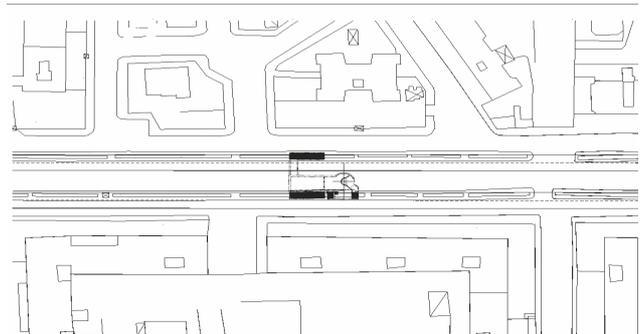
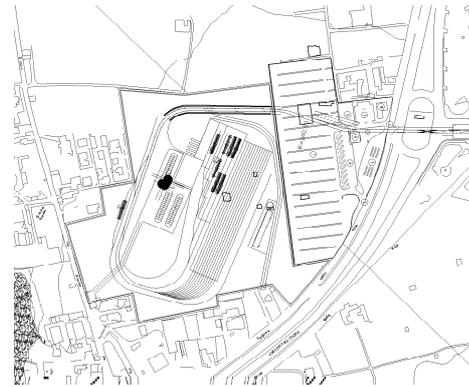
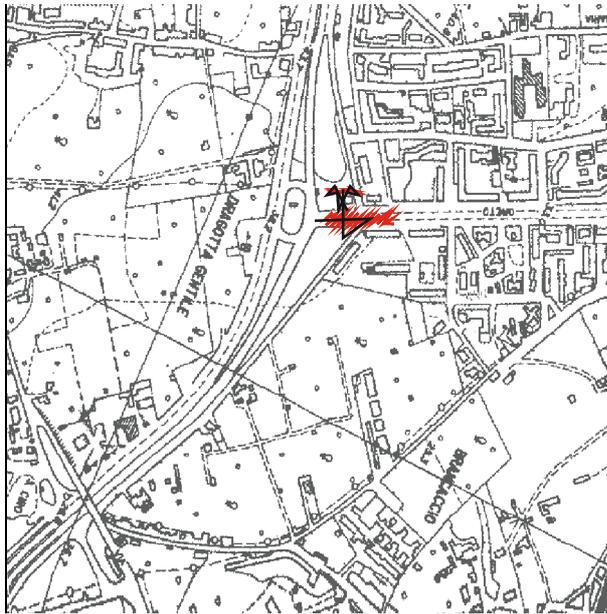
SCENARIO CON PROGETTO – ALTERNATIVA VINCENTE

Le matrici vengono costruite per le singole azioni progettuali come rappresentate nel grafico di tracciato.





AREA DI DEPOSITO – PARCHEGGIO DI
SCAMBIO E POZZO 1



La maggior parte della linea della prima tratta funzionale è prevista con sezione a doppia galleria, ciascuna con binario unico ed a sezione circolare, prevista su tutto il suo sviluppo a foro cieco con l'utilizzo di frese scudate a piena sezione. Fa eccezione il primo tratto, compreso tra il deposito e la stazione Svincolo Oreto e l'ultimo tratto della zona degli scambi per l'inversione dei treni, posto dopo la stazione Notarbartolo ed immediatamente prima del termine della prima tratta funzionale, per i quali è prevista una galleria unica con doppio binario, a sezione rettangolare, realizzata in artificiale con l'ausilio di diaframmi in c.a. I criteri di progetto generali adottati per la sezione corrente della linea sono:

- doppia galleria circolare ad un binario:
- diametro interno da un massimo di m. 5,30 ad un minimo di m. 4,70 (in dipendenza della sagoma del materiale rotabile che verrà adottato).

La costruzione dei due tunnel della linea non comporta alcun disturbo in superficie in quanto lo scavo in sotterraneo avanza dalla stazione di Oreto verso Notarbartolo e il rifornimento del cantiere e l'evacuazione del materiale scavato avviene sempre e solo sulla linea con uscita e ingresso al deposito del capolinea di Oreto.

I manufatti posti sulla linea, stazioni e pozzi di intertratta, determinano invece, nel corso dei lavori,



una perturbazione al traffico nelle aree prossime ai cantieri. Obiettivo prioritario del progetto di tali opere è stato quindi contenere al massimo il tempo e lo spazio di occupazione delle aree di cantiere. Si è quindi ipotizzato di procedere nella costruzione con il metodo “top-down” che, dopo l’esecuzione delle opere in superficie, consente di completare le sottostanti parti con scavi a foro cieco, mentre la superficie viene ripristinata all’uso preesistente all’installazione del cantiere. Viene mantenuta sulla copertura solamente un’apertura che consente l’evacuazione del materiale scavato e l’introduzione delle macchine e dei materiali necessari allo svolgimento delle lavorazioni.

Si è prevista la seguente sequenza di lavorazioni:

- Realizzazione dei diaframmi;
- Getto del solettone di copertura eseguito controterra mantenendo un varco per l’accesso dei mezzi di scavo e dei materiali ai piani inferiori e per l’evacuazione del materiale scavato;
- Ribasso dello scavo fino al piano atrio;
- Getto del solettone del piano atrio mantenendo come al piano superiore il varco di lavoro;
- Ribasso dello scavo fino alla quota di esecuzione dei tiranti provvisori, ove presenti;
- Completamento dello scavo fino al piano banchina ed esecuzione del solettone di fondo;
- Rivestimento dei diaframmi a partire dal basso verso l’alto andando a contribuire all’appoggio

dei solai intermedi che in prima fase vengono connessi ai diaframmi con pioli o chiavi di taglio;

- Completamento delle opere interne.

In tal modo gli impalcati di piano costituiscono gli elementi di contrasto dei diaframmi garantendo la stabilità della struttura.

I varchi lasciati sulle solette saranno completati alla fine dei lavori con l’utilizzo generalmente di elementi a travi prefabbricate in c.a. che verranno solidarizzate con getti di completamento.

In tal modo si potranno evitare onerose opere di sostegno necessarie per l’esecuzione di getti in opera a grande altezza.

Questa metodologia operativa costringe ad operare con scavi ciechi in spazi ristretti, ma garantisce il minor disturbo all’abitato con spazi di cantieri ridotti al minimo e fornisce la possibilità di riportare quanto prima possibile il traffico sul solettone di copertura lavorando al di sotto per il completamento della stazione.

Il cronoprogramma dei lavori ha previsto che ogni singola stazione venga realizzata prima dell’arrivo della macchina di scavo dei tunnel in modo che le TBM transitino “a vuoto” entro la stazione. Questo comporta che, prima del passaggio della fresa, vengano completate per ogni stazione almeno le seguenti lavorazioni:

- realizzazione dei diaframmi;
- getto del solettone di copertura;
- scavo e getto dei solettoni di piano compresa banchina.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Per consentire l'ingresso e l'uscita delle frese in stazione si è previsto di predisporre in corrispondenza ai tunnel tratti di diaframma con armatura indebolita che facilitano la demolizione degli stessi operando dall'interno stazione. In alternativa si potranno utilizzare per questi tratti di diaframmi armature in vetro-resina che permettono alle stesse TBM lo sfondamento in stazione. Per non provocare in queste zone pericolosi allentamenti del cavo dei tunnel si è previsto di eseguire a tergo delle paratie un trattamento di consolidazione ed impermeabilizzazione del terreno mediante iniezioni eseguite dalla superficie.

Per le parti di stazione che non raggiungono le profondità maggiori, e che quindi non presentano grandi spinte idrauliche sulle opere, quali accessi al piano atrio, vani tecnici e di ventilazione, si è fatto ricorso a paratie realizzate da pali trivellati non accostati in cui la tenuta idraulica di prima fase è stata affidata a iniezioni o trattamenti tipo jet-grouting degli interassi pali per il solo tratto immerso in falda. Anche per tali elementi strutturali è prevista la posa dell'impermeabilizzazione e del rivestimento definitivo.



AREA DI DEPOSITO

OPERA		CANTIERE/COSTRUZIONE						
		ACCESSO CANT	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROV.	RIPRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI
AMBIENTE								
QUADRO DI RIF. AMBIENTALE	ARIA	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N
	INQUINAMENTO ACUSTICO	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	N	N	N	N	N	N	N
	IDROGEOLOGIA	N	N	N	N	N	N	N
	GEOLOGIA	N	N	N	N	N	N	N
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N
SUOLO	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T	
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T
	USO DEL SUOLO	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T
	AMBIENTE CULTURALE	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T
	RIFIUTI	- P	- P	- P	- P	- P	- P	- P
	VIABILITA'	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N
	ACCESSIBILITA'	- T	- T	- T	- T	- T	- T	- T
	STATO EDIFICI	N	N	N	N	N	N	N

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

La matrice viene riferita alle sole fasi di cantiere e costruzione, dal momento che l'area verrà quasi completamente dismessa e ripristinata, ad eccezione del piccolo deposito officina che rimarrà in situ, ma ad un livello di scarsa percezione.

E' evidente che la destinazione a deposito dei materiali di risulta dagli scavi e dalle delocalizzazioni delle interferenze definisce gli impatti sulla viabilità e i servizi, ma soprattutto sui RIFIUTI, in termini di volumi stoccati e di viaggi tra (e per) le aree e i siti individuati (Sciara e Bolognetta per le terre-rocce).

E' da segnalare che, comunque, per quanto attiene ad una delle componenti indagate dal progetto, ossia la problematica relativa allo stato di consistenza degli edifici interessati dall'intervento, la situazione non viene contemplata neppure nell'ambito delle più generali azioni di iniziativa pubblica o privata (si pensi ai piani di zonizzazione sismica e di monitoraggio degli edifici in generale).



PARCHEGGIO DI SCAMBIO

OPERA		CANTIERE						COSTRUZIONE				ESERCIZIO	
		ACCESSO CANT	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROV.	RIPRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI	SCAVI	OPERE D'ARTE	VIABILITA' PROV.		MOV.TERRA
AMBIENTE													
QUADRO DI RIF. AMBIENTALE	ARIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	INQUINAMENTO ACUSTICO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	N	N	N	N	N	N	N	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROGEOLOGIA	N	N	N	N	N	N	N	-T	-T	-T	-T	N
	GEOLOGIA	N	N	N	N	N	N	N	-T	-T	-T	-T	N
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	-P
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N
	USO DEL SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N
	AMBIENTE CULTURALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	Po
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	RIFIUTI	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	VIABILITA'/ SERVIZI	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	ACCESSIBILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	STATO EDIFICI	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

La realizzazione del parcheggio di scambio, soprattutto nella versione e con le funzionalità indicate dal Comune di Palermo (in riferimento soprattutto ai vari livelli con cui vengono articolati la viabilità e lo svincolo) rappresenta un'opera di significativo impegno, sia per le interferenze generabili, quanto per gli impatti generati sulla componente rifiuti, cumulandosi con le altre opere



funzionali alla realizzazione della prima tratta.

Pur interagendo con le componenti geologia e suolo, in modo temporaneo e con l'accessibilità e la viabilità, in fase di cantiere e costruzioni, il parcheggio, anche considerato a prescindere dall'intervento, rappresenta un'utilità marginale non indifferente, in un'area di accesso dall'autostrada alla città. Infatti i parcheggi di scambio vengono contemplati sia all'interno del PGTU, quanto all'interno del Piano Parcheggi varato nel 2002.

Rilascia effetti positivi anche in ordine di decongestione del traffico e delle azioni a favore dell'intermodalità.

TRINCEA E GALLERIA ARTIFICIALE DI ORETO DEPOSITO. GALLERIA DI LINEA

Il tratto iniziale della trincea non presenta particolari problematiche in quanto gli scavi sono relativamente contenuti ed eseguiti in assenza di acque di falda. Si ipotizza di scavare a cielo aperto sagomando le scarpate su una disposizione stabile e quindi senza presidio degli scavi potendo operare in un'area libera.

La trincea più profonda è invece realizzata tra diaframmi in c.a. costruiti con giunto a tenuta e vincolati in testa con tiranti provvisori necessari per la fase di realizzazione fino al completamento del solettone di fondo.

La costruzione del tratto in galleria artificiale dovrà essere svolto per fasi per consentire le deviazioni del traffico in superficie necessarie al mantenimento in esercizio dell'arteria stradale durante l'esecuzione dei lavori di realizzazione della metropolitana. In corrispondenza al futuro sottopasso stradale si realizzeranno due impalcati: uno inferiore che costituirà il piano d'appoggio dell'opera stradale e uno superiore che dovrà essere successivamente demolito insieme con la porzione di paratie che interferisce con il sottopasso stradale.

L'impalcato superiore, necessario ad accogliere la sede stradale della tangenziale nel corso dei lavori per le deviazioni del traffico necessarie all'esercizio dell'importante arteria, viene previsto a travi in c.a.p. per facilitarne la dismissione quando sarà realizzato il sottopasso stradale.

La maggior parte della linea della prima tratta funzionale è prevista con sezione a doppia galleria, ciascuna con binario unico ed a sezione circolare, prevista su tutto il suo sviluppo a foro cieco con l'utilizzo di frese scudate a piena sezione. Fa eccezione il primo tratto, compreso tra il deposito e la stazione Svincolo Oreto e l'ultimo tratto della zona degli scambi per l'inversione dei treni, posto dopo la stazione Notarbartolo ed immediatamente prima del termine della prima tratta funzionale, per i quali è prevista una galleria unica con doppio binario, a sezione rettangolare, realizzata in artificiale con l'ausilio di diaframmi in c.a. I criteri di progetto generali adottati per la sezione corrente della linea sono:

- doppia galleria circolare ad un binario:
- diametro interno da un massimo di m. 5,30 ad un minimo di m. 4,70 (in dipendenza della sagoma del materiale rotabile che verrà adottato).



TRINCEA E GALLERIA DI LINEA

OPERA		CANTIERE						COSTRUZIONE				ESERCIZIO		
		ACCESSO CANT	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROVV.	RIPRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI	SCAVI	OPERE D'ARTE	VIABILITA' PROVV.		MOV.TERRA	APPROVVIGIONAMENTI
AMBIENTE														
QUADRO DI RIFER. AMBIENTALE	ARIA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	INQUINAMENTO ACUSTICO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROGEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	GEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N	N	
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N
	USO DEL SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N
	AMBIENTE CULTURALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	Po
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	RIFIUTI	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	VIABILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	ACCESSIBILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	STATO EDIFICI	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
Studio d'Impatto Ambientale	

Come esplicitato nelle relazioni progettuali e nelle indagini a corredo e come evidenziato nello schema di avanzamento dei lavori, trincee e gallerie sono realizzate in relazione alle stazioni, procedendo all'avanzamento della TBM, fino al corrispondente punto in superficie interessato dal sistema di accesso da e per il manufatto stazione e procedendo alla realizzazione dei pozzi e degli impianti non di sistema. Pertanto la stima degli impatti esposti in matrice tiene conto delle relazioni tra opere in sottosuolo e opere su suolo e della discretizzazione dei cantieri prima richiamata.

E' chiaro che gli interventi di sottosuolo hanno, come esplicitato in sede di progetto, impatti e interferenze con le componenti ambientali e con quelle antropiche, queste ultime pluristratificate in una città e in contesti urbani pregni di storia millenaria (anche per quanto attiene alle componenti dell'archeologia naturale (paleovalve) e antropica (cunicoli, grotte sotterranee, muri e tessuti urbani antichi).

Le risposte già rese in sede di progetto preliminare, come le indagini condotte e i relativi piani di monitoraggio (soprattutto per la componente edilizia), congiunte alle azioni di integrazione e di verifica affidate ai superiori livelli di progettazione, rappresentano atteggiamenti precauzionali e cautelativi, risposte capaci di arginare (ad eccezione dei rischi, non prevedibili) situazioni di pericolo e di impatto permanente (danno ambientale).

In riferimento alla vulnerabilità di un sistema intersecato dall'azione progettuale, il SIC Valle dell'Oreto, lo Studio di Incidenza ha evidenziato che il progetto non comporta né perdita né frantumazione degli Habitat della Direttiva comunitaria né degli Habitat, delle specie e degli individui presenti ed elencati nella Scheda del Sito.



STAZIONI

Le stazioni sono riconducibili in parte ad una tipologia standard definita in seguito come stazione tipo ed in parte a speciali tipologie (a tipologie speciali) definite in seguito come stazione speciale.

Tutte le stazioni sono interrate a banchina centrale, ad eccezione di Svincolo Oreto che ha banchine laterali e di Archimede che presenta banchine sovrapposte, con un minimo di due accessi alla superficie secondo le prescrizioni della normativa vigente.

La stazione tipo ha pianta rettangolare e banchina centrale ad “isola” ed è costruita a cielo aperto. Essa presenta tre livelli funzionali e cioè il piano atrio (posto immediatamente al di sotto del piano strada), il piano mezzanino posto il piano atrio sovrastante il piano banchine sottostante più profondo. Sono riconducibili a questa tipologia le stazioni Oreto Sud, Giulio Cesare, Politeama e Notarbartolo mentre sono di tipologie speciali le restanti e cioè Svincolo Oreto, Oreto Nord, Borsa, Massimo ed Archimede che vengono descritte nei punti a seguire.

Per la stazione Politeama si specifica che essa non è esattamente uguale alla stazione tipo in quanto a livello altimetrico il piano banchina è più profondo di circa 1,50m rispetto a quella della stazione tipo e pertanto tale stazione si individua tipologicamente nel seguito come tipo “profonda” e non come tipo.

La stazione speciale Svincolo Oreto (tipologia speciale 1), costituita a pianta rettangolare e banchine laterali. Essa presenta una estensione, oltre la “scatola” funzionale della stazione, in direzione Notarbartolo, di forma trapezoidale in pianta per consentire l’allargamento dello spazio dell’interbinario per avere la larghezza necessaria per poter calare i due scudi meccanizzati ed eseguire in sicurezza le due gallerie circolari che costituiscono la sezione corrente della linea. Tale stazione presenta due soli livelli e cioè il piano atrio ed il piano delle banchine, in quanto essa ha la livelletta ad una profondità non molto elevata in quanto si colloca al termine della tratta che funge da collegamento altimetrico tra la il deposito e la galleria corrente di linea che presenta una quota di rotolamento non inferiore a 18/18,50m. per garantire il sottoattraversamento in sicurezza degli edifici interessati dal tracciato della metropolitana.

Stazione speciale Oreto Nord (tipologia speciale 2). A causa della ristretta larghezza della via Perez, ove tale stazione trova ubicazione, la stazione è costituita da una “scatola” rettangolare lunga e stretta realizzata a cielo aperto (sul sedime stradale di Via Perez) ove trovano collocazione, l’atrio, le scale di collegamento fino al piano banchina ed i locali tecnologici e da due gallerie naturali (una per ciascuna banchina) di banchina realizzate con sezione policentrica scavata in tradizionale e collegate alla “scatola “ della stazione per mezzo di due cunicoli di comunicazione, anch’essi scavati in tradizionale). Le due gallerie di banchine sono ubicate sotto gli edifici posti ai lati della Via Perez e pertanto la quota del piano di rotolamento è molto profonda e si attesta ad una profondità di circa 22,50m al fine di realizzare in sicurezza le gallerie di banchina con ridottissimi risentimenti in superficie ed al di sotto dei piani di imposta delle fondazione degli edifici sottoattraversati dalle gallerie di banchina..

Stazioni speciali Borsa e Massimo (tipologia speciale 3). A causa dei vincoli in superficie nelle aree ove trovano collocazione le due stazioni, costituiti dalla presenza di un antico canale interrato di epoca medievale su Piazza Borsa per l’omonima stazione e da alberature di pregio non rimovibili presenti su Piazza Verdi, esse vengono realizzate con un’apposita ulteriore tipologia speciale. Tale tipologia è costituita da una “scatola” a pianta pressoché quadrata, realizzata a cielo aperto ove



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

trovano collocazione, l'atrio, le scale di collegamento fino al piano banchina, i locali tecnologici e parte delle banchine. La restante parte di lunghezza di banchina è prevista in due gallerie realizzate con sezione policentrica e scavo in tradizionale a partire dalla scatola della stazione. Tale tipologia speciale prevede la quota del piano di rotolamento a circa 18,50/19m. di profondità come per la stazione tipo. Ciò è possibile perchè le gallerie di banchina non sottoattraversano nessun edificio in quanto si trovano al di sotto delle piazze dove sono ubicate le due stazioni.

Stazione speciale Archimede/manufatto di bivio (tipologia speciale 4). Tale stazione ha una tipologia a banchine sovrapposte in quanto è planimetricamente ubicata in adiacenza al manufatto di bivio per la diramazione della linea nei due rami Archimede/ Notarbartolo/Strasburgo/ Aldisio/ Mondello e Archimede/Gentili/De Gasperi/Aldisio/ Mondello. Tale manufatto di bivio è stato previsto di tipologia a binari sovrapposti per contenerne al massimo la dimensione planimetrica, sia a causa dell'esiguità dell'area disponibile per la sua localizzazione, sia per contenerne i costi in quanto di dimensioni più contenute rispetto ad un manufatto di bivio senza sovrapposizione dei binari che ha una lunghezza circa tripla rispetto a quello a binari sovrapposti. Inoltre l'adozione della tipologia di stazione a banchine sovrapposte, oltre che per la contiguità con il manufatto di bivio è stata adottata anche per ridurre al minimo la larghezza della stazione in modo da limitare al minimo e su un solo filare l'interferenza con le alberature di pregio presenti su Viale della Libertà nel tratto di inserimento della stazione/bivio. Dal punto di vista della consistenza delle opere la stazione Archimede ed il manufatto di bivio costituiscono un "unicum" strutturale e funzionale realizzato con una scatola a pianta pressoché trapezia molto allungata realizzata a cielo aperto con l'adozione di diaframmi per il contenimento dello scavo.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

STAZIONE SVINCOLO ORETO

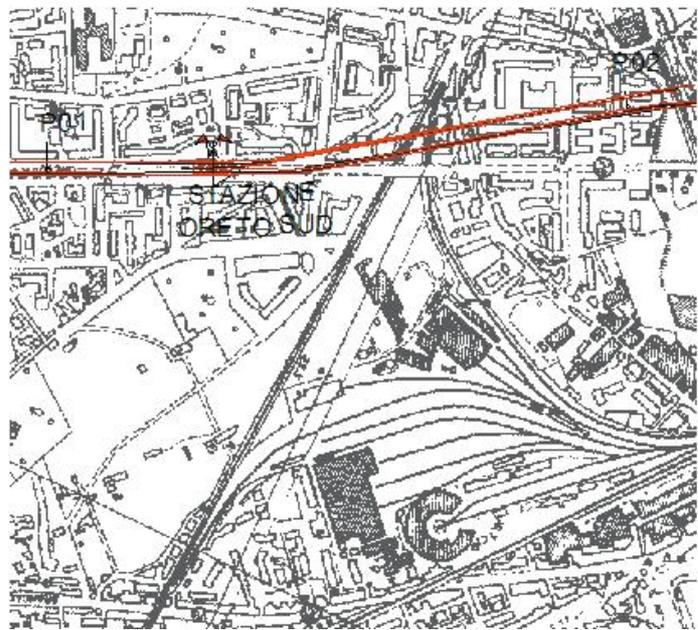
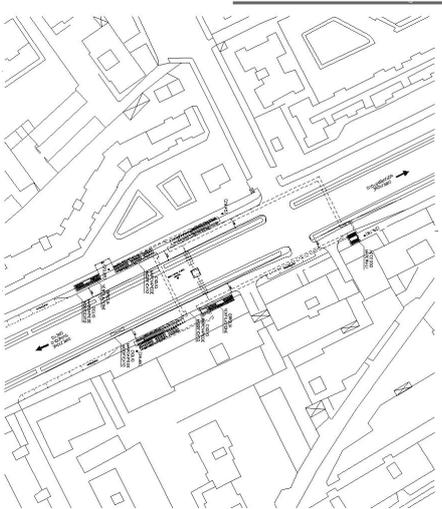
OPERA		CANTIERE						COSTRUZIONE					ESERCIZIO	
		ACCESSO CANT	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROV.	RIPRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI	SCAVI	OPERE D'ARTE	VIABILITA' PROV.	MOV.TERRA		APPROVVIGIONAMENTI
AMBIENTE														
QUADRO DI RIF. AMBIENTALE	ARIA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	INQUINAMENTO ACUSTICO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROGEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	GEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N	N
	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N
	USO DEL SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	AMBIENTE CULTURALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	Po
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	RIFIUTI	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	VIABILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	ACCESSIBILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	STATO EDIFICI	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N



STAZIONE ORETO SUD

La stazione di Oreto sud è collocata sull'omonima via con ingressi ed uscite raccordati ai marciapiedi sui due lati della strada.

Per la realizzazione dell'opera risulta anche qui necessario operare per fasi: eseguire i diaframmi e gettare controterra il solettone di copertura per procedere poi con lo scavo e la esecuzione della stazione riportando per quanto possibile il traffico sull'opera in costruzione.

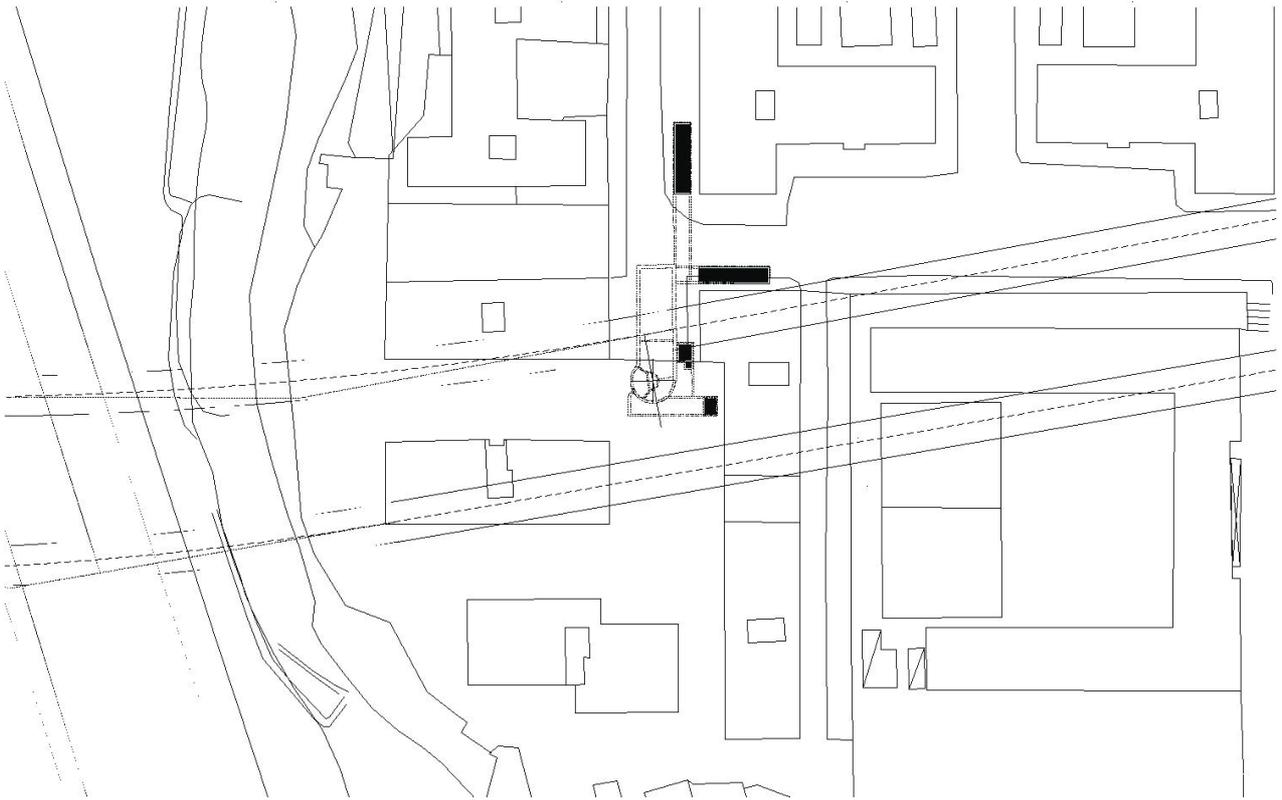


STAZIONE ORETO SUD



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale



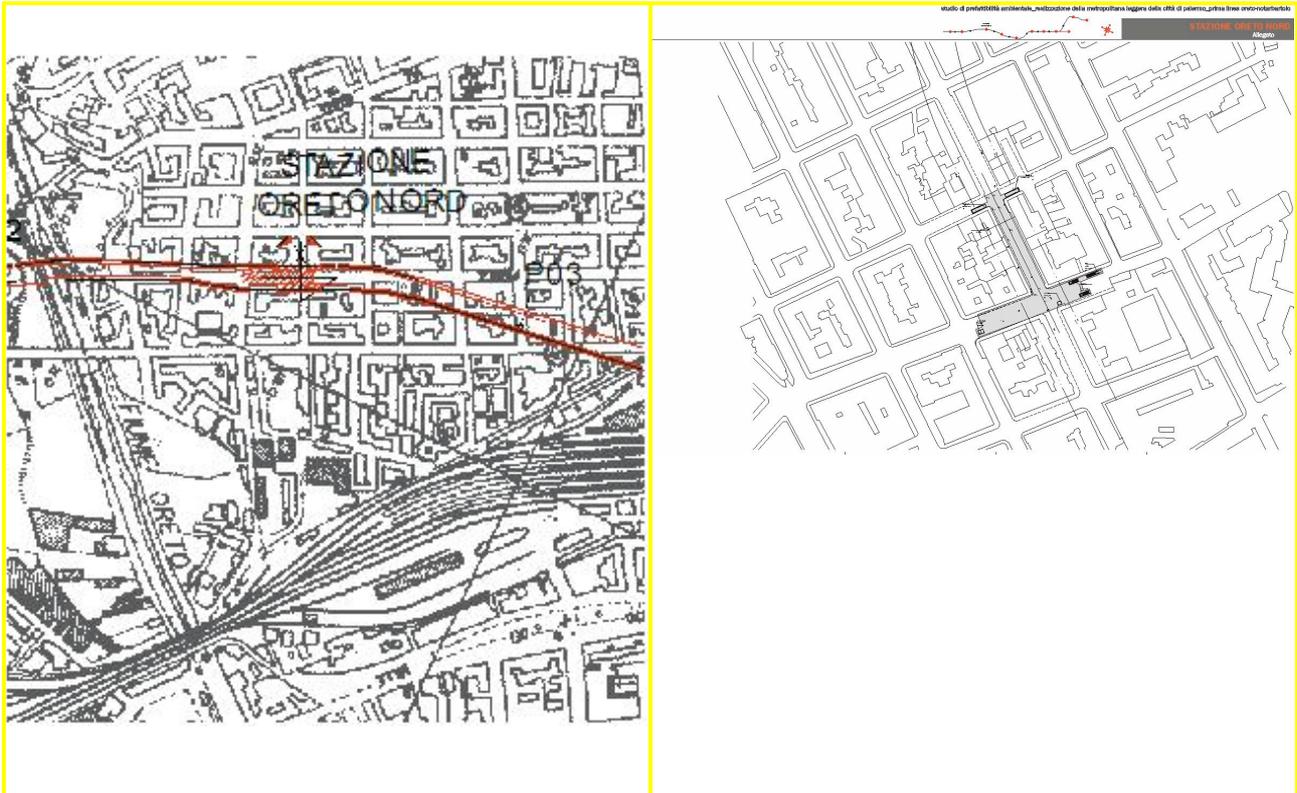
POZZO 2 (tra Stazione Oreto Sud e Stazione Oreto Nord)



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

STAZIONE ORETO NORD





POZZO 3 (tra Stazione Oreto Nord e Stazione Giulio Cesare)



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

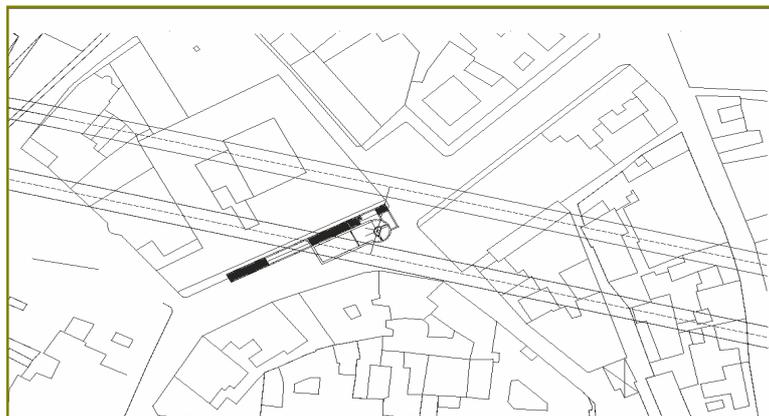
Studio d'Impatto Ambientale

STAZIONI ORETO (SUD E NORD)

OPERA	AMBIENTE	CANTIERE						COSTRUZIONE						
		ACCESSO CANT	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROV.	RIPRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI	SCAVI	OPERE D'ARTE	VIABILITA' PROV.	MOV.TERRA	APPROVVIGIONAMENTI	ESERCIZIO
QUADRO DI RIF. AMBIENTALE	ARIA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	INQUINAMENTO ACUSTICO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROGEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	GEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N	N
	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N
	USO DEL SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	AMBIENTE CULTURALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	Po
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	RIFIUTI	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	VIABILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	ACCESSIBILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	STATO EDIFICI	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N



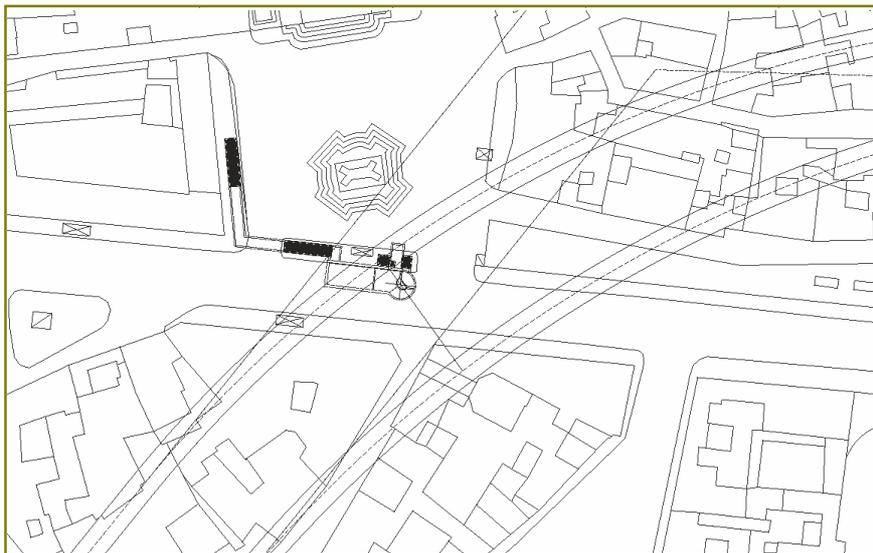
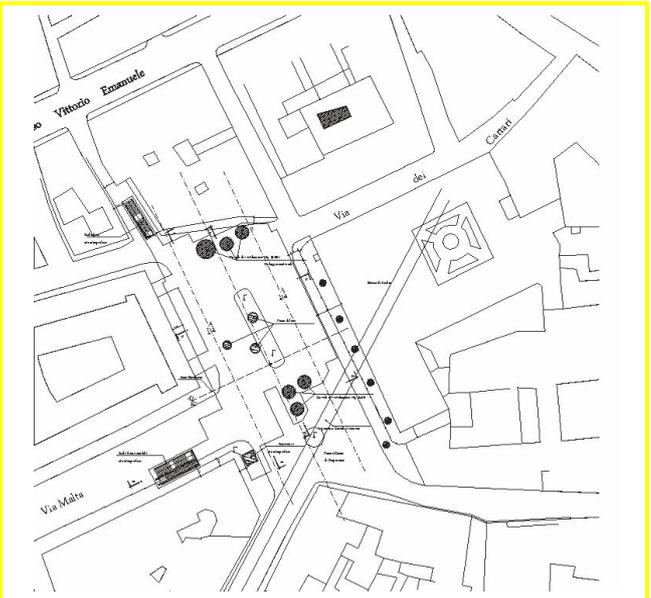
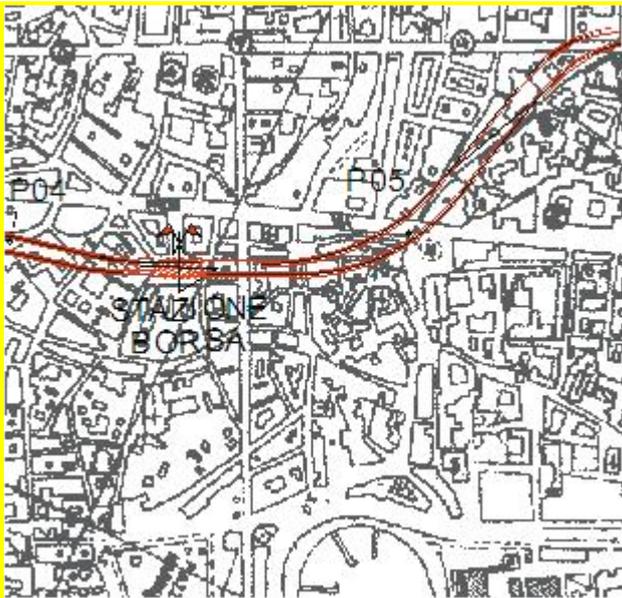
STAZIONE GIULIO CESARE



POZZO 4 (tra Stazione Giulio Cesare e Stazione Borsa)



STAZIONE BORSA



POZZO 5



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

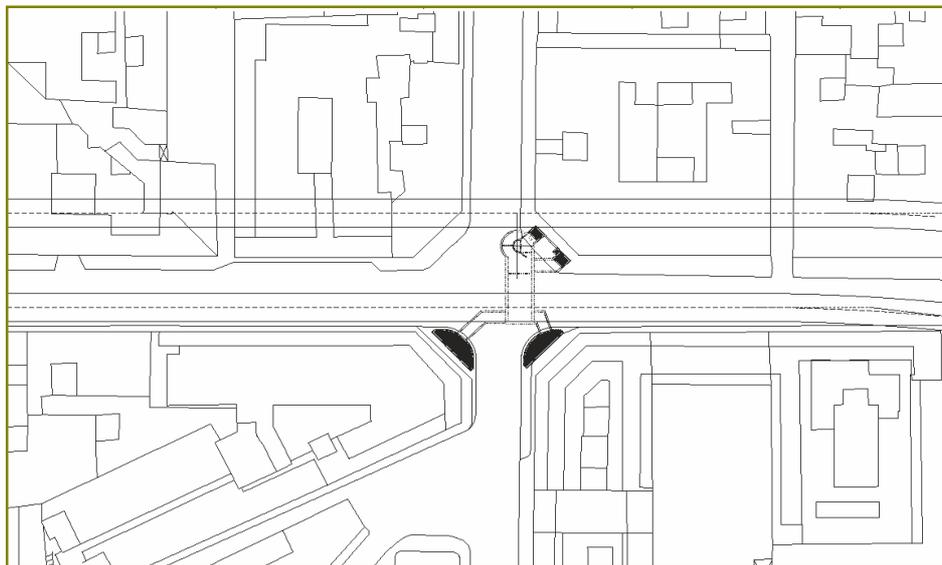
Studio d'Impatto Ambientale

STAZIONI GIULIO CESARE E BORSA

OPERA		CANTIERE						COSTRUZIONE						ESERCIZIO	
		ACCESSO CANTIERE	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROV.V.	RIPRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI	SCAVI	OPERE D'ARTE	VIABILITA' PROV.V.	MOV.TERRA	APPROVVIGIONAMENTI		
AMBIENTE															
QUADRO DI RIF. AMBIENTALE	ARIA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po	
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po	
	INQUINAMENTO ACUSTICO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	
	IDROGEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	
	GEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N	N		
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	-T	
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po		
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	
	USO DEL SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-P	-P	-P	-P	-P	-P	
	AMBIENTE CULTURALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	-T	
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	RIFIUTI	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	
	VIABILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po	
	ACCESSIBILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	
STATO EDIFICI	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T		



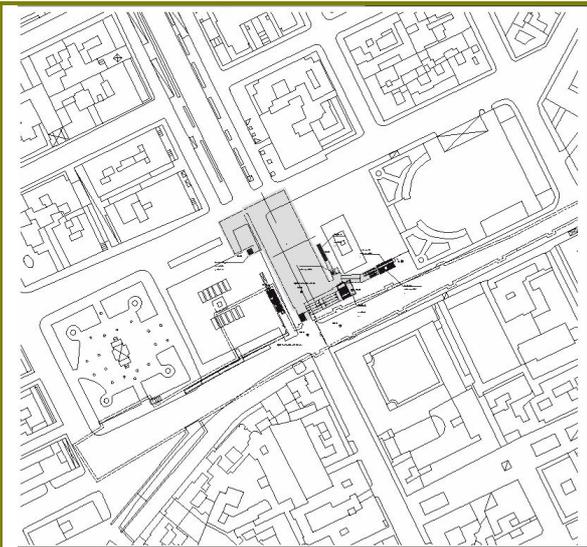
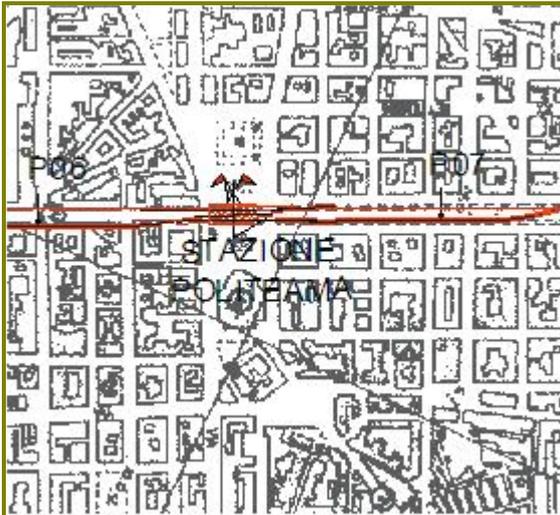
STAZIONE MASSIMO



POZZO 6



STAZIONE POLITEAMA





Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

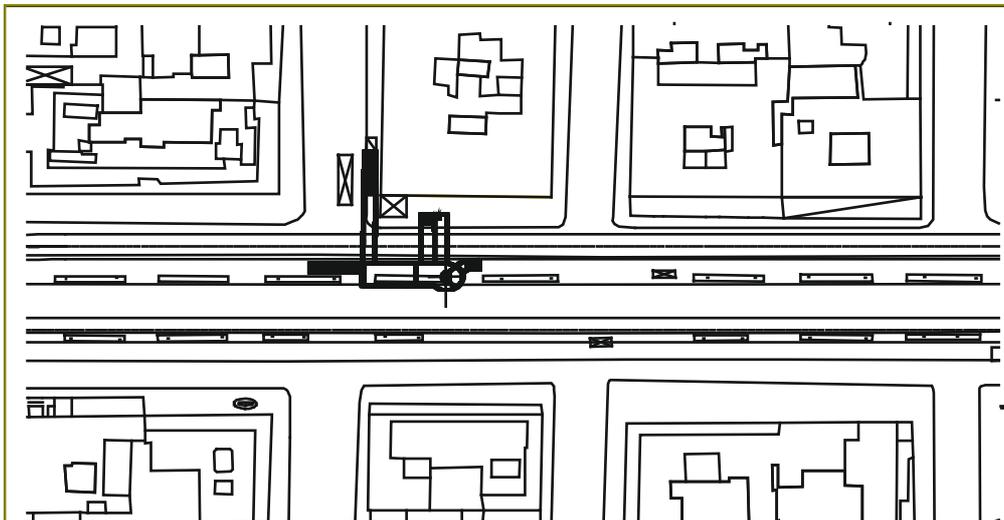
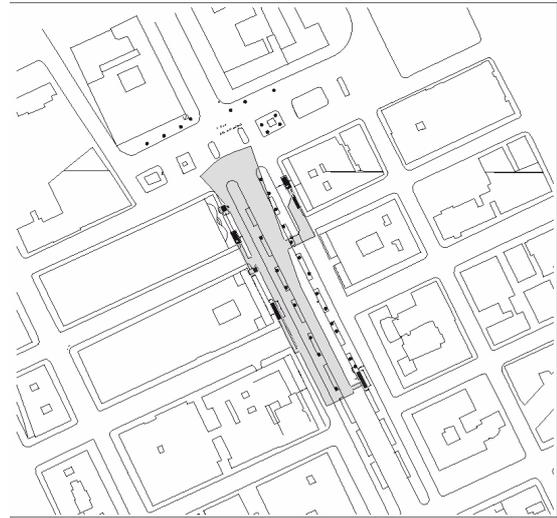
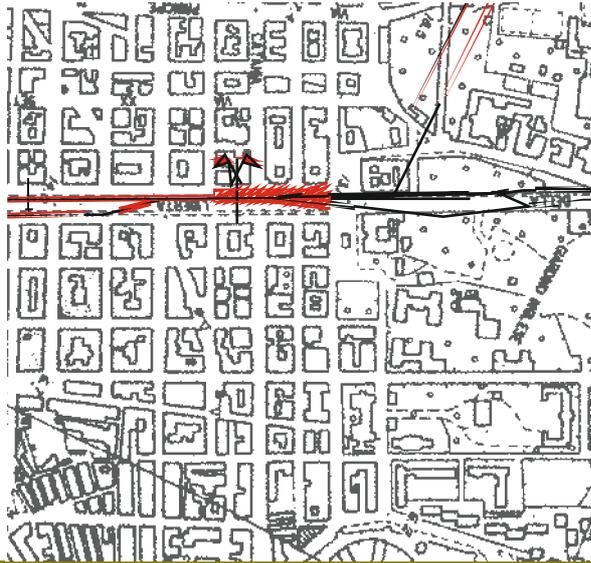
Studio d'Impatto Ambientale

STAZIONI MASSIMO E POLITEAMA

OPERA		CANTIERE							COSTRUZIONE				ESERCIZIO	
		ACCESSO CANT	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROV.	RIPIRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI	SCAVI	OPERE D'ARTE	VIABILITA' PROV.	MOV.TERRA		APPROVVIGIONAMENTI
AMBIENTE														
QUADRO DI RIFER. AMBIENTALE	ARIA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	INQUINAMENTO ACUSTICO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROGEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	GEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N	N
	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	-T
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PAESAGGIO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N
	USO DEL SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	AMBIENTE CULTURALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	-T
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	RIFIUTI	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	VIABILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	ACCESSIBILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	STATO EDIFICI	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T



STAZIONE ARCHIMEDE



POZZO 7



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

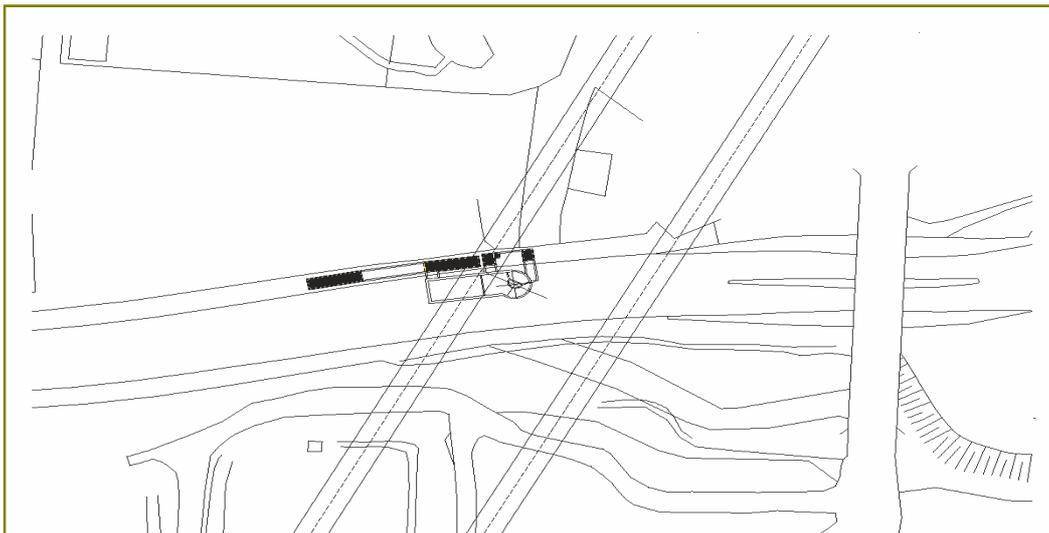
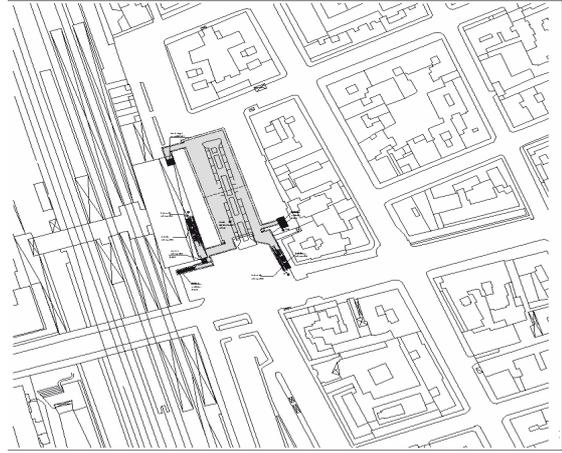
Studio d'Impatto Ambientale

STAZIONE ARCHIMEDE

OPERA		CANTIERE							COSTRUZIONE					ESERCIZIO
		ACCESSO CANTIERE	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROVV.	RIPRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI	SCAVI	OPERE D'ARTE	VIABILITA' PROVV.	MOV.TERRA	APPROVVIGIONAMENTI	
AMBIENTE														
QUADRO DI RIF. AMBIENTALE	ARIA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	INQUINAMENTO ACUSTICO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROGEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	GEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N	N
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	-T
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po
PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N
	USO DEL SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	AMBIENTE CULTURALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	-T
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	Po	Po	Po	Po	Po
	RIFIUTI	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P
	VIABILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	ACCESSIBILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	STATO EDIFICI	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T



STAZIONE NOTARBARTOLO



POZZO 8



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

STAZIONE NOTARBARTOLO

OPERA		CANTIERE							COSTRUZIONE						
		ACCESSO CANTIERE	CANTIERE	SCAVI	MOV.TERRA	VIABILITA' PROVV.	RIPRISTINI	APPROVVIGIONAMENTI	SCAVI	OPERE D'ARTE	VIABILITA' PROVV.	MOV.TERRA	APPROVVIGIONAMENTI	ESERCIZIO	
AMBIENTE															
QUADRO DI RIF. AMBIENTALE	ARIA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	CLIMA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	INQUINAMENTO ACUSTICO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROLOGIA SUPERFICIALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	IDROGEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	GEOLOGIA	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N
	FLORA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	VEGETAZIONE	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	FAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	AVIFAUNA	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
QUADRO DI RIF. PROGRAMMATICO	Piano dei Trasporti R.S.	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	Piano Paesaggistico	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	-T	
	Siti Natura 2000	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	Piano Strat.co Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	PSES Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	PTP Provincia	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	Piano Strat.co Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	PRG Comune	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	P.S. Mobilità sostenibile	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	PGTU Palermo	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
QUADRO DI RIF. ANTROPICO	PAESAGGIO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	N	N	
	USO DEL SUOLO	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-P	-P	-P	-P	-P	-P	
	AMBIENTE CULTURALE	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N	N	N	N	N	-T	
	AMBIENTE SOCIO-ECON.	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po	Po	Po	Po	Po	Po	
	RIFIUTI	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	-P	
	VIABILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	TURISMO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Po
	ACCESSIBILITA'	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	Po
	STATO EDIFICI	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	-T	N

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Per quanto attiene alla realizzazione delle Stazioni e dei Pozzi, ad eccezione della Stazione Notarbartolo, soprattutto per quanto attiene ai progetti suolo (uscite, coperture, impianti di aerazione, ecc.) le azioni generano significativi impatti, seppure di carattere temporaneo, con le componenti riferite al paesaggio e all'architettura, trattandosi di manufatti che insistono in aree e tessuti storici e di pregio.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

9. Indagini, misure e azioni precauzionali. Linee guida per il monitoraggio e per l'integrazione delle performance ambientali.

Già nel contesto dello Studio di Prefattibilità Ambientale, redatto dallo scrivente, si è svolta l'analisi sul rumore e le vibrazioni ante-operam e si sono forniti elementi per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale dell'intervento; inoltre si prescrivevano azioni e misure da integrare in fase di attuazione del Progetto, che si ritengono valide anche a valle dello Studio di Impatto Ambientale.

Ad integrazione delle analisi e delle azioni di monitoraggio intraprese nel Progetto preliminare, sarà necessario concentrare l'attenzione sulle componenti più sensibili – in fase ante-operam e post-operam su:

- Qualità dell'aria;
- Rumore e vibrazioni;
- Statica e sicurezza negli edifici;
- archeologia e reperti;
- qualità del paesaggio urbano (attraverso le modalità individuate: concorsi di progettazione, ecc.)

In riferimento alla qualità dell'aria, si può ancora fare riferimento alle analisi di AMIA e di ARPA Sicilia, ma dovrà essere redatto un primo rapporto a un anno dalla realizzazione della prima tratta.

Il monitoraggio della statica e della sicurezza degli edifici dovrà essere condotta “in operam” e “post operam” con le stesse metodiche delle indagini già rese in sede di Progetto Preliminare.

Dovrà essere previsto, all'interno del Piano di Monitoraggio Ambientale, il complesso delle indagini non invasive volte alla verifica delle presistenze potenzialmente rinvenibili, individuate nel contesto delle indagini geologiche.

Per quanto attiene alle componenti rumore e vibrazione, e alle azioni di monitoraggio che dovranno intraprendersi nei successivi livelli di progettazione e gestione, si riporta l'analisi citata.

Il team tecnico impegnato allo sviluppo dello studio è costituito da tecnici competenti in acustica iscritti nell'apposito elenco dell'Assessorato Territorio Ambiente Regione Sicilia, con una qualificata esperienza nel campo acustico ambientale.

Lo studio è stato eseguito sulla scorta di indagini fonometriche preliminari avente come obiettivo la valutazione della reale situazione dei luoghi ante operam.

9.1 Generalità

In sintesi gli scopi dello studio saranno di:

- fornire, attraverso un'analisi multisettoriale, indicazioni oggettive per la valutazione dell'inserimento ambientale;
- fornire un contributo progettuale alla messa a punto del tracciato definitivo, ed al progetto, attraverso indicazioni valutative e propositive.

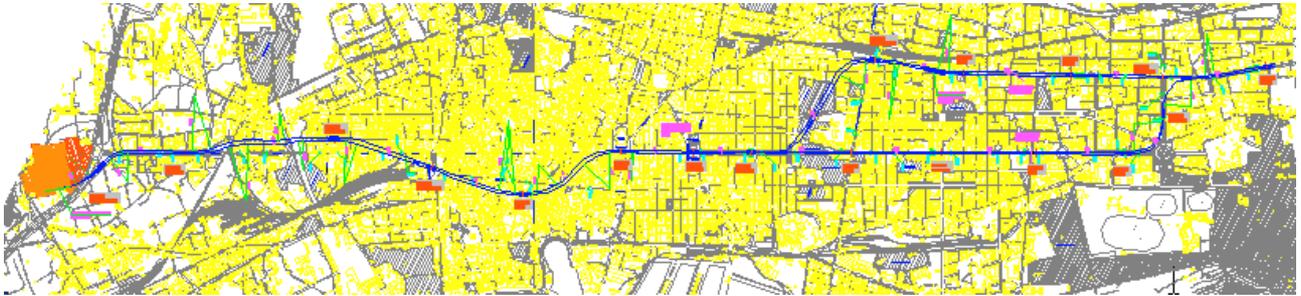
Verranno considerate l'analisi del territorio interessato dalla metropolitana, la fase di costruzione ed



infine la condizione ad opera ultimata (fase di esercizio e gestione).

9.2 Localizzazione

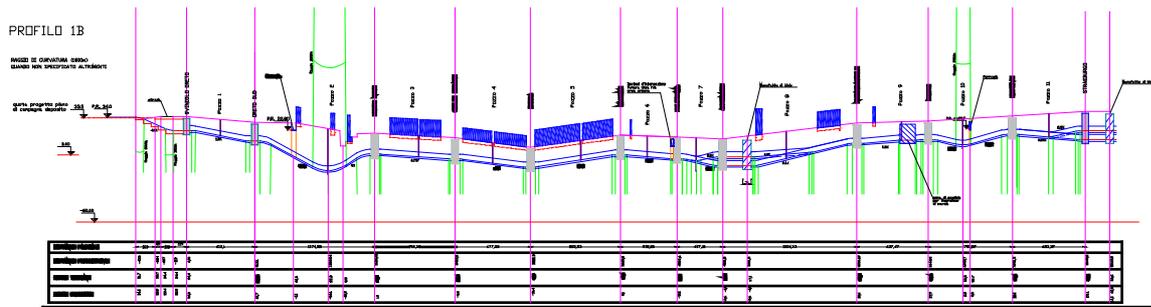
Il progetto é ubicato in un sito ad alta densità di urbanizzazione (vedasi planimetria).



Planimetria di progetto

La definizione dell'andamento geometrico dell'asse comporta la progettazione sia dell'andamento altimetrico che di quello planimetrico. I criteri seguiti nella scelta degli elementi geometrici e della piattaforma tengono conto delle normativa di riferimento in materia.

La quasi totalità dell'opera sarà in galleria (vedasi profilo longitudinale) ad eccezione del tratto iniziale di collegamento al deposito.



	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

9.3 Obiettivi dello studio

Obiettivi dello studio sono:

- determinare il clima acustico delle aree interessate dall'opera nello scenario attuale (ante-operam);
- stimare il clima acustico e le vibrazioni generati durante la fase di realizzazione (cantiere);
- stimare sinteticamente l'impatto acustico e le vibrazioni ad opera ultimata (post-operam) per le seguenti ipotesi:

VAL (rotaia gommata);

ANSALDO (rotaia leggera).

Infine, vengono indicate alcune soluzioni atte al miglioramento del clima acustico ed al contenimento della propagazione delle vibrazioni nel rispetto della normativa vigente.

9.4 Normativa ed obiettivi acustici

Il rumore della circolazione su rotaia si manifesta sistematicamente nel corso delle 24 h..

La misura istantanea (al passaggio di un convoglio), non é sufficiente per caratterizzare il livello di esposizione della popolazione interessata. Alcune ricerche e studi effettuati in questi ultimi venti anni in diversi paesi hanno mostrato che l'indicatore più rappresentativo degli effetti del rumore sull'uomo ed in particolare, del disturbo proveniente dal rumore da traffico veicolare (ferroviario e stradale), é la somma dell'energia sonora ricevuta dall'individuo. Questo somma é tradotta attraverso il livello energetico equivalente ponderato A indicato con LAeq. In Italia, per il calcolo dell'LAeq, sono stati adottati come riferimento i periodi diurno (6,00 – 22,00) e notturno (22,00 – 6,00).

Gli indici di normativa sono denominati LAeq(6h-22h) ed LAeq(22h-6h). Essi corrispondono alla media dell'energia cumulata nei rispettivi periodi per l'insieme dei rumori osservati.

Per l'inquinamento acustico in Italia sono vigenti molteplici disposizioni legislative di cui si ricordano le più importanti:

- DPCM 1° marzo 1991, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", recepito dalla Regione Sicilia con circolare Assessorato Ambiente e Territorio n°52126 del 20/08/1991;
- Legge 26 ottobre 1995, n.447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- DM Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- DPCM 14 novembre 1997, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.Lgs 19 agosto 2005, n. 194 (Attuazione della direttiva 2002/49/Ce relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale).

Nel marzo del 1991 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 57 del 8/3/1991 il Decreto del

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Presidente del Consiglio dei Ministri 1° Marzo 1991, riguardante i "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"; tale DPCM definisce i limiti massimi ammissibili di esposizione al rumore e fissa metodologie standard di misura. Il decreto stabilisce la suddivisione del territorio comunale in sei zone di diversa rumorosità, i Comuni avrebbero dovuto eseguire entro un certo tempo tale suddivisione. L'art. 6 del suddetto DPCM stabilisce che, nelle more di tale suddivisione, si applicano i limiti di accettabilità di cui al suddetto articolo:

Zonizzazione	Limite diurno Leq(A)	Limite notturno Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (decreto ministeriale n.1444/68)	65	55
Zona B (decreto ministeriale n.1444/68)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Sono considerate zone territoriali omogenee ai sensi dell'art. 17 della legge 6 agosto 1967, n. 765:

A) le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestivo carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche degli agglomerati stessi;

B) le parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A): si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità fondiaria territoriale sia superiore a 1,5 mc/mq;

Più di recente, è stata emanata, la prima Legge in materia di inquinamento acustico e precisamente la "Legge Quadro sull'inquinamento acustico" n.447 del 26 ottobre 1995 che prevede l'emanazione di ben quattordici decreti attuativi tematici.

Nel novembre del 1997 è stato pubblicato il DPCM 14 novembre 1997 che stabilisce i detti valori limite e soprattutto: i valori limite differenziali, i valori limite di emissione, i valori limite assoluti di immissione, i valori di qualità ed i valori di attenzione.

Lo stesso DPCM all'art. 8 comma 1. recita:

(...) in attesa che i comuni provvedano agli adempimenti previsti dall'art.6 comma 1, lettera a), della legge n°447/95, si applicano i limiti di cui all'art.6 del DPCM 1° marzo 1991.

In mancanza della Zonizzazione acustica del Comune di Palermo si applicano per le sorgenti sonore fisse, i limiti di accettabilità di cui all'art. 6 del DPCM 1° marzo 1991, nonché il criterio differenziale.

I sopra citati decreti prescrive che i comuni provvedano a classificare il proprio territorio secondo zone acusticamente omogenee indicate come segue:

- *I aree particolarmente protette;*
- *II aree prevalentemente residenziali;*
- *III aree di tipo misto*
- *IV aree di intensa attività umana*
- *V aree prevalentemente industriali*
- *VI aree esclusivamente industriali.*

Sono stati previsti inoltre dei valori limite di emissione, valori limite assoluti di immissione e dei valori di qualità indicati rispettivamente nelle seguenti tabelle 1, 2, 3.

Precisato che la giornata viene ovunque divisa in due periodi definiti diurno tra le ore 6.00 e le 22.00 e notturno per le restanti ore, le tabelle seguenti riportano i valori massimi di rumorosità ammessi nei due periodi della giornata per ciascuna zona omogenea.

ZONA	I	II	III	IV	V	VI
Periodo diurno	45	50	55	60	65	65
Periodo notturno	35	40	45	50	55	65

Tab. 1 Valori limite di emissione per ciascuna zona omogenea - Leq in dB(A)

ZONA	I	II	III	IV	V	VI
Periodo diurno	50	55	60	65	70	70
Periodo notturno	40	45	50	55	60	70

Tab. 2 Valori limite assoluti di immissione per le zone omogenee - Leq in dB(A)

ZONA	I	II	III	IV	V	VI
Periodo diurno	47	52	57	62	67	70
Periodo notturno	37	42	47	52	57	70

Tab. 3 Valori di qualità per ciascuna zona omogenea - Leq in dB(A)

Inoltre il DPCM 14/11/1997 prevede per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, ecc. che i limiti di cui alla tabella 2 non si applichino all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi.

Dlgs 19 agosto 2005, n. 194 (Attuazione della direttiva 2002/49/Ce relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale).

Il decreto, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale, compreso il fastidio, definisce le competenze e le procedure per:

- l'elaborazione della mappatura acustica e delle mappe acustiche strategiche;
- l'elaborazione e l'adozione dei piani di azione di cui all'articolo 4, volti ad evitare e a ridurre il rumore ambientale laddove necessario, in particolare, quando i livelli di esposizione possono avere effetti nocivi per la salute umana, nonché ad evitare aumenti del rumore nelle zone silenziose;
- assicurare l'informazione e la partecipazione del pubblico in merito al rumore ambientale ed

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

ai relativi effetti.

Si intende per "asse ferroviario principale": una infrastruttura ferroviaria su cui transitano ogni anno più di 30.000 treni.

Si definiscono inoltre:

- "Lden (livello giorno-sera-notte)": il descrittore acustico relativo all'intera giornata;
- "Lday (livello giorno)": il descrittore acustico relativo al periodo dalle 06:00 alle 20:00;
- "Levening (livello sera)": il descrittore acustico relativo al periodo dalle 20:00 alle 22:00;
- "Lnight (livello notte)": il descrittore acustico relativo al periodo dalle 22.00 alle 06.00;
- "mappatura acustica": la rappresentazione di dati relativi a una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona;
- "mappa acustica strategica": una mappa finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona a causa di varie sorgenti di rumore ovvero alla definizione di previsioni generali per tale zona.

9.5 *Legislazione acustica specifica concernente il rumore ferroviario*

Il rumore stradale e ferroviario è oggetto di specifici regolamenti di disciplina, previsti dall'art. 11 della legge 447, tra i quali è stato emanato sotto forma di Decreto del Presidente della Repubblica n. 459 del 18 novembre 1998 il "*Regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario*".

Tale decreto stabilisce le norme per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento da rumore avente origine dall'esercizio delle infrastrutture delle ferrovie e delle linee metropolitane di superficie, con esclusione delle tramvie e delle funicolari. Le sue disposizioni si applicano alle infrastrutture esistenti ed a quelle di nuova realizzazione, intendendo per infrastruttura l'insieme di materiale rotabile, binari, stazioni, scali, parchi, piazzali e sottostazioni elettriche.

Il Regolamento di disciplina prevede delle fasce fiancheggianti le infrastrutture, dette "*fasce di pertinenza*", di ampiezza variabile a seconda che la velocità di progetto sia inferiore o superiore ai 200 Km/h, misurate a partire dalla mezzzeria dei binari e per ciascun lato, riportate nella tabella seguente.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

<i>Tabella 4- Fasce di pertinenza</i>			
	Infrastrutture Esistenti	Infrastrutture nuove	
		Velocità _p ≤ 200 Km/h	Velocità _p > 200 Km/h
Fascia A	100 m	100 m	250 m
Fascia B	150 m	150 m	

Per tali fasce di pertinenza vengono stabiliti dei valori limite di immissione, riferiti alla sola rumorosità prodotta dal traffico sull'infrastruttura medesima. Tali valori limite sono differenziati, oltre che secondo le categorie sopra citate, anche per periodo diurno o notturno, e per infrastruttura in esercizio o di nuova costruzione, come riportato in tabella:

<i>Tabella 5 - Limiti di L_{Aeq} in dBA</i>					
Recettori	Infrastrutture nuove con velocità > 200 Km/h			Infrastrutture esistenti o nuove con velocità ≤ 200 Km/h	
	Giorno	Notte		Giorno	Notte
Scuole, ospedali, ecc...	50 dB(A)	40 dB(A)		50 dB(A)	40 dB(A)
Altri Recettori	65 Db(A)	55 dB(A)	Fascia A	70 dB(A)	60 dB(A)
			Fascia B	65 dB(A)	55 dB(A)

Il decreto prevede anche i valori limite di emissione L_{Amax} del materiale rotabile di nuova costruzione, riportati negli allegati A e B del decreto medesimo.

Le fasce di pertinenza, in base a tale decreto, non sono elementi della zonizzazione acustica del territorio, ma si sovrappongono semplicemente ad essa, venendo a costituire in pratica delle "fasce di esenzione" relative alla sola rumorosità prodotta dal traffico ferroviario, rispetto al limite di zona locale, che dovrà invece essere rispettato dall'insieme di tutte le altre sorgenti che interessano detta zona.

Pertanto, andando al di là della esigenza di considerare le distanze minime a protezione delle infrastrutture ferroviarie, come individuate nel D.P.R. 753/80, è evidente la volontà del legislatore di sottolineare il ruolo di fondamentale importanza delle infrastrutture di trasporto, riconoscendo di fatto delle "fasce di esenzione" per il solo rumore da esse prodotto e vincolando la zonizzazione comunale nelle zone confinanti con tali fasce dalla zona IV o superiore.

Lo standard europeo prEN ISO 3095 aprile 1999 ha dettato una metodologia di misura differente ed un differente approccio. Molto rilevante è proprio il confronto che può effettuarsi tra le due metodologie di misura, che si differenziano principalmente per la caratterizzazione del rumore: mentre la normativa italiana, come sopra visto, si occupa del rumore immesso dalla infrastruttura ferroviaria all'interno delle fasce di pertinenza, di contro la normativa europea affronta il problema



dal punto di vista del rumore emesso, distinguendo il contributo del materiale rotabile da quello della sola sovrastruttura, in vista della possibilità di una futura separazione delle competenze.

Tale normativa, basata sull'indagine sperimentale, tiene in considerazione soltanto il rumore emesso. Essa prevede una serie norme di esecuzione per la misura del rumore in campo libero in diverse condizioni di esercizio.

Recenti Direttive del Parlamento europeo hanno fornito indicazioni sulla determinazione e gestione del rumore ambientale. Il fine è la lotta contro il rumore cui sono esposte le persone nelle zone edificate, nei parchi pubblici o in altre zone silenziose degli agglomerati, nelle zone silenziose in aperta campagna, nei pressi delle scuole, degli ospedali e di altri edifici e zone particolarmente sensibili al rumore. Non si applicano al rumore generato dalla persona esposta stessa, dalle attività domestiche o dal vicinato, né al rumore sul posto di lavoro o a bordo dei mezzi di trasporto o dovuto ad attività militari svolte nelle zone militari.

Lden è il descrittore acustico giorno-sera-notte usato per qualificare il disturbo legato all'esposizione al rumore, Lnight è il descrittore acustico notturno relativo ai disturbi del sonno. I descrittori acustici Lden e Lnight servono ad elaborare le mappe acustiche strategiche. Si possono usare altri descrittori per la pianificazione e la delimitazione delle zone acustiche e in casi specifici. La Commissione stabilirà metodi di valutazione comuni per la determinazione di Lden e Lnight. Gli Stati membri dovranno trasmettere alla Commissione informazioni sui valori limite pertinenti, espressi in Lden o Lnight, in vigore o in preparazione e, se del caso, espressi in Lday e in Levening, per il rumore del traffico stradale, aereo, ferroviario e per il rumore nei siti industriali.

Una mappa acustica strategica permette la determinazione globale dell'esposizione al rumore in una zona esposta a varie sorgenti di rumore e la definizione di previsioni generali per questa zona.

Gli Stati membri devono notificare alla Commissione gli assi stradali principali su cui transitano più di 6 milioni di veicoli l'anno, gli assi ferroviari principali su cui transitano più di 60.000 convogli l'anno, gli aeroporti principali e gli agglomerati urbani con più di 250.000 abitanti situati nel loro territorio. Le mappe acustiche sono riesaminate e, se necessario, rielaborate ogni cinque anni.

I piani di azione mirano a gestire i problemi di inquinamento acustico e i relativi effetti, compresa, se necessario, la sua riduzione. Le misure dei piani di azione sono lasciate a discrezione delle autorità competenti, ma devono corrispondere alle priorità che possono derivare dal superamento dei valori limite pertinenti o di altri criteri scelti dagli Stati membri e sono applicate in particolare alle zone più importanti determinate dalla mappatura strategica.

Devono essere elaborati i piani di azione per gli assi stradali principali su cui transitano più di 6 milioni di veicoli l'anno, gli assi ferroviari principali su cui transitano più di 60.000 convogli l'anno, gli aeroporti principali e gli agglomerati urbani con più di 250.000 abitanti.

I piani di azione sono rielaborati ogni qualvolta sviluppi sostanziali si ripercuotono sulla situazione acustica esistente e, in ogni caso, ogni cinque anni.

Gli Stati membri devono provvedere affinché sia realizzata una consultazione pubblica e i suoi risultati siano esaminati, prima dell'adozione dei piani d'azione.

Gli Stati membri provvedono affinché le mappe acustiche strategiche ed i piani di azione siano resi accessibili al pubblico.



9.6 Riferimenti normativi sulle vibrazioni

Le vibrazioni possono essere causa di disturbo a persone, edifici, apparecchiature sensibili.

I metodi di valutazione del disturbo alle persone negli edifici sono definiti dalle norme ISO 2631 e UNI 9614. Per quanto concerne gli edifici, il riferimento normativo è costituito dalla ISO 4866 e dalla UNI 9916. Per le attrezzature sensibili la norma cui riferirsi è la ISO 8569 inoltre devono essere ricordate anche le seguenti.

La norma UNI 9513 (1989) il cui titolo è “Vibrazioni ed urti. Vocabolario...” definisce i termini relativi alle vibrazioni ed agli urti.

La norma UNI ENV 28041 (1994) il cui titolo è “Risposta degli individui alle vibrazioni. Strumenti di misurazione...” è la versione in lingua italiana della norma europea EN 28041 (edizione febbraio 1993) che recepisce il testo della norma internazionale ISO 8041.

La norma UNI ISO 14964 (2001) il cui titolo è “Vibrazioni meccaniche ed urti. Vibrazioni di strutture fisse...” è complementare alla serie ISO 9000.

Da una corretta valutazione delle vibrazioni nelle strutture fisse dipende l’adeguatezza delle stesse a rispondere alle esigenze di comfort e di sicurezza delle persone.

La norma UNI ISO 5347 (1993) il cui titolo è “Metodi per la taratura di trasduttori di urti e vibrazioni. Concetti di base...” è la versione in lingua italiana della norma internazionale ISO 5347. Descrive metodi di taratura di trasduttori di urti e di vibrazioni. Sono inoltre descritti metodi di confronto per la taratura a vibrazioni e urti.

La norma UNI ISO 5348 (1992) il cui titolo è “Vibrazioni meccaniche ed urti. Montaggio meccanico degli accelerometri...” è la versione in lingua italiana della norma ISO 5348 (edizione dicembre 1987). Descrive le caratteristiche di montaggio degli accelerometri che devono essere specificate dal fabbricante e fa raccomandazioni all’utente su come montare gli accelerometri.

La norma UNI ISO 5805 (1989) il cui titolo è “Vibrazioni meccaniche ed urti riguardanti l’uomo. Vocabolario...” è la versione in lingua italiana della norma ISO 5805 (edizione ottobre 1981). Definisce i termini relativi all’esposizione di persone alle vibrazioni ed agli urti meccanici.

La norma UNI ISO 8727 (1999) il cui titolo è “Vibrazioni meccaniche ed urti. Esposizione dell’uomo. Sistemi di coordinate biodinamiche...” è la versione italiana della norma internazionale ISO 8727 (edizione agosto 1997). La norma specifica i sistemi di coordinate anatomiche per le misurazioni a scopo di riferimento nello sviluppo di norme analoghe e per descrivere più precisamente l’esposizione dell’uomo alle vibrazioni meccaniche ed agli urti.

Norma UNI 9614 misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo

Oltre a cause naturali (fenomeni sismici, vento), le vibrazioni negli edifici possono essere legate ad attività umane quali il traffico di veicoli su gomma e su rotaia, i lavori stradali ed edili. Tali vibrazioni possono costituire una fonte di disturbo per le persone esposte e possono ridurre il loro benessere.

Le vibrazioni immesse in un edificio possono essere definite:

- di livello costante, quando il livello dell’accelerazione complessiva ponderata in frequenza rilevato mediante costante di tempo slow (1 secondo) varia nel tempo in un intervallo di ampiezza

inferiore a 5 dB;

- di livello non costante, quando il livello suddetto varia in un intervallo di ampiezza superiore a 5 dB;
- impulsive, quando sono causate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

I locali o gli edifici in cui vengono immesse le vibrazioni vengono classificati a seconda della loro destinazione d'uso in:

- aree critiche;
- abitazioni;
- uffici;
- fabbriche.

Per aree critiche si intendono le camere operatorie ospedaliere, i laboratori, etc....

La soglia di percezione delle vibrazioni si pone pari a $5 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$ (74 dB) per l'asse Z e pari a $3,6 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$ (71 dB) per gli assi X e Y (valori di accelerazione ponderata in frequenza).

I metodi di valutazione del disturbo riportati non tengono conto del fatto che le vibrazioni di frequenza superiore a 20 Hz possono generare rumore e possono accrescere quindi il disturbo prodotto.

Per la valutazione del disturbo associato alle vibrazioni di livello costante, i valori delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza o i corrispondenti livelli più elevati riscontrati sui 3 assi, possono essere confrontati con i limiti riportati nei prospetti 1° e 2.

PROSPETTO 1°- VALORI E LIVELLI LIMITE DELLE ACCELERAZIONI COMPLESSIVE PONDERATE IN FREQUENZA VALIDI PER L'ASSE Z

	a (m/s ²)	L (dB)
aree critiche	5×10^{-3}	74
abitazioni (notte)	7×10^{-3}	77
abitazione (giorno)	10×10^{-3}	80
uffici	20×10^{-3}	86
fabbriche	40×10^{-3}	92



PROSPETTO 2°- VALORI E LIVELLI LIMITE DELLE ACCELERAZIONI COMPLESSIVE PONDERATE IN FREQUENZA VALIDI PER GLI ASSI X E Y

	a (m/s ²)	L (dB)
aree critiche	3,6 x 10 ⁻³	71
abitazioni (notte)	5 x 10 ⁻³	74
abitazione (giorno)	7,2 x 10 ⁻³	77
uffici	14,4 x 10 ⁻³	83
fabbriche	28,8 x 10 ⁻³	89

Per la valutazione del disturbo delle vibrazioni di livello non costante, i valori della accelerazione equivalente ponderata in frequenza o i corrispondenti livelli possono essere confrontati con i limiti riportati nei prospetti 1° e 2°.

PROSPETTO 3°- VALORI LIMITE DELLE ACCELERAZIONI COMPLESSIVE PONDERATE IN FREQUENZA VALIDI PER LE VIBRAZIONI IMPULSIVE

	asse Z (m/s ²)	assi X e Y (m/s ²)
aree critiche	5 x 10 ⁻³	3,6 x 10 ⁻³
abitazioni (notte)	7 x 10 ⁻³	5 x 10 ⁻³
abitazione (giorno)	0,30	0,22
uffici	0,64	0,46
fabbriche	0,64	0,46

9.7 *Valutazione delle vibrazioni prodotte dai veicoli ferroviari*

Nel caso di vibrazioni prodotte da veicoli ferroviari ed immesse nelle abitazioni, i risultati di alcune sperimentazioni indicano come riferimento i valori 30,0 x 10⁻³ m/s² (asse Z) e 21,6 x 10⁻³ m/s² (assi X e Y).

Obbiettivi acustici per lo scenario di esercizio



In attesa che il Comune di Palermo suddivida in zone il territorio Comunale, sulla base delle caratteristiche generali delle aree in cui sono ubicate le stazioni, i pozzi ed il deposito e di quanto previsto dai criteri di zonizzazione acustica e dai decreti sulle infrastrutture dei trasporti, si può ritenere che il valore limite assoluto di immissione del rumore ambientale all'esterno rispettivamente nel periodo diurno (h 06.00-22.00) e nel periodo notturno (h 22.00-06.00), è:

$$L_d = Leq(A) = 65 \text{ dB(A)}$$

$$L_n = Leq(A) = 55 \text{ dB(A)}$$

Obbiettivi acustici per la fase di costruzione

Per quanto concerne la fase di costruzione, qualunque sia lo stato di zonizzazione e quindi qualunque sia il limite da rispettare, ogni cantiere temporaneo e mobile che preveda l'esecuzione di opere di scavo, demolizioni e simili, immette nell'ambiente circostante livelli di rumore che non consentono il rispetto dei valori di normativa. L'impresa, prima dell'inizio del cantiere (almeno un mese prima dell'effettiva apertura del cantiere o dell'inizio delle attività rumorose), deve provvedere ad inoltrare al comune la documentazione prevista, che comprende almeno:

- due planimetrie, una con l'individuazione del cantiere, con particolare riferimento all'individuazione dell'area di zonizzazione e dei limiti di normativa, nonché alle attività e fabbricati circostanti, l'altra con il posizionamento, all'interno del cantiere delle macchine o attività rumorose;
- una relazione fonometrica contenente i dati fonometrici (misurati direttamente o desunti dai libretti delle macchine) relativi alle macchine e agli impianti utilizzati;
- una relazione contenente la descrizione delle attività rumorose svolte e dei tempi presumibili di effettuazione e di durata delle stesse;
- una relazione di un tecnico competente in acustica ambientale, che valuti con simulazioni acustiche misure e metodi previsionali le immissioni nelle aree esterne di cantiere e negli ambienti abitativi e non.

Il mancato ottenimento dell'autorizzazione - che di solito ha durata di un anno, salvo richiesta motivata di proroga, è sanzionato ai sensi dell'art. 0 della L. 447/95.

Il cantiere deve rispettare la normativa nazionale sui limiti di esposizione dei lavoratori (D.L. 277 del 15.08.1991); pertanto è preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori adiacenti alle aree di cantiere.

10. Scenario attuale *ante operam*

La situazione acustica attuale dovrebbe essere analizzata sia attraverso una campagna di rilievo (di rumore e di traffico) effettuata in prossimità delle aree interessate dal tracciato, sia attraverso una prima simulazione, condotta con un modello acustico, della rumorosità prodotta, nell'area d'intervento, dai flussi veicolari rilevati.

Per lo scenario attuale il committente dovrebbe fornire almeno i dati concernenti due ipotesi di traffico:



- ⇒ traffico medio diurno
- ⇒ traffico medio notturno.

In assenza di una campagna di indagine sperimentale approntata per lo studio in questione, si può fare riferimento ad indagini e simulazioni eseguite negli anni 2000-2005 dal prof. S. Barbaro e dall'ing. R. Caracausi.

Indagini Fonometriche

Le indagini condotte, i cui risultati sono omessi dal presente rapporto, sono state utilizzate per la taratura dei modelli di simulazione e per la creazione di una banca dati dell'area metropolitana di Palermo.

Le indagini sono state eseguite in diverse postazioni collocate in modo utile all'effettuazione delle operazioni di taratura del modello.

L'esecuzione delle misure è stata eseguita in giorni aventi condizioni atmosferiche buone o al più medie. Sono state assolutamente evitate: condizioni avverse (pioggia, vento con velocità maggiore di 5 m/s, ecc.) e condizioni anomale (vicinanza a superfici riflettenti, posizioni schermate da corpi estranei, situazioni disturbate da sorgenti sonore indesiderate, superfici stradali bagnate ecc.). Inoltre sia all'inizio che alla fine di ogni misura è stata effettuata la calibrazione dei fonometri anch'essi a norma.

Le misure acustiche sono effettuate usando Fonometri analizzatori di Classe I in real time con acquisizione ogni 100 ms (ponderazioni A, B, C, Z in parallelo) dotati di unità di memorizzazione dei dati rilevati.

Per l'acquisizione dei dati, è stata scelta una cadenza di lettura ad intervalli regolari che tenesse conto del fenomeno rumoroso misurato, nonché dei tempi, delle scansioni e delle caratteristiche acustiche dei tronchi stradali considerati, avendo cura di annotare, per ciascuno di essi, tutti gli avvenimenti atipici che si manifestavano.

11. Sintesi dei rilievi

Dai dati rilevati emerge che per le abitazioni prossime alla futura linea metropolitana il livello ambientale diurno in facciata oscilla in un range compreso tra 65 e 75 dB(A).

11.1 *Simulazioni acustiche*

La seconda fase relativa all'elaborazione dei dati rilevati durante la campagna di misure consiste nell'effettuazione di simulazioni acustiche mediante l'impiego di modelli di simulazione previa taratura degli stessi.

Nel valutare l'incidenza delle sorgenti sul livello acustico del sito è stata eseguita l'analisi preliminare dei parametri suscettibili di influire direttamente sul livello sonoro nell'ambiente esterno, al fine di utilizzarli nel modello di previsione del rumore.

L'aspetto Lay-out del sito è di fondamentale importanza per la utilizzazione del modello previsionale, in quanto l'individuazione di edifici o superfici schermanti e/o riflettenti consente di calcolare le attenuazioni o gli incrementi da essi prodotti.

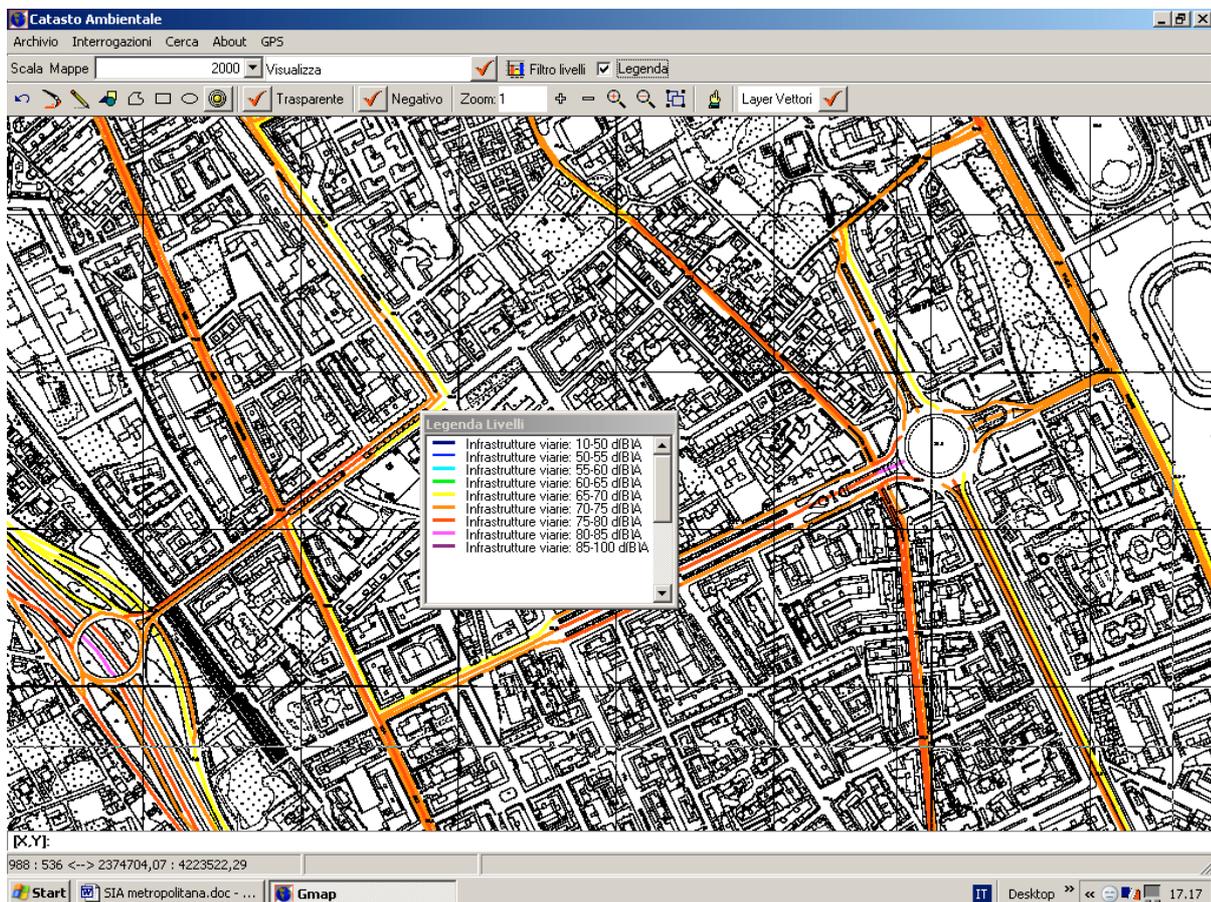


Con riferimento alle normative ISO, a partire dai dati di input, sono state calcolate le potenze sonore relative ai singoli tronchi stradali; quindi sulla base di tali potenze così calcolate si sono determinati i livelli sonori corrispondenti immessi nell'ambiente circostante.

La taratura del modello ha consentito di pervenire ad una convergenza fra il dato misurato e quello simulato.

La consonanza tra i dati rilevati e quelli simulati ha fornito la validazione del modello stesso, e nel contempo ci ha dotati di un supporto adeguato per una coerente esecuzione di tutte le possibili simulazioni, dalle quali trarre poi spunto per l'individuazione degli interventi di mitigazione più opportuni.

I livelli di rumore in tutte le aree attraversate dalla infrastruttura risultano particolarmente elevati a titolo di esempio in figura si riporta mappa estrapolata dal Sistema Informativo Territoriale messo a punto dall'ing. R. Caracausi concernente il catasto acustico delle infrastrutture dei trasporti della città di Palermo.



Catasto acustico delle infrastrutture dei trasporti:

livelli diurni in dB(A) per la zona Stadio

Nella figura precedente sono mostrati livelli generati dalle infrastrutture stradali in una delle zone attraversate dalla futura metropolitana. I livelli L_{Aeq} calcolati sono dei *livelli in facciata*.



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

Nella figura seguente è riportato uno stralcio del catasto acustico degli edifici di Palermo con indicati i livelli misurati e/o calcolati sulle facciate della zona portuale (via F. Crispi). Le facciate sono colorate in funzione dei livelli con una scala cromatica coincidente con quella dell'esempio precedente.

Catasto acustico delle edifici della città di Palermo:

livelli diurni in dB(A) per la zona portuale.

In figura seguente sono visualizzati i livelli di rumore (calcolati sempre in facciata) delle principali arterie viarie di Palermo estrapolate dal sistema informativo territoriale. **Errore. Il segnalibro non è definito.**

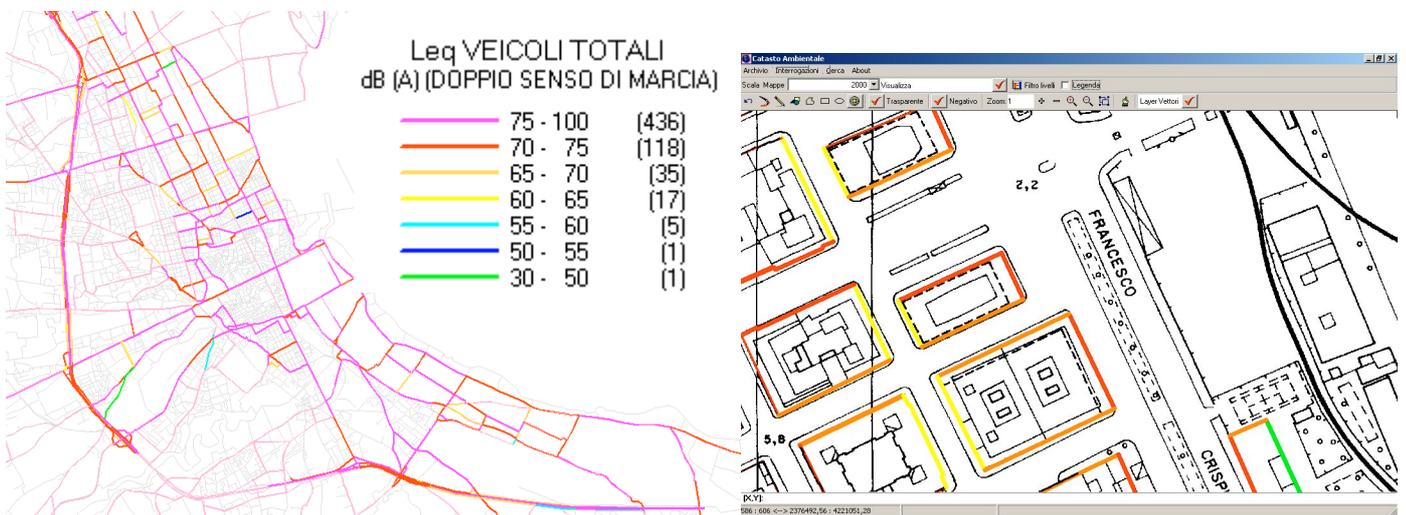
Le formule di calcolo sono tratte dalla "Guide du Bruit des Transports Terrestres - (CETUR, 1980).

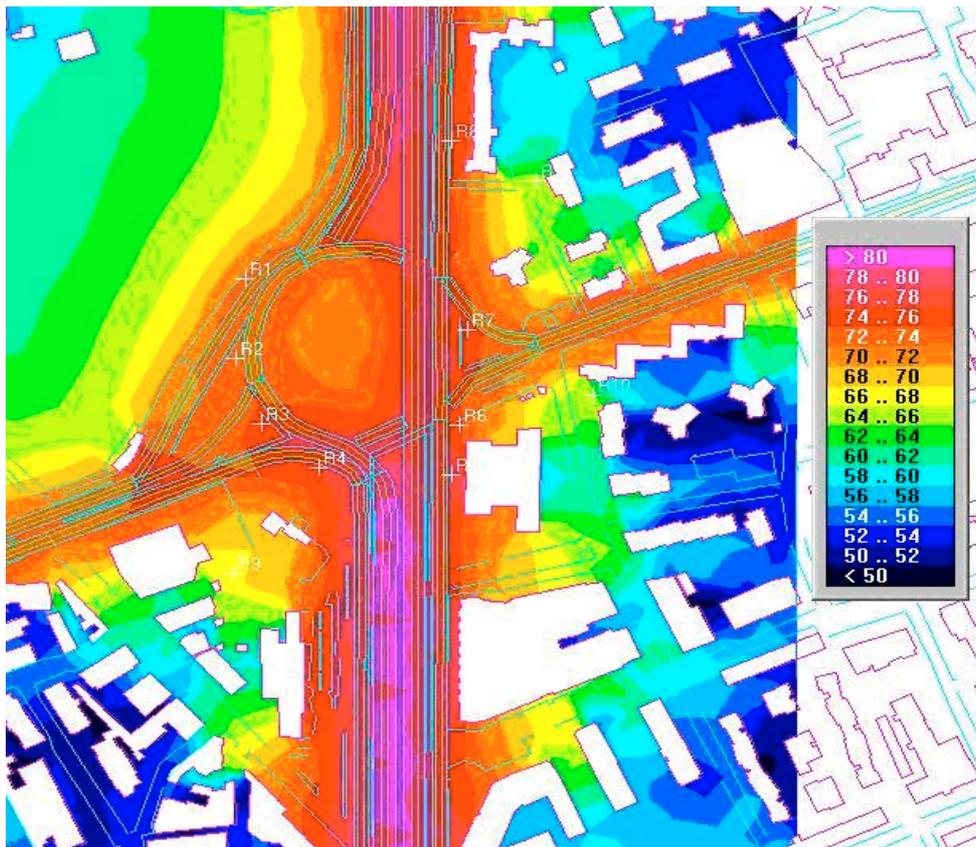
Il calcolo dei livelli sonori LAeq (6,00 – 22,00 h) ed (22,00 – 6,00) viene effettuato a partire dai flussi di traffico orari rappresentativi rispettivamente del periodo diurno e del periodo notturno.

Considerando che il tratto fuori terra della metropolitana sarà ubicato in prossimità dello svincolo di via Oreto, per la valutazione del clima acustico ante operam può essere utilizzata la metodologia della comparazione per analogia.

Uno svincolo avente flussi veicolari ed orografia comparabili con quelli di via Oreto è quello di via Leonardo da Vinci (prima che venisse realizzato il sottopassaggio).

In figura seguente sono riportati i livelli calcolati in corrispondenza dello svincolo di via Leonardo da Vinci. Si fa riferimento allo scenario ante operam in quanto lo svincolo era ancora a raso in analogia a quello odierno di via Oreto.





Livelli di rumore in dB(A) per il periodo diurno simulati in corrispondenza dello svincolo di via Leonardo da Vinci

Dall'esame di dati riportati si può notare nella zona ubicata all'estremità della futura metropolitana i livelli risultano molto elevati (70÷75 dB(A)). Si precisa che tali livelli si presentano quasi sistematicamente lungo tutta la fascia attraversata dalla futura linea metropolitana e quindi anche in prossimità dei pozzi e delle stazioni.

Caratteri acustici e vibrazioni

L'interazione tra il progetto ed il territorio interessato dall'inquinamento acustico e dalle vibrazioni indotti dal transito dei convogli e dagli impianti di aerazione merita un particolare approfondimento. Per esprimere un giudizio complessivo sulla compatibilità ambientale riguardo al problema del rumore, si dovrebbero confrontare i risultati delle simulazioni con i valori limite previsti dalla vigente normativa in materia. Un qualsiasi discorso sulla compatibilità acustica di un progetto non può dunque prescindere dal sito sul quale il progetto stesso viene collocato. Nel valutare la situazione acustica futura si assume come quadro di riferimento futuro quello dato dalla situazione insediativa preesistente, modificata in accordo con i contenuti del programma di sviluppo urbano, e dallo scenario di traffico futuro sia stradale che metropolitano.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Rumore in superficie

Per una precisa valutazione dei livelli generati dalla futura infrastruttura e da quelle stradali esistenti, i committenti dovrebbero eseguire uno studio di settore concernente i flussi indotti sulla viabilità futura sia di superficie che della linea metropolitana. In particolare dovrebbero essere forniti i dati relativi al traffico veicolare sia stradale che dei convogli della metropolitana (velocità di impostazione, composizione e flusso di traffico attuali e previsti nel medio e lungo periodo). In assenza di tali dati si può fare riferimento a studi eseguiti dagli scriventi e dalla letteratura specifica in materia.

Considerando che:

- i flussi di traffico stradale, in seguito alla realizzazione dell'opera ed al ripristino alla viabilità sui tronchi stradali interessati dal cantiere, saranno uguali od anche inferiori a quelli precedenti;
- la futura metropolitana nei brevi tratti in cui si troverà fuoriterra ed all'uscita dei tunnel non solo genererà livelli di 10 dB(A) inferiori rispetto ai livelli di rumore generati dalle infrastrutture stradali ma anche potrà contribuire ad una riduzione del traffico veicolare e quindi anche dei livelli di rumore e delle vibrazioni generate dai mezzi pesanti,

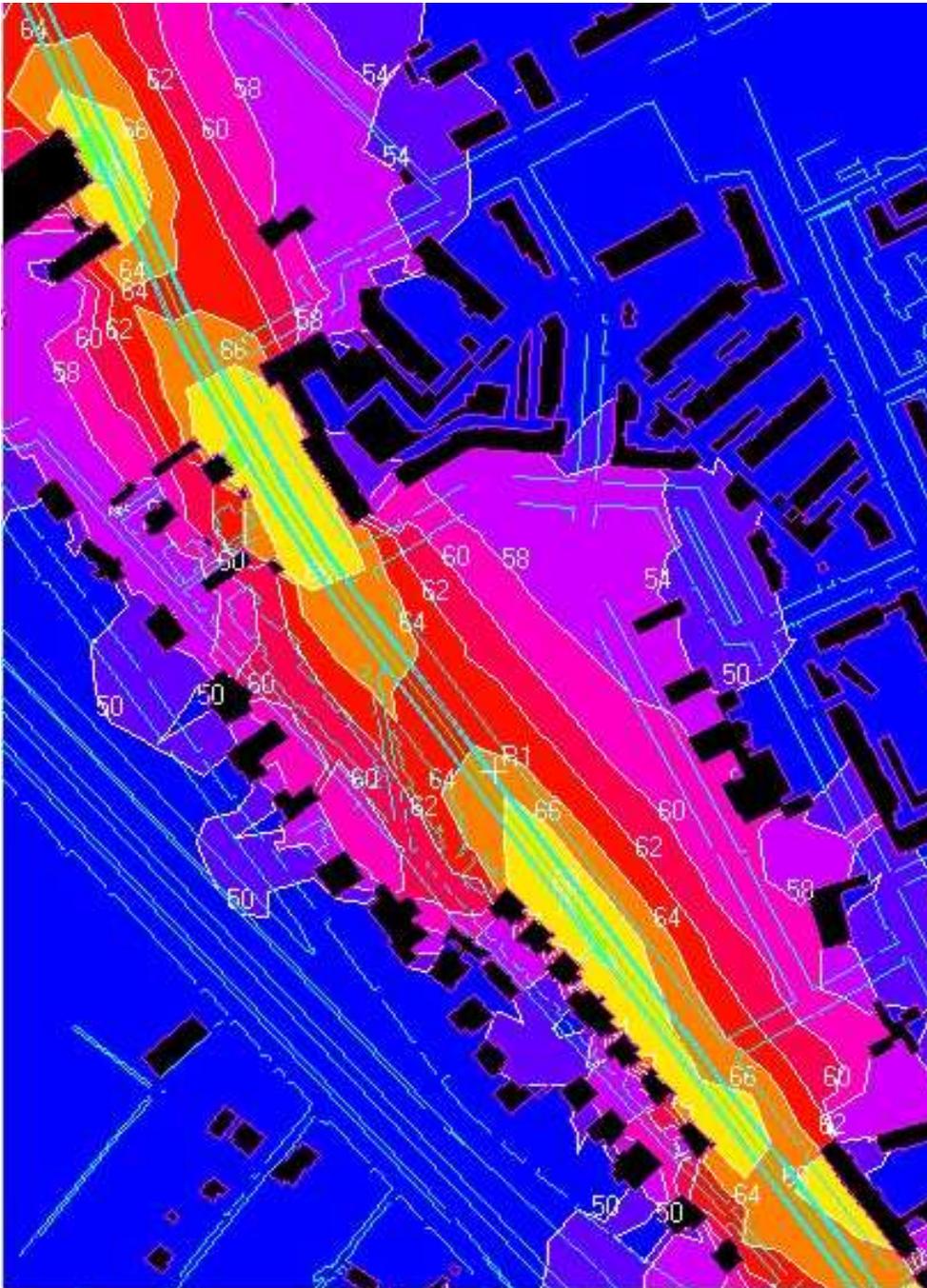
si può affermare che si avrà dal punto di vista dell'inquinamento acustico, un impatto del tutto trascurabile avendosi, rispetto al clima acustico precedente, piccole variazioni potenzialmente anche migliorative.

A supporto di quanto affermato si riportano le risultanze di uno studio acustico effettuato in via Monti Iblei lungo la linea Palermo - Aeroporto Falcone Borsellino (caratterizzata da linea e mezzi più rumorosi di quelli che circoleranno sulla nuova linea metropolitana).

Caratteristiche tecniche

- **Elettromotrice ALE e Diesel ALN;**
- **Sede ferroviaria di larghezza variabile;**
- **Massicciata avente uno spessore oscillante tra i 50 ed i 70 cm.**
- **Traversine in calcestruzzo armato precompresso, lunghezza di 2,30 m e peso 215 Kg;**
- **Rotaie lunghe 144 m del tipo F.S. 60 con attacco indiretto.**

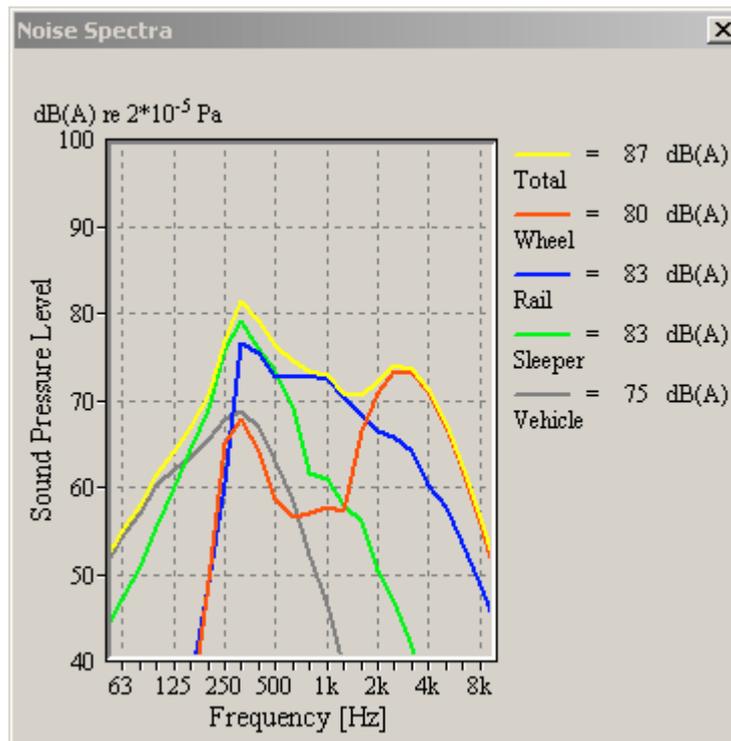
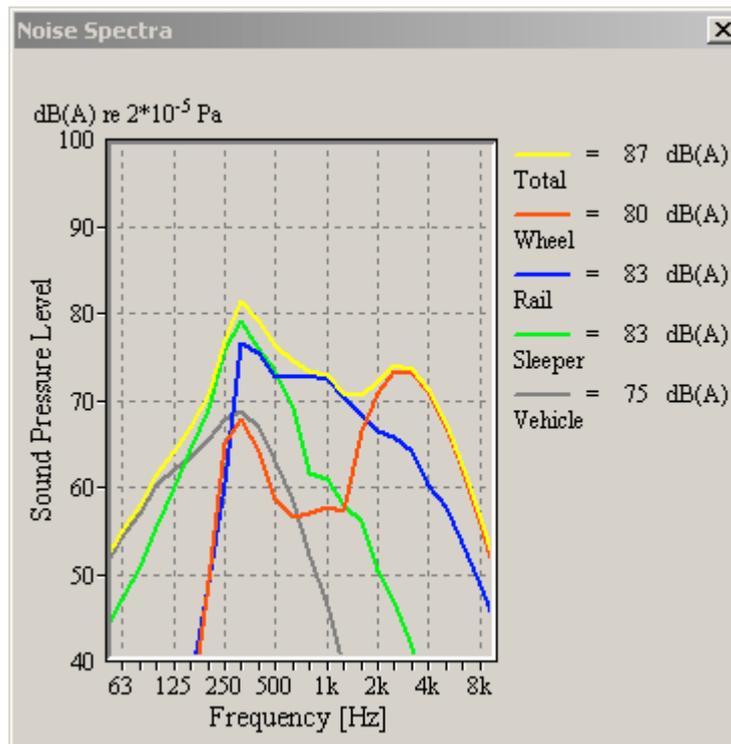
Si riporta nella figura seguente una planimetria con curve isofoniche in dB(A) per il periodo diurno.



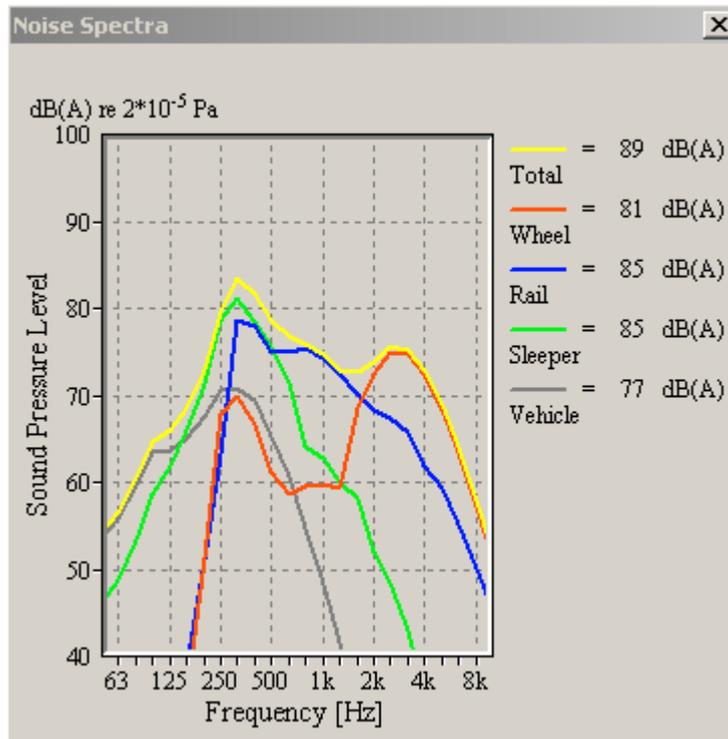
Linea Palermo - Falcone Borsellino: Livelli di rumore in dB(A) per il periodo diurno.

I livelli sono risultati oscillanti tra i 60 ed i 65 dB(A).

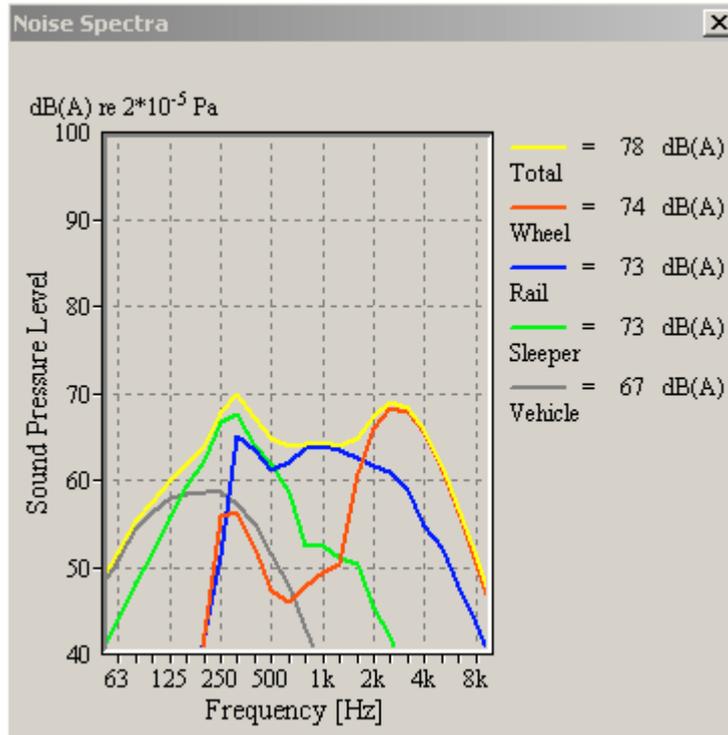
Il materiale rotabile e la tipologia di linea possono comportare considerevoli variazioni di emissioni sonore. A titolo di esempio si mostrano alcuni grafici che mostrano come variano gli spettri di emissione al variare della rugosità dei cerchioni.



Rugosità normale, cerchione d'acciaio normale.

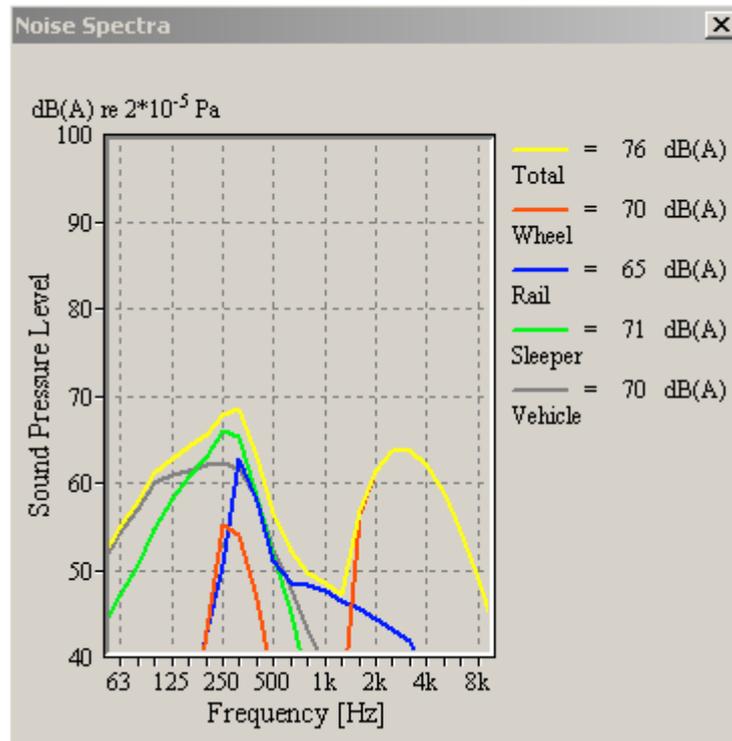


Rugosità considerevole, cerchione d'acciaio normale.

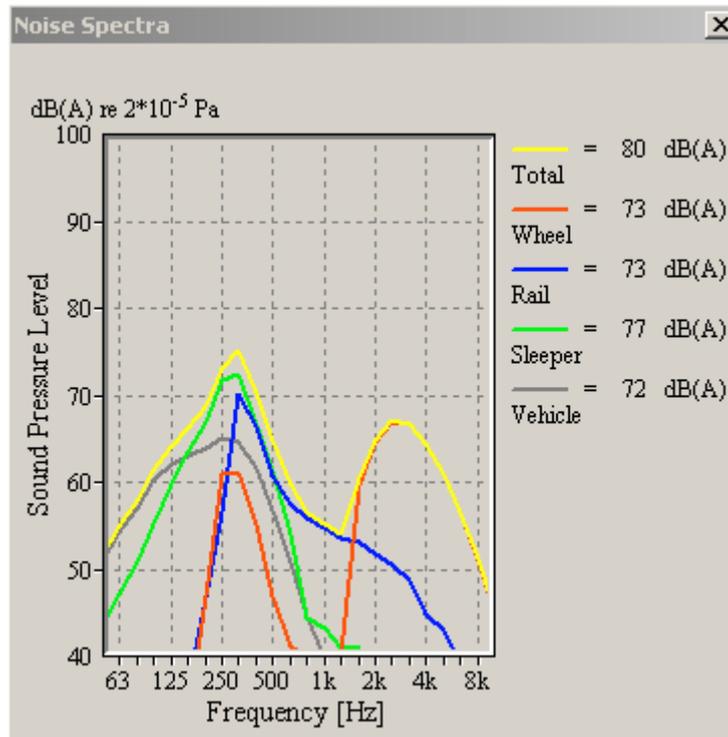


Rugosità molto bassa, cerchione d'acciaio normale.

Al variare del tipo di rivestimento del cerchione varia ulteriormente il livello di rumore emesso:



Rugosità normale, cerchione rivestito con gomma



Rugosità normale, cerchione rivestito con gomma dura

L'impatto acustico post operam (in esercizio), considerando che:

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

- il flusso potrà essere comparabile a quello della linea ferroviaria Palermo Punta Raisi;
- le potenze acustiche a metro lineare della nuova linea metropolitana saranno inferiori a quelle della linea ferroviaria (sia per le caratteristiche dei materiali della nuova linea che per una minore velocità di progetto);
- il tracciato è interamente in galleria;
- le aree interessate dal tracciato sono soggette a considerevoli valori di rumore ambientale, può essere considerato trascurabile o addirittura, se si considera un miglioramento della viabilità in superficie, la linea metropolitana potrà comportare un miglioramento del clima acustico in superficie a macroscale.

Considerando la presenza di linea interamente interrata e di livelli di rumore esterni elevati, anche se la tipologia gommata risulta meno rumorosa, l'indicatore emissione sonora del complesso ruota-rotaia sembra essere poco rilevante al fine di indirizzare il progettista ad una scelta della soluzione VAL piuttosto che di quella ANSALDO. Per quanto concerne le vibrazioni bisogna fare ulteriori considerazioni riportate in seguito.

Nell'ipotesi di eseguire delle simulazioni acustiche, in corrispondenza degli ingressi dei tunnel sarà considerato l'effetto tunnel applicando una metodologia messa a punto in Francia dal CSTB di Grenoble e saranno simulate eventuali procedure di mitigazione.

Clima acustico all'interno delle stazioni

All'interno delle stazioni metropolitane i livelli di rumore saranno generati oltre che dai convogli anche dalle altre sorgenti interne quali: impianti tecnici e tecnologici.

La previsione dei livelli sonori all'interno delle stazioni viene eseguita facendo riferimento ad alcune risultanze di uno studio eseguito dal prof. Barbaro ed ing. Caracausi nelle stazioni delle linee già realizzate. A titolo di esempio si riportano alcune risultanze delle indagini condotte nella stazione Orleans. Tale stazione è realizzata interamente sottoterra in ambiente chiuso con due ingressi principali. I veicoli ferroviari sono ad alimentazione diesel ed elettrica.

Inoltre le indagini sono state condotte in due zone di cui una servita da aria condizionata.

L'indagine soggettiva nel periodo estivo ha consentito di determinare le seguenti statistiche:

- 21,1% degli intervistati ha considerato il clima acustico all'interno della stazione difficilmente tollerabile;
- 34,2 poco tollerabile;
- 44,7 tollerabile.

Se si considerano le due zone separatamente risulta tollerabile la zona priva del condizionamento per il 50% degli intervistati e solamente il 39% la zona con condizionamento.



I livelli di rumore misurati in alcune fasce orarie nella zona con aria condizionata sono risultati pari a 78,10 dB(A) mentre nell'altra zona sono risultati pari a 73 dB(A). L'analisi dei dati soggettivi ed oggettivi lascia emergere una criticità di discomfort acustico.

Nel periodo autunnale i giudizi sono peggiorati ulteriormente anche se i livelli di rumore sono risultati comparabili.

Nelle stazioni della nuova linea della metropolitana i livelli di rumore generati dai convogli saranno considerevolmente inferiori a quelli riscontrati nella stazione Orleans tuttavia, al fine di garantire condizioni di comfort agli utenti, bisognerà porre particolare attenzione al rivestimento della parte terminale dei tunnel di accesso alle stazioni ed alla corretta progettazione degli impianti di aerazione e di condizionamento. Per la scelta dei materiali e delle tecniche di mitigazione i progettisti dovranno farsi coadiuvare da tecnici competenti in acustica ambientale ed architettonica.

Si può ipotizzare di rivestire gli ultimi metri delle pareti del tunnel con materiale fonoassorbente.

In base all'esperienza acquisita in progetti realizzati in Francia ed in attesa di eseguire le simulazioni acustiche (realizzate con una tecnica messa a punto con i ricercatori del CSTB di Grenoble Francia), si può ipotizzare un abbattimento del livello nelle stazioni all'uscita del tunnel da 2 a 5 dB(A).

11.2 Vibrazioni

Le vibrazioni possono essere causa di disturbo a persone, edifici, apparecchiature sensibili.

I metodi di valutazione del disturbo alle persone negli edifici sono definiti dalle norme ISO 2631 e UNI 9614. Per quanto riguarda gli edifici, il riferimento normativo è costituito dalla ISO 4866 e dalla UNI 9916. Per le attrezzature sensibili la norma a cui riferirsi è la ISO 8569.

Le strutture possono essere sollecitate dinamicamente sia dall'interno che dall'esterno; in ciascuno dei due casi occorrerà valutare se l'eccitazione può danneggiare le strutture o parti di esse. Analizziamo il caso di forze esterne, cercando poi le similitudini nel caso di forze (impulsive) interne.

Gli edifici vengono sollecitati attraverso onde superficiali che interagiscono con le fondazioni.

Nell'analisi degli effetti delle vibrazioni su un edificio, particolare importanza è assunta dal materiale e dalle caratteristiche dinamiche proprie dei singoli componenti strutturali e dell'edificio nel suo insieme, dalle fondazioni e dal terreno circostante.

Le onde di sollecitazione, dal punto di vista della pericolosità, possono essere identificate attraverso due soli parametri, frequenza ed ampiezza, in quanto la velocità e gli spostamenti possono essere da esse ricavati. E' molto difficile determinare un limite di frequenza ed ampiezza che possa essere considerato dannoso per una struttura; non esistono, quindi, limiti netti ma possiamo individuare dei campi di pericolosità. Tali limiti vengono chiamati limiti di pericolosità.

Per quanto riguarda la frequenza, essa si rivela particolarmente pericolosa nel campo delle onde infrasonore (cioè meno di 16 Hz), in quanto rientrante nel campo delle frequenze naturali degli



edifici o dei singoli componenti strutturali.

I materiali più sensibili alle vibrazioni sono quelli meno assimilabili ad un materiale isotropo, o meglio quelli che presentano una forte anisotropia in termini di resistenza. Ciò perché le vibrazioni propagandosi, sotto forma di sollecitazione, in tutte le direzioni troveranno sfogo dove è meno efficace la resistenza del materiale. Le murature, ad esempio, rappresentano uno dei materiali più a rischio rispetto alle sollecitazioni dinamiche.

Un altro fattore importante nella valutazione della pericolosità delle vibrazioni è la durata. Come ordine di grandezza si pensi che, per vibrazioni tra i 5 e i 30 Hz, una eventuale ampiezza di $0,5 \text{ m/s}^2$ può produrre danni anche per durate limitate (ore o giorni); mentre anche solo una ampiezza di $0,05 \text{ m/s}^2$ può essere dannosa se sopportata per lunghi periodi (mesi o anni).

Possiamo schematizzare le situazioni tipiche che rappresentano una situazione di pericolo:

- quando l'intensità della sollecitazione dinamica, intesa come insieme dei valori di ampiezza e frequenza, supera anche per breve tempo il limite di resistenza di un elemento strutturale.
- quando l'eccitazione dinamica produce un assestamento differenziato delle fondazioni, provocando indirettamente una ridistribuzione dei carichi, con possibile superamento dei limiti.
- quando la frequenza di eccitazione corrisponde ad un sottomultiplo o alla frequenza fondamentale dell'edificio o di un singolo elemento strutturale.

Ciascuna di queste tre possibilità dovrà essere presa in considerazione nell'esame di un edificio sottoposto a vibrazioni, tenendo conto che tutte queste situazioni possono presentarsi anche contemporaneamente.

Per quanto riguarda le sorgenti interne, esse possono essere trattate, nella valutazione della pericolosità, con gli stessi parametri esposti in precedenza. Anche se le sorgenti pulsanti tendono a far vibrare la struttura con la stessa frequenza della forzante. Diverso invece sarà il modo di intervenire, nel caso di sorgenti interne rispetto al caso di sorgenti esterne, per attenuare gli effetti dannosi delle vibrazioni.

Nella valutazione della pericolosità di una vibrazione vanno considerati diversi aspetti. Occorrerà in generale valutare:

- le proprietà geotecniche del terreno;
- la tipologia delle fondazioni;
- la tipologia e i materiali costituenti l'edificio;
- l'età;
- lo stato delle strutture.

Le proprietà geotecniche del terreno sono fondamentali nei casi in cui la sorgente è esterna. Il miglior comportamento si verifica, in generale, nei suoli granulari di materiali asciutto.

Per quanto riguarda le fondazioni, il miglior comportamento si riscontra per fondazioni profonde.

Per quanto riguarda lo stato delle strutture, si possono suddividere gli edifici in tre categorie:

CATEGORIA 1: edifici con fondazioni adeguate o che poggiano su pali di fondazione, costituite da

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

elementi strutturali in calcestruzzo armato, acciaio o legno (le parti dell'edificio che non hanno compiti di resistenza e che sono costituiti da calcestruzzo non armato, murature o elementi lapidei, fanno parte della seconda categoria).

CATEGORIA 2: edifici in muratura o dove la muratura è parte prevalente dei materiali che costituiscono gli edifici stessi.

CATEGORIA 3: edifici della seconda categoria ma di notevole età o di grande importanza storico culturale o edifici non in perfetto stato di conservazione.

Sulla base delle tre categorie descritte vengono presentati un grafico ed una tabella che ci forniscono delle indicazioni sui limiti di pericolosità di una vibrazione. Il grafico si basa sulla determinazione della frequenza della vibrazione e sull'ampiezza massima (picco del segnale di accelerazione, positivo o negativo - ISO 2041-) subita dalla struttura considerata. Il grafico è diviso in sette zone A, B, C, D, E, F, G nelle quali esiste un concreto pericolo che le vibrazioni producano l'effetto descritto nella tabella riportata dopo il grafico (tabella dei danni e della pericolosità).

La tabella indica gli effetti prodotti sulle varie categorie di edifici da vibrazioni con caratteristiche di intensità che rientrano nei campi A, B, C, D, E, F, G definiti nel grafico.

TABELLA DEI DANNI E DELLA PERICOLOSITA'

	Percettibilità umana	Influenza sulle strutture		
		I categoria	II categoria	III categoria
A	Fortemente intollerabile	Pericolo di Collasso	Pericolo di collasso	Pericolo di collasso
B	intollerabile	Forti danni localizzati	Pericolo di collasso	Pericolo di collasso
C	Fortemente percettibile	Formazione di fessurazioni	Danni molto estesi	Danni molto estesi
D	Molto percettibile	Fessurazioni in pochi punti	Fessurazioni estese	Fessurazioni estese
E	Percettibile	Non influente	Fessurazioni in pochi punti	Fessurazioni varie
F	Appena percettibile	Non influente	Non influente	Fessurazioni in pochi punti
G	Non percettibile	Non influente	Non influente	Non influente

Tab.6- Effetti prodotti dalle vibrazioni sulle varie categorie di strutture.

I danni descritti si riferiscono a vibrazioni prodotte per brevi periodi (da poche ore ad alcuni giorni), nel caso di vibrazioni prolungate (mesi o anni) si possono considerare le pericolosità descritte scalando di una casella. La tabella riportata ha un valore indicativo ed è basata sull'esperienza acquisita in numerosi casi.

Per quanto riguarda gli effetti alle persone, l'entità delle vibrazioni in gioco è in generale tale da non determinare problemi per la salute fisica, ad esclusione della possibile interruzione del sonno. Anche vibrazioni d'elevata intensità possono essere tollerate se limitate nel tempo e associate ad eventi di breve durata che non si verificano frequentemente.

Le lamentele possono essere convenientemente evitate mediante programmi di pubbliche relazioni, che possono includere annunci, avvisi, segnali d'avvertimento.

Per quanto riguarda la percezione delle vibrazioni deve essere tenuto presente che la soglia di percezione può variare significativamente da soggetto a soggetto. Pertanto la valutazione delle vibrazioni non può prescindere dalla valutazione delle lamentele specifiche delle persone.

Per ciò che concerne gli edifici, il livello di vibrazioni che può causare danni alle strutture è sempre di gran lunga superiore a quello che crea disturbo alle persone. Detto in altri termini, prima che si arrivi ad avere un danno ad un edificio, le persone ivi residenti sono già state ampiamente disturbate.



12. Impatto durante la fase di costruzione

Rumore

Per tale fattori inquinanti si prevedono, durante la fase esecutiva, le condizioni più sfavorevoli a causa delle alte emissioni dei mezzi pesanti e delle macchine operatrici. Fortunatamente tale problema si manifesterà per un periodo di tempo limitato ed in zone localizzate per la componente rumore. Infatti gran parte dei lavori saranno realizzati in galleria e solo una parte limitata sarà realizzata a cielo aperto (in prossimità delle stazioni e dei camini di aerazione).

Poiché i lavori sono realizzati a foro cieco, in generale gli impatti acustici di superficie risultano minimizzati ad eccezione dei punti di attacco delle gallerie.

Poiché i pozzi sono ubicati in pieno tessuto abitativo urbano, tali pozzi, costituendo spazi di servizio per consentire le movimentazioni di cantiere, presentano rilevanti problemi di impatto, con particolare riferimento alla componente rumore.

Per quanto concerne il trasporto di materiali di scavo bisogna precisare che una considerevole quantità sarà utilizzata (per la realizzazione di opere quali ad esempio banchine portuali, ecc..) e che il riuso dei materiali di scavo viene considerato tra i parametri significativi per lo sviluppo sostenibile.

Il rumore sarà generato da mezzi ed impianti utilizzati durante le operazioni di cantiere e dai mezzi di trasporto dei materiali che vengono introdotti o allontanati (sterri) dal cantiere.

I rumori generati dalle operazioni di cantiere saranno localizzati in prossimità dei pozzi e delle stazioni.

Nel sito di realizzazione della metropolitana è presente un considerevole traffico veicolare pertanto il movimento di automezzi previsto durante la realizzazione dell'opera va a sommarsi a situazioni di traffico preesistente, e quindi l'aumento di traffico non dovrebbe comportare un incremento sensibile dei valori acustici presenti ante-operam nelle aree interessate dai lavori, ad eccezione di situazioni puntuali, che riguardano essenzialmente le attività connesse alle realizzazioni di manufatti a cielo aperto.

L'amministrazione comunale di Palermo dovrà individuare di concerto con l'impresa esecutrice e con il Direttore dei Lavori percorsi alternativi e stabilire gli orari in cui consentire il trasporto dei materiali.

Il progettista, tenendo conto delle esigenze costruttive, dei fattori di sicurezza, del numero di operai presenti e della loro distribuzione nel tempo, dei mezzi ed impianti di cantiere e della loro rumorosità dovrà organizzare il cantiere in maniera da ridurre le immissioni di rumore nelle aree limitrofe. Dovrà pertanto avvalersi della collaborazione di un esperto in acustica ambientale e dovrà interfacciarsi con l'impresa esecutrice alla quale spetta l'organizzazione del cantiere sempre nel rispetto delle prescrizioni progettuali ed in materia di sicurezza ed ambiente.

Poiché durante la fase di cantiere saranno svolte attività che potranno provocare rumore e



vibrazioni, nella realizzazione delle opere in prossimità di ricettori dovranno essere impiegate attrezzature e macchinari dotati di sistemi di contenimento delle emissioni rumorose e delle vibrazioni. Durante la fase di scavo od anche la realizzazione di pali e paratie di fondazione potrà determinarsi la propagazione di vibrazioni.

Dovrà essere eseguito un censimento di ricettori sensibili a tali effetti al fine di trovare gli accorgimenti operativi utili alla riduzione di eventuali effetti nocivi. In fase esecutiva in prossimità di tali ricettori dovranno essere eseguite indagini conformi alla normativa ISO. In funzione dei valori riscontrati la Direzione dei Lavori dovrà di concerto con l'impresa individuare ulteriori procedure operative di mitigazione.

Per la quantificazione dell'energia sonora emessa dai mezzi di cantiere si può fare riferimento alla banca dati presente nelle normative CEE (86/662, 87/405 e 89/514) e italiane D.L. 135 e 137 del 27/01/92. In particolare è stata impiegata la banca dati della nuova norma UE 14/2000 che definisce i livelli massimi di potenza sonora che possono avere i macchinari operanti all'aperto, e la cui attuazione a livello nazionale, è avvenuta con D.L. n. 262 del 04/09/2002. I valori di potenza sonora per i macchinari generalmente utilizzati sono i seguenti:

Macchinari	Lw dB(A)	Note
Autocarri	116	-
Pale caricatori	104	Con potenza netta installata < 55 kW
Escavatore	96	Con potenza netta installata < 15 kW

Altri valori sono riassunti nella tabella seguente:

LUOGO, REPARTO MACCHINE <i>Costruzione di strade, di fondazione e di sterro</i>	Leq [dBA]
Macchine per sterro con potenza motore < 150 CV	< 80
Escavatori idraulici	80÷85
Escavatori con scalpello	100÷105
Caricatori compatte	85÷90
Macchine per sterro con potenza motore > 150 CV	90÷95
Escavatori	90÷95
Caricatori	85÷90
Scraper	95÷100
Dumper	85÷90
Spianatrici	85÷90
Costipatori	90÷95
Costipatori per lastre	90÷95
Costipatori per scavi	90÷95
Rulli vibratori	90÷95
Macchine per posa rivestimenti	90÷95
Rulli	80÷85



Nelle tabella seguente si riportano a titolo di esempio i livelli di pressione sonora misurati in prossimità di alcune macchine operatrici di cantiere.

Tab. 25 – Livelli CEE di potenza acustica ammessa per le macchine di movimento terra con P < 500 kW.			
Tipo di macchinario	Classificazione	1997	2001
Macchine su ruota (escavatori esclusi)	P ≤ 65	107	104
	P > 65	$L_{WA} = 87 + 11$ log(P)	$L_{WA} = 84 + 11$ log(P)
Apripiste, pale caricatrici, carrelli elevatori (motore a combustione)	P ≤ 55	104	104
	P > 55	$L_{WA} = 85 + 11$ log(P)	$L_{WA} = 84 + 11$ log(P)
Escavatori	P ≤ 15	96	93
	P > 15	$L_{WA} = 83 + 11$ log(P)	$L_{WA} = 80 + 11$ log(P)

Dati i valori di potenza sonora alla sorgente, è molto probabile che ai ricettori più prossimi ai cantieri a cielo aperto si riscontrino valori in dB(A) superiori ai limiti massimi fissati per legge per il rumore in ambiente esterno.

L'impresa ha l'obbligo di misurare l'inquinamento acustico prodotto e di rispettare i valori limite fissati dalla legge di riferimento. Qualora l'impresa non sia in grado di rispettare tali valori, per attività temporanee, ha l'obbligo di chiedere un'autorizzazione in deroga al comune di Palermo, per essere autorizzata transitoriamente al superamento dei limiti previsti.

Vibrazioni

Le attività di cantiere sono in generale, non dannose agli edifici. Operazioni, che possono essere pericolose in questo senso, sono per esempio le in fissioni di pali o palandole battuti in prossimità di strutture o scavi con l'ausilio di dispositivi che utilizzano la rotopercolazione.

Particolare attenzione deve essere dedicata alla presenza, in edifici in prossimità del cantiere, di attività che comportino l'uso di apparecchiature sensibili. S'intende con il termine di apparecchiature sensibili macchine che necessitano per il loro buon funzionamento un'elevata stabilità. Le cautele che devono essere prese in questi casi possono essere:

- segnalare, con sufficiente anticipo, a chi utilizza queste apparecchiature sensibili, i periodi in cui verrà eseguita una lavorazione che potrebbe comportare disturbo vibrazionale significativo;



- trovare, se possibile, tecnologie d'esecuzione alternative;
- istruire gli operatori di cantiere affinché usino particolare cautele nello svolgimento delle loro attività.

Le operazioni che possono essere causa di disturbo vibrazionale ai residenti:

- demolizioni;
- sbancamento e scavo con macchine operatrici;
- perforazioni nel terreno;
- realizzazione di pali infissi nel terreno;
- scavo di gallerie con macchine operatrici;
- circolazione di mezzi pesanti (camion, escavatori, ecc.);

Bisogna tener presente, com'è anche facilmente intuibile, quanto più ci si allontana dalla sorgente di vibrazione, tanto più il livello di vibrazione indotta si attenua. In particolare, le sorgenti sopraelencate possono essere assimilate a sorgenti di tipo puntiforme, per le quali la divergenza è sferica: ciò significa che l'attenuazione è molto elevata. Altri fenomeni esistenti in natura, presentano sorgenti di tipo lineare. +

Ad esempio il transito di un treno è una sorgente vibrazionale di tipo lineare. In questo caso, l'attenuazione è molto più bassa e addirittura nulla per parecchi tipi di onde.

Gli accorgimenti da adottare, per limitare il più possibile il disturbo alle persone, sono analoghi a quelli sopra elencati con riferimento alle apparecchiature sensibili e agli edifici. In particolare, è opportuno limitare le attività fonte di maggior disturbo vibrazionale al periodo diurno e possibilmente non in maniera continuativa.

Indicazioni per il contenimento del rumore e delle vibrazioni

Si riporta un elenco non esaustivo di possibili procedure da adottare:

- gli impianti più rumorosi a funzionamento continuo (ad esempio generatori di corrente, betoniere, compressori) devono essere localizzati il più lontano possibile dai ricettori più vicini;
- le lavorazioni più rumorose devono essere eseguite nel periodo diurno;
- le attività non devono comunque superare per il LAeq in esterno, salvo diverse disposizioni del comune di Palermo, in orario diurno il valore di almeno 75 dB(A), in orario notturno il valore di 65 dB(A). Le misure devono essere effettuate in facciata degli edifici più prossimi ad un metro dalla stessa. Le simulazioni acustiche consentiranno invece di avere un quadro completo sulla distribuzione delle curve isofoniche nelle aree interessate;
- deve essere dato, con congruo anticipo, avviso alla popolazione degli stabili interessati dalle emissioni sonore, degli interventi considerati più rumorosi, indicando natura, tempo e orari di tali interventi.

E' preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori adiacenti alle aree



di cantiere.

La riduzione direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, prescrivendo opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine, intervenendo quando possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Si riporta di seguito una check-list di primo livello, finalizzata a limitare all'origine la rumorosità e le vibrazioni nelle aree di cantiere, anche secondo quanto previsto nei piani di sicurezza:

1. Scelta delle macchine e delle attrezzature e miglioramenti prestazionali:

- le macchine e le attrezzature devono essere omologate secondo le direttive CEE e i successivi recepimenti nazionali;
- la prevenzione si esplica sin dalla fase di acquisto, optando per attrezzature silenziate;
- le macchine devono essere dotate d'indicazioni sul livello di emissione sonora nella postazione di guida.

2. Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature;

- Eliminare attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- Sostituire i pezzi usurati e che lasciano giochi;
- Serrare le giunzioni;
- Porre attenzione alla bilanciatura delle pareti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- Verificare la tenuta dei pannelli di chiusura dei motori, ecc..

3. Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

- Orientare gli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione con di minima interferenza;
- Localizzare gli impianti o le aree di lavorazione più rumorose alla massima distanza dai ricettori critici o in posizione di minore impatto sulle residenze; ciò significa che la posizione reciproca fra la sorgente del rumore e il ricettore deve essere tale da minimizzare l'effetto diretto;
- Utilizzare basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- Sviluppare un programma dei lavori che tenga in debita considerazione le caratteristiche tipologiche dell'intervento, ma che al tempo stesso eviti situazioni di utilizzo contemporaneo di più macchinari ad alta emissione di rumore in aree limitrofe;
- Evitare o limitare allo stretto necessario le attività nel periodo notturno e nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6-8, 20-22);
- Valutare la possibilità di confinare le lavorazioni ritenute "rumorose" nelle zone più lontane da eventuali ricettori;



- Imporre delle direttive agli operatori in modo da evitare comportamenti inutilmente rumorosi,
- Evitare l'uso scorretto degli avvisatori acustici.

Oltre a queste prescrizioni e provvedimenti, che possiamo definire attivi, può essere adottata una serie di interventi passivi, che consistono nell'interporre tra la sorgente e il ricettore opportune schermature in grado di produrre, in corrispondenza del ricettore, una riduzione del livello sonoro e/o delle vibrazioni.

Tali provvedimenti possono essere attuati nei seguenti modi:

- creare al perimetro delle aree di cantiere barriere provvisorie;
- progettare idonee barriere mobili finalizzate a proteggere, limitatamente alla durata dell'attività critica, aree o ricettori sensibili presenti.

Infatti, quando il rumore di una lavorazione o di una attrezzatura non può essere eliminato o ridotto, si devono porre in essere protezioni collettive di schermatura supplementare alla sorgente disturbante che modifichino sostanzialmente il livello di emissione di rumore nell'ambiente circostante. Il tipo di intervento deve essere valutato non solo per quel che riguarda il risultato ottenibile dal punto di vista acustico, ma deve essere interfacciato a quella che è la tecnologia impiegata nel rispetto della funzionalità richiesta, garantendo al contempo le esigenze acustiche e le necessità tecniche.

In termini pratico-operativi si tratta di frapporre ostacoli o barriere che limitino la trasmissione sonora ovvero la ricezione della fonte di emissione disturbante.

Le barriere acustiche ad alta capacità fonoisolante e fonoassorbente sono molto diffuse negli impianti industriali fissi, mentre nei cantieri sono scarsamente utilizzate per la loro facile deperibilità oltre che per la necessità di essere riposizionate in funzione dell'avanzamento dei lavori. Grande efficacia protettiva possono garantire barriere acustiche improprie realizzate per esempio operando opportunamente lo stoccaggio dei materiali in lavorazione. La frapposizione di stoccaggi tra la sorgente rumorosa e il ricettore realizza infatti una protezione attiva senza rappresentare un aggravio dei costi né un problema logistico per l'organizzazione delle lavorazioni.

Per quanto riguarda la rumorosità generata nei pozzi, in rapporto alle particolari ubicazioni del pozzo di servizio e delle annesse aree di cantiere, tutte le attrezzature, i macchinari e gli impianti che saranno installati e fatti funzionare nell'ambito degli stessi, dovranno essere azionati da motori elettrici o idraulici e risultare i più silenziosi possibile. Saranno altresì attuati tutti quei provvedimenti atti a ridurre al minimo la rumorosità di tutte le operazioni (caduta dei materiali nelle tramogge, circolazione, carico e scarico di automezzi, ecc.) connesse con la presenza dei cantieri stessi.

Per minimizzare tali disturbi vengono posti vincoli rigorosi allo svolgimento delle attività in queste aree e i pozzi vengono dotati di due tipi di impianti: uno, è costituito da una piattaforma mobile per il trasferimento dei mezzi d'opera dal piano stradale al piano dello scavo delle gallerie; l'altro è un impianto di ventilazione forzata nelle gallerie in fase di esecuzione dei lavori. Al fine di contenere al massimo la rumorosità, gli impianti vengono dotati di elementi insonorizzanti e posti sotto un



capannone metallico tamponato, sia lateralmente sia superiormente, con pannelli fonoisolanti.

Esperienze precedenti consentono di affermare l'efficacia della soluzione proposta, se ci si trova in ambito urbano con elevati livelli di rumore da traffico.

Ulteriori cautele e rimedi per le vibrazioni

Dopo una analisi accurata delle vibrazioni indotte su un edificio e una volta identificato sul grafico il valore massimo delle vibrazioni, se ci si dovesse trovare in zone pericolose (del grafico), è necessario progettare il sistema di attenuazione degli effetti vibratorii.

In generale si possono definire i seguenti criteri di intervento:

- a) ridurre, ove possibile, l'intensità della sorgente;
- b) separare fisicamente le strutture portanti della sorgente dalle strutture adiacenti;
- c) interporre tra sorgente ed edificio considerato un intercapedine di materiale a basso coefficiente conduttivo vibratorio;
- d) irrigidire le strutture sottoposte a vibrazione.

Nel caso di situazioni di risonanza o sotto risonanza:

- e) variare la frequenza della forzante;
- f) variare la frequenza propria della struttura.

Conclusioni dello Studio

Da un punto di vista puramente acustico, se non si considerano i miglioramenti del traffico veicolare su gomma (riduzione presumibile dei flussi e miglioramento del regime di circolazione), la realizzazione della metropolitana apporta in prossimità degli impianti di aerazione e dei pozzi un clima acustico comparabile rispetto alla situazione attuale. Infatti, considerando che livelli sonori generati dal traffico veicolare superano di più di 10 dB(A) quelli che presumibilmente saranno generati dalla metropolitana il contributo energetico al livello equivalente sarà trascurabile.

Si può inoltre ipotizzare un miglioramento del regime di circolazione sulle strade e quindi un miglioramento del clima acustico a macroscale (sull'intera città).

L'utilizzazione di alcuni accorgimenti quali il rivestimento delle uscite dei tunnel (in prossimità del deposito e delle stazioni) con materiale fonoassorbente permette con impatto visuale nullo di migliorare ancor più il clima acustico della zona e delle stazioni.

Tenendo conto di quanto fin qui detto, si può ribadire che la realizzazione dei lavori di realizzazione della metropolitana, oltre ad essere necessari per il miglioramento della viabilità urbana, non producono nell'ambiente acustico sostanziali modifiche e/o alterazioni.

La sistemazione della linea metropolitana prevede, per quanto possibile, il rispetto delle situazioni di fatto esistenti.

L'impatto formale dell'opera sarà il più possibile limitato ed integrato alle situazioni esistenti.



SEZIONE QUARTA Conclusioni. Sintesi degli impatti e misure di mitigazione

Ambiente atmosferico

Gli impatti possibili durante la costruzione dell'opera riguardo questa componente si riferiscono essenzialmente al degrado della qualità dell'aria dovuta all'aumento delle emissioni inquinanti per la circolazione dei mezzi pesanti e all'immissione delle polveri nei bassi strati dell'atmosfera e alla deposizione delle polveri al suolo.

Infatti, le principali azioni impattanti sul livello di qualità dell'aria durante la fase di costruzione sono conseguenza dei lavori di **movimentazione di terra**, trasporto di materiale, utilizzo di centrali di betonaggio e delle emissioni dovute al funzionamento dei mezzi di cantiere e alla circolazione dei veicoli pesanti usati per il trasporto dei materiali, che possono causare un aumento nelle emissioni nocive e produzione di polveri.

E' da considerare, inoltre, che i macchinari e i veicoli utilizzati in cantiere generalmente sono alimentati a gasolio, e quindi costituiscono una fonte di contaminazione atmosferica, responsabile dell'emissione di monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NOx), di ossido di zolfo (SO₂), idrocarbonati (HC) e particolato.

I problemi connessi all'inquinamento atmosferico con riferimento alle polveri, sono determinati generalmente dal risollevarsi di polveri dalle superfici dell'area di cantiere per opera del vento.

Le emissioni provenienti da cantieri edili devono essere limitate, nella maggior misura possibile, dal punto di vista tecnico e dell'esercizio e sopportabile sotto il profilo economico, in particolare mediante limitazioni delle emissioni delle macchine e degli apparecchi impiegati, nonché mediante un adeguato svolgimento delle operazioni. In tale contesto occorre considerare il tipo, la grandezza e l'ubicazione del cantiere nonché la durata dei lavori di costruzione.

La diffusione di polveri che si verifica nell'ambiente esterno in conseguenza a queste fasi di attività rappresenta un problema molto sentito dalle comunità locali per due motivi:

- gli ambiti territoriali interessati dai fenomeni di dispersione e di sedimentazione del materiale particolato sono rappresentati da aree urbanizzate;
- la dispersione e sedimentazione di polveri hanno effetti vistosi e immediatamente rilevabili dalla popolazione e hanno la possibilità di arrecare disturbi diretti agli abitanti.

Le caratteristiche dimensionali del particolato intervengono sulle modalità fisiche di rimozione dall'atmosfera: gli aerosols con diametri superiori a 10÷20 µm presentano velocità terminali che consentono una significativa rimozione attraverso la sedimentazione, mentre quelli di diametri inferiori si comportano come gas e sono quindi soggetti a lunghi tempi di permanenza nell'atmosfera. La rimozione può pertanto essere determinata da fenomeni di assorbimento/adesione sulle superfici con le quali vengono a contatto (dry deposition) e per dilavamento meccanico (washout) in occasione delle precipitazioni meteoriche.

Queste problematiche possono essere efficacemente controllate in fase di costruzione e di programmazione delle attività di cantiere.

Misure di mitigazione

Al fine di evitare le situazioni di disagio per la popolazione relativamente all'emissione delle polveri derivanti dalle operazioni di movimentazione di terra e dalle diverse attività di cantiere vengono date prescrizioni riguardo al controllo della produzione di polveri e all'abbattimento delle stesse con adeguati sistemi; nel seguito vengono riassunti i principali provvedimenti e accorgimenti da adottare durante la fase di costruzione mediante umidificazione del materiale, per esempio mediante **un'irrorazione controllata**;



- Processi di movimentazione con **scarse altezze di getto**, basse velocità d'uscita e contenitori di raccolta chiusi;
 - Dotare di **carter** eventuali tramogge o nastri trasportatori di materiale sfuso, secco, di ridotte dimensioni granulometriche;
 - Privilegiare per i riempimenti il riutilizzo del **materiale derivante dagli scavi** e dalle demolizioni;
 - Stoccare i materiali da cantiere allo stato solido polverulento (cemento, calce, intonaci ed altri) in sili e movimentare i suddetti materiali **tramite trasporti pneumatici** presidiati da opportuni filtri, dotati di sistemi di controllo dell'efficienza, in grado di garantire valori di emissione di 10 mg/Nmc (mg/Nmc =milligrammi di inquinante per normalmetro cubo);
 - **Bagnare** opportunamente, in caso di vento superiore ai 5m/s, il materiale di pezzatura fine stoccato in cumuli; a tale scopo deve essere installato un sistema di rilevazione della direzione e velocità del vento ubicandolo in una zona di facile accesso per il suo controllo;
 - Proteggere adeguatamente i depositi di materiale sciolto con scarsa movimentazione dall'esposizione al vento mediante misure come la **copertura** con stuoie, teli;
- Con riferimento alle aree di circolazione nei cantieri e all'esterno, le mitigazioni consistono nelle seguenti attività:
- **limitare la velocità** massima sulle piste di cantiere per es. 30 km/h;
 - **munire** le piste di trasporto, nell'ambito del cantiere sulla Circonvallazione molto frequentate con un adeguato consolidamento, per es. una **pavimentazione**.
 - **le piste vanno periodicamente pulite** e le polveri allontanate per evitare depositi di materiali sfusi sulla pista;
 - prevedere, all'uscita del cantiere, un idoneo **sistema per il lavaggio delle ruote** degli automezzi in uscita dal cantiere e dell'esterno dei mezzi per evitare dispersioni di materiale polveroso lungo i percorsi stradali;
 - **ottimizzare i carichi** trasportati, sfruttando al massimo la capacità dei mezzi di trasporto e prevedendo, se possibile, l'utilizzo di mezzi con capacità differenziata. L'impiego di mezzi di grande capacità è consigliabile per il trasporto di materiale sfuso, al fine di ridurre il numero di veicoli in circolazione nelle zone limitrofe al cantiere;
 - Adottare macchine e impiegare apparecchi di lavoro a basse emissioni, per es.con **motore elettrico**;
 - utilizzare macchine e apparecchi con motori diesel muniti di sistemi di **filtri per particolato** (SFP) in funzione della potenza;
 - equipaggiamento e **periodica manutenzione** di macchine e apparecchi con motore a combustione secondo le indicazioni del fabbricante;
 - le nuove macchine devono adempiere, a partire dalla rispettiva data della messa in esercizio, alla **Direttiva 97/68 CE** (recepita con DM 20.12.1999);
 - per i lavori con elevata produzione di polveri con macchine e apparecchi per la lavorazione meccanica dei materiali (come per es. mole per troncatura, smerigliatrici), vanno **adottate misure di riduzione delle polveri** (come per es. bagnare, captare, aspirare, separare).
- Un discorso a parte va fatto per i pozzi d'attacco delle gallerie a foro cieco, per i quali, un metodo per ridurre il problema dell'emissione di polveri, nonché il rumore, all'origine, consiste nel dotarli di:



- **una piattaforma mobile**, in grado di trasportare, con un movimento verticale, i mezzi operativi sino al fondo del pozzo, dove avverranno tutte le operazioni di carico dello smarino e scarico degli automezzi stessi;

- un capannone d'insonorizzazione, rivestito con pannelli fonoassorbenti.

Inoltre, sempre per le aree d'attacco, l'area di cantiere a livello stradale dovrà servire esclusivamente per permettere agli automezzi di accedere alla galleria e le aperture della costruzione insonorizzata dovranno essere, di norma, tenute chiuse e quindi aperte solo per l'accesso e l'uscita di mezzi, persone, materiali.

Per evitare emissione di polveri, non si potranno eseguire operazioni di carico e scarico nell'area a livello stradale: tutte le operazioni di carico e scarico dovranno essere eseguite, se possibile, o in galleria o sul fondo dei pozzi.

In generale, quindi, poiché viene opportunamente studiata la posizione delle aree di cantiere e la loro funzionalità, gli impatti sulla qualità dell'aria risultano molto localizzati e comunque viene adottata una serie di interventi di mitigazione, tra cui quelli sopra descritti.

Ambiente idrico

L'ambiente idrico, considerato come ambito sensibile per la natura dei lavori da realizzare, è suddiviso in due ricettori: le acque superficiali e le acque sotterranee.

La prima categoria di acque può essere considerata, per i suoi potenziali impatti negativi generati in corrispondenza delle aree di cantiere relativamente alla produzione e scarico della acque di lavorazione ed alla potenziale contaminazione delle acque superficiali.

Le acque sotterranee possono essere alterate da modificazioni chimiche o fisiche indotte dalle lavorazioni.

Acque superficiali

Per quanto riguarda le acque di lavorazione, la loro produzione durante la fase di costruzione è circoscritta alle aree destinate ai cantieri.

In questo caso, gli impatti saranno trascurabili, poiché per tutte le aree di cantiere sarà prevista **un'adeguata rete di drenaggio e di scarico** e verranno adottate tutte le misure per evitare l'inquinamento, compreso lo scarico di fango, melma ,ecc., in qualsiasi corso d'acqua o drenaggio, nel rispetto delle leggi vigenti sull'inquinamento dell'ambiente.

Sarà opportuno collegare i servizi igienici di cantiere alla **fognatura dinamica** urbana ovvero, in assenza di questa, procedere alla realizzazione di pozzi disperdenti o reti di sub irrigazione a valle di fosse settiche tipo Imhoff dimensionati come per legge, in ragione delle caratteristiche di assorbimento dei terreni superficiali e del numero di utenti equivalenti costituiti dagli operai e tecnici addetti al cantiere.

In altri siti si dovranno utilizzare servizi igienici da cantiere di tipo chimico a norma. Nel caso di immissione diretta si dovrà assicurare il rispetto dei parametri per lo sversamento nei ricettori esistenti.

Acque sotterranee

Anche nel caso in esame, come spesso accade, soprattutto in casi di terreni sciolti, si potrà rendere necessario il consolidamento del terreno sia attorno alle gallerie, sia sul fondo dei manufatti a cielo aperto, se interferenti con la falda.

In tutti i casi, i materiali che vengono introdotti nel terreno avranno caratteristiche non inquinanti e comunque non nocive, anche per tempi lunghi ed in presenza di acqua sia di infiltrazione che di



falda.

Pertanto si garantisce che il prodotto solidificato non sia affetto da fenomeni di instabilità o reversibilità chimica e/o fisica, salvaguardando inoltre la falda da qualsiasi vigente a tutela delle acque utilizzate per uso potabile e in particolare della direttiva 98/83/CE del 3 novembre 1998 e del Decreto attuativo D. Lgs. n.31 del 2.2.20016, a tutela delle acque dall'inquinamento, essendo a conoscenza del fatto che tutta la falda idrica del sottosuolo è utilizzabile potenzialmente per l'approvvigionamento dell'acqua potabile.

Le principali categorie di miscele utilizzate, ed i relativi campi d'applicabilità orientativi, sono le seguenti:

- a) sospensioni di granuli solidi in acqua quali miscele cementizie, composte da cementi normali ed eventualmente da inerti e argille;
- b) sospensioni di granuli solidi ad elevata penetrazione quali miscele composte da cementi fini o microfini eventualmente abbinati ad inerti micronizzati;
- c) soluzioni colloidali di silicato di sodio o di liquore di silice che per mezzo di agenti acidi, sali polivalenti, e composti inorganici, si trasformano in gel di silice o silicati di calcio;

Non saranno utilizzate le miscele di tipo acrilico e poliuretano.

Un altro aspetto relativo alle possibili interferenze generate dai lavori con le acque sotterranee è connesso alle interferenze con la falda in corrispondenza dei manufatti. Per i manufatti a cielo aperto, confinati da paratie, si ottiene facilmente un abbassamento del battente di falda comportate di filtrazioni modeste e conseguenti agrottamenti di piccoli volumi d'acque che non alterano il bilancio idrico della falda.

Questo fenomeno interessa solo le aree di scavo e non comporta il rischio di asportazione di materiale fine purché si controlli la distanza degli edifici dal punto di agrottamento.

Nelle gallerie a foro cieco, con presenza di scavi al di sotto del livello di falda, non è consentito abbassare il livello della falda stessa con metodologia tipo Well-point o simili. A causa di ciò è opportuno segnalare i seguenti aspetti:

- va prescritto un **monitoraggio continuo del livello della falda nella area** di progetto anche dopo la conclusione delle opere.
- L'impermeabilizzazione delle strutture interrato dovrà possedere standard tali da proteggere sia il manufatto dalle infiltrazioni delle acque di falda che la falda dal rischio di inquinamento per percolazioni.

Suolo

Premettendo che le azioni tipiche delle costruzioni in esame, dal momento che si sviluppano su suolo urbanizzato, non si traducono in impatti, poiché i contesti dei suoli urbani sono fortemente alterati ed impermeabilizzati, si possono tuttavia correlare, nel modo che segue, le azioni con i potenziali effetti:

1. Occupazione fisica del suolo, che comporta l'effetto potenziale di distruzione diretta del suolo.
2. Movimentazione di terra, che comporta l'effetto potenziale di compattazione.
3. Movimentazione di macchinari e costruzione di viabilità di accesso, che comporta l'effetto potenziale dell'aumento dell'erosione.
4. Attività di consolidamento e scavo del terreno, che comporta l'effetto potenziale di problemi legati allo stoccaggio e allo smaltimento dei rifiuti.
5. Alterazione morfologica delle reti di drenaggio, che comporta l'effetto potenziale l'alterazione del bilancio idrico e del modello di drenaggio.

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

A fronte di questa teorica elencazione, si può sostenere che in ambito urbano, l'unico aspetto significativo è legato alla **occupazione temporanea** di suolo e, nel caso in specie, all'occupazione delle aree di stazione e dei pozzi con conseguente modificazione temporanea della circolazione automobilistica e pedonale, mentre non si genereranno i potenziali effetti, oggetto dell'elenco che precede.

Gli eventuali rifiuti solidi di cantiere, quasi tutti prodotti dalla presenza degli operai e dei tecnici impiegati e dai mezzi d'opera, dovranno comunque essere oggetto di stoccaggio temporaneo e smaltimento secondo il dettato del D.Lgs.22/97 "Attuazione delle direttive 91/156/CEE, 91/689CEE, 94/62/CE sui rifiuti pericolosi, imballaggi rifiuti da imballaggio.

Il terreno di smarino proveniente dallo scudo EPB sarà classificato a seconda della natura dell'agente fluidificante utilizzato per liquefare il terreno da scavare.

I rifiuti prodotti, possono essere depositati temporaneamente, purché si rispettino le seguenti condizioni:

- il quantitativo di rifiuti non pericolosi non deve superare i 20 mc oppure essere asportato ogni tre mesi;
- il quantitativo di rifiuti pericolosi depositati non deve superare i 10 mc oppure essere asportato ogni due mesi;
- il deposito temporaneo deve essere effettuato nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito di sostanze pericolose;
- i recipienti, fissi e mobili, contenenti sostanze pericolo se devono essere contrassegnati da etichette o targhe ben visibili;
- è vietata la miscelazione di categorie diverse di rifiuti pericolosi, così come tra rifiuti pericolosi e non pericolosi;
- il deposito temporaneo di rifiuti pericolosi deve essere notificato alla Provincia;
- è essenziale controllare che la produzione dei rifiuti non superi i quantitativi limite oppure i tempi di smaltimento.

Riguardo all'ubicazione delle aree previste per il deposito del materiale scavato, questo verrà stoccato definitivamente - sulla base degli esiti delle analisi su campioni - nelle aree di mitigazione ambientale previste nell'ambito della realizzazione del progetto o in altre aree idonee da individuare al momento della esecuzione dei lavori. Il materiale scavato subirà le opportune analisi per escludere che debba essere considerato rifiuto.

Infatti, la presunta esclusione dal regime dei rifiuti delle terre di scavo, a norma dell'art. 10, comma 1 della legge 93/2001, riguarda anche le terre e le rocce di scavo riutilizzate effettivamente per riempimenti, rinterri, rilevati. Solo nel caso in cui non sia superata concentrazione di inquinanti rispetto ai "limiti di accettabilità stabiliti dalle norme vigenti".

L'art. 10 comma 1 della Legge n. 93/2001 modifica il decreto Ronchi e pertanto si ritiene che queste norme siano rappresentate dal D.M. n. 471/1999, infatti, è questo l'unico provvedimento che ad oggi stabilisce tali limiti di accettabilità.

Discariche

La realizzazione del progetto in studio comporta, come una delle attività di maggior momento, sia dal punto di vista del costo che da quello delle quantità in gioco, così come dai potenziali impatti che l'attività stessa genera, quella degli scavi per la realizzazione delle gallerie e delle stazioni e pozzi.

Questa attività, oltre agli impatti relativi alle vibrazioni indotte dalla macchine operatrici nel sottosuolo, produce rumori e polvere, i primi generati dai mezzi d'opera e di trasporto e i secondi

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

dal trasferimento e scarica delle rocce provenienti dal marino.

Nel complesso, le volumetrie del materiale di scavo sono costituite da rocce e terreni provenienti dalle gallerie che vengono estratti dalle estremità del fronte di attacco delle perforatrici posto nell'area che sarà destinata a deposito dei treni.

Il materiale estratto da questi fronti di attacco dello scavo, man mano che il fronte in scavo procede, sarà trasportato, con mezzi di vario genere, tipo trenini Decouville, che procederanno carichi del materiale di scavo nel senso inverso all'avanzamento del fronte, sicché nelle fasi terminali della realizzazione delle gallerie, in prossimità della stazione Notarbartolo, avverrà che l'estrazione del materiale dovrà essere effettuata ripercorrendo a ritroso tutto il tracciato delle gallerie già realizzato.

Sui piazzali da realizzare nell'area in prossimità dello svincolo Oreto, verranno così a riversarsi le notevoli quantità di rocce e terreni provenienti dai lavori in galleria, per eventuali accumuli provvisori in attesa del trasporto a scarica.

In ragione dell'organizzazione del cantiere e della calibratura fra le capacità di carico e velocità di trasporto dei camion dal cantiere alla scarica e la produzione media oraria di mc di materiale di scavo, assicurata dalle macchine perforatrici, sarà possibile evitare o ridurre al massimo l'accumulo temporaneo di marino, in attesa del caricamento sui mezzi di trasporto destinati a scarica.

Il bilancio complessivo sarà anche condizionato da fattori estranei all'organizzazione del cantiere e dalla capacità produttiva delle macchine perforatrici in galleria, in quanto, eventuali ritardi nella frequenza dei trasporti a scarica, indotti da condizioni di traffico o da fattori climatici, non dovrebbe ripercuotersi negativamente sui tempi di avanzamento dello scavo e quindi potranno configurarsi condizioni per le quali i materiali di accumulo sui piazzali dovrà supplire alla mancata sincronia tra produzione e trasporto del marino.

Evidentemente l'attività di deposito temporaneo e successivo caricamento sui mezzi di trasporto, costituendo un'ulteriore movimentazione del marino, avrà conseguenze negative per i fattori impattanti tipici quali la produzione di polvere e il rumore delle macchine operatrici e pertanto si dovrebbe, in fase di previsione del cantiere, attivare procedure idonee a scongiurare o a ridurre queste eventualità.

Il progetto comporta una volumetria delle rocce da scavare per la realizzazione delle due gallerie in parallelo, pari a mc 631.000 ~, e per le stazioni e pozzi di mc 571.600, per un totale di mc 1.202.600 circa.

Considerando che il materiale estratto, per le sue caratteristiche fisiche e per la modalità di estrazione, aumenti di volume con un coefficiente pari a circa 1,40, si ricava che la quantità totale di rocce da trasportare a scarica sarà pari a mc 1.683.640.

Il trasporto a scarica di una così cospicua volumetria di rocce frantumate e terreni, comporta un duplice ordine di problemi: l'individuazione dei luoghi di deposito adeguatamente dimensionati ad accogliere il materiale escavato e le caratteristiche della viabilità destinata ai mezzi di trasporto dal cantiere alle discariche.

Il primo aspetto non può formare oggetto di una statuizione definitiva in questa sede, in quanto i luoghi idonei al deposito definitivo dei rifiuti provenienti dalle gallerie e dalle altre opere connesse, devono corrispondere alle aree di scarica pubblica autorizzata come previsto dalle leggi e dai regolamenti vigenti.

Questa ingente quantità complessiva di materiale da conferire a scarica può anche sortire effetti negativi quali:

- il rapido esaurimento delle aree di scarica pubblica, sottraendo all'uso collettivo queste aree,

utili per apporti plurimi e più modesti, relazionati con le tradizionali trasformazioni nell'ambito urbano si ottiene l'effetto negativo di indurre la necessità di reperire altre aree da attrezzare per esigenze future.

Appare quindi più utile, in ragione delle notevoli quantità in gioco, destinare questo materiale di risulta a trasformazioni ambientali che possono costituire un miglioramento di aree altrimenti degradate.

Le cave di calcare esaurite, presenti nell'ambito del palermitano, potevano rappresentare siti idonei per depositi definitivi dello smarino. A seguito di variate condizioni si è proceduto ad individuare siti alternativi alla cava abbandonata di Sferracavallo e alla destinazione dello smarino per i lavori portuali: i siti di Sciarra e di Bolognetta. Anche altre aree, in ragione di interventi già previsti e che comporterebbero l'accumulo di rocce da prelevare da cave, attive o meno, con conseguente dispendio di energie, possono essere individuate per questo scopo, evitando in tal modo ulteriori impatti indotti da queste opere programmate.

Nell'ambito del presente studio non è possibile andare oltre nella prefigurazione dei luoghi idonei per la discarica del materiale proveniente dagli scavi tutti che saranno realizzati per l'intero impianto e ciò in ordine ai seguenti fattori:

1. Le aree individuate possono essere oggetto di previsione di analoga destinazione anche per altri consistenti lavori programmati per la città di Palermo (ed in avanzata fase di studio o di iter amministrativo preordinato all'affidamento dell'appalto per la realizzazione delle opere) quali:

- La chiusura dell'anello ferroviario in galleria che prevede cospicui movimenti di terra
- La realizzazione della cosiddetta "strada del porto" che prevede la realizzazione in galleria di un lungo tratto di viabilità che connette l'ambito portuale alla circonvallazione nei pressi dello svincolo di viale Strasburgo
- Altri grandi lavori infrastrutturali ed edilizi che la città può realizzare nell'arco temporale che separa la redazione del presente studio con l'avvio della fase esecutiva delle opere per la realizzazione della linea di metropolitana.

2. l'area del porto potrebbe non rendersi disponibile nel tempo a seguito di variazioni del piano di sviluppo Portuale attualmente vigente che prevede la realizzazione di vasti ampliamenti delle banchi esistenti.

3. Le incertezze connesse al reperimento di queste aree di deposito, quindi, non consentono un bilancio attendibile degli impatti dipendenti dalle attività di trasporto per i seguenti motivi:

1. La frequenza e la durata dei tragitti da e per dei camion dipende dalla distanza che separa il cantiere dai siti di deposito, ed è proprio la frequenza di questi un elemento che induce particolare disagio agli abitanti delle aree attraversate ed alle attività umane in esse attive;
2. Gli elementi di impatto derivanti dalle attività di trasporto e discarica, sostanzialmente polveri e rumori, variano in ragione del tragitto, della durata e della frequenza del trasporto.
3. Le aree di deposito, in ragione della loro condizione di maggiore o minore concentrazione di attività umane prossime, possono caratterizzarsi come luoghi di maggiore o minore vulnerabilità per gli impatti indotti dalle discariche attivate nell'area.

Nell'ipotesi tuttavia che si mantenga nel tempo frequentabile la soluzione più aggiornata, lo Studio contiene in allegato relazioni, corredate da grafici esplicativi e da documenti e attestati riferiti ai Siti individuati



Gli scavi che verranno effettuati per la realizzazione delle stazioni e per la realizzazione dei pozzi di areazione produrranno volumi di marino di più ridotta entità che non potrà essere accumulata in situ nella fase di scavo al fine di non estendere oltre l'indispensabile il perimetro dei cantieri in ambiti urbani.

I cantieri per i pozzi e le stazioni dovranno avere l'estensione più limitata a causa delle loro forte interferenza con la viabilità e la vita sociale stante la loro condizione di centralità rispetto agli ambiti urbani di più alta densità.

Per questi interventi si rimanda ai successivi capitoli per una migliore identificazione puntuale degli impatti e dei disagi generati da questo fattore in contesti urbani densamente costruiti.

I trasporti a discarica dei materiali di scavo provenienti dai siti di stazioni e di pozzi necessariamente coincideranno con l'utilizzo di **viabilità esistente** d'area e presenteranno un elevato impatto con il traffico cittadino per la durata dei lavori di scavo e di realizzazione dei getti in calcestruzzo armato o messa in opera di prefabbricati, per la esigenza di fornitura dei materiali da costruzione ai siti di cantiere.

Di seguito verranno esaminati i possibili interventi di mitigazione connessi agli impatti dovuti alle attività di trasporto a discarica del marino proveniente dagli scavi.

Sottosuolo

Durante la fase di costruzione si riscontreranno le principali azioni impattanti sulla componente sottosuolo.

Considerando che il tracciato dell'opera si sviluppa in ambito urbano si individuano le seguenti azioni impattanti caratteristiche:

1. sull'insieme dei sottoservizi (rete fognaria, telefonica, gas, illuminazione);
2. sulle fondazioni degli edifici.

Relativamente al punto 1., è evidente che l'utilizzo di tecniche di scavo a foro cieco non interferisce in alcun modo con l'esistente rete dei sottoservizi, in quanto, come precedentemente descritto, anche i collettori di maggior sezione a Palermo sono collocati ad una quota notevolmente superiore rispetto al piano delle gallerie della metropolitana.

Il metodo costruttivo a cielo aperto invece interessa quasi completamente la rete dei sottoservizi. Questi interventi possono costruire una occasione per una riorganizzazione più razionale degli stessi, per esempio procedendo ad una unificazione di sottoservizi raccolti in canali ispezionabili a marciapiede, che potranno evitare nel futuro, ulteriori scavi.

Si prescrive che durante i lavori si proceda a **garantire una ispezione** delle caditoie delle polifore degli impianti telefonici con controlli periodici e rimozione degli eventuali residui di lavorazione.

Relativamente al secondo aspetto, connesso alle fondazioni degli edifici, prossimi o soprastanti le aree di intervento, sarà necessario, al fine di minimizzare le interferenze e gli impatti dovuti ai processi dei lavori di scavo nelle due distinte modalità in modo da assicurare il perdurare delle condizioni di staticità e sicurezza dei manufatti edilizi.

Questo comporterà il procedere con le cautele idonee a scongiurare danni o lesioni.

Si prescrive che venga preventivamente collocata una **rete di capisaldi di livellazione sui manufatti potenzialmente aggrediti dalle interferenze**: sedi stradali, fabbricati e sottoservizi adiacenti, con verifica dei capisaldi frequente nel corso delle lavorazioni.

Può verificarsi il caso che la collocazione di strumenti di misura e controllo comportino temporanea occupazione di suolo o diparti di edifici, per lo più ai piani cantinati. È necessario che in sede di definizione esecutiva di dettaglio dei lavori, venga precisata la estensione e le caratteristiche della



rete di controllo e di monitoraggio dei fabbricati.

Sarà buona norma procedurale, in caso si verifichi l'esigenza di consolidamenti in prossimità di edifici, evitare la perdita di consistenza del terreno trattato applicando la procedura di **eseguire il trattamento di consolidamento a campioni** sfalsando le zone di intervento e garantendo sufficiente un tempo per la presa prima di procedere nei tratti vicini.

Indagine su fabbricati

L'indagine è finalizzata all'identificazione della tipologia strutturale, del tipo di fondazione e dello stato di consistenza delle strutture.

Tale indagine, svolta per ogni singolo edificio, ha consentito di estrapolare un giudizio preliminare che evidenzia la sua vulnerabilità rispetto alle azioni indotte dalla costruzione della linea.

I sopralluoghi per il censimento delle opere civili sono stati affiancati con la ricerca della documentazione esistente per la redazione di apposite schede riassuntive.

L'indagine ha anche censito gli edifici più significativi ricadenti nella fascia di influenza delle gallerie.

Si è proceduto alla individuazione di tutti gli edifici ricadenti all'interno della fascia di influenza delimitata da una fascia di metri 30 dagli assi delle due gallerie.

Sono stati censiti in totale 657 edifici.

Il rilievo e la schedatura sono stati limitati agli edifici di interesse storico e/o recettori sensibili ed a quelli più rappresentativi delle situazioni riscontrate, per un totale di 309 unità.

Per ogni edificio si è individuata:

- l'ubicazione,
- la tipologia edilizia e costruttiva,
- il tipo di fondazione,
- il terreno con cui interagisce,
- l'eventuale presenza di cavità
- una valutazione del grado di vulnerabilità dell'edificio.

I terreni di fondazione sono stati esaminati attraverso le stratigrafie di sondaggi eseguiti, per altre opere, in prossimità della zona oggetto di indagini.

Per ogni singolo edificio ricadente nell'area di influenza della linea, è stata condotta un'indagine di dettaglio anche con raccolta di documenti originali.

Le fondazioni quasi sempre non ispezionabili, sono state dedotte sulla base della tipologia strutturale rilevata in situ.

Per i piani interrati, per il piano terra e il primo piano si è fatto un rilievo anche dell'interno, previa richiesta di disponibilità a proprietari e inquilini.

Le osservazioni fatte all'interno e all'esterno hanno consentito una descrizione strutturale dell'edificio. In particolare si è descritta la tipologia di struttura, il tipo di orizzontamenti, i dissesti in atto e le modificazioni strutturali avvenute.

Spesso sono state acquisite informazioni sulla storia dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive direttamente dall'impresa costruttrice, dagli amministratori o dai proprietari.

Poiché gran parte dei fabbricati ubicati lungo questa tratta risalgono alla fine dell'800 e alla prima metà del '900 non è stato possibile presso i predetti uffici reperire la documentazione progettuale. Pertanto si è tentata una ricerca più diretta di tali documentazioni, richiedendola ad inquilini, proprietari ed amministratori.

Talvolta gli elaborati rinvenuti non sono di progetto ma relativi a progetti di ristrutturazioni e



sanatorie successive.

La scheda di ciascun fabbricato contiene inoltre una documentazione fotografica riportante i prospetti dell'edificio e le lesioni eventualmente presenti, nonché una sezione trasversale alla linea ferroviaria illustrante i rapporti plano-altimetrici fra l'edificio in questione e l'opera in progetto.

I rilievi effettuati durante la campagna di indagine hanno evidenziato che gli edifici hanno sistema costruttivo-strutturale appartenente alle seguenti tipologie:

- Strutture in muratura
- Strutture in calcestruzzo armato
- Strutture miste

Le osservazioni sullo stato di consistenza della struttura sono state trasformate in valori numerici che permettono di identificare un cosiddetto **indice di consistenza della struttura**.

Sono stati utilizzati come fattori valutativi le lesioni, le corrosioni e l'umidità. Ad ogni fattore è collegato un aggettivo e un relativo punteggio. L'aggettivo è attribuito nel corso del rilievo. Quindi si definisce l'indice di consistenza S, come la sommatoria dei punteggi relativi ai fattori individuati:

$$S = \sum C_i$$

Lo stato di consistenza si dice:

Buono se $0 \leq S < 20$

Discreto se $20 \leq S < 50$

Mediocre se $50 \leq S < 80$

Pessimo se $S \geq 80$

Nel corso dell'indagine si è tenuto conto, quale fattore fondamentale ai fini della **valutazione della vulnerabilità degli edifici**, la presenza o meno di modificazioni apportate alla struttura in tempi successivi alla costruzione.

Sulla base delle osservazioni in sito si è assegnato un punteggio ad ogni modificazione, crescente con l'importanza della stessa rispetto alla variazione del funzionamento della struttura, e si è definito un **indice delle modificazioni strutturali**, ottenuto dalla somma dei singoli punteggi: $M = \sum C_i$. Le modificazioni strutturali si dicono:

Lievi se $0 \leq M < 20$

Modeste se $20 \leq M < 50$

Rilevanti se $50 \leq M < 80$

Importanti se $M \geq 80$

Si è ritenuto importante, sin da questa fase preliminare di indagine, valutare il **parametro vulnerabilità** che consente di individuare quantitativamente la capacità degli edifici di resistere alle modifiche dello stato di sollecitazione conseguenti ai cedimenti indotti dallo scavo di gallerie.

Per esprimere sinteticamente la vulnerabilità, quantizzandola anche con un indice, si è elaborata una tabella di calcolo che rappresenta il prodotto finale di un attento studio teorico preliminare, integrato da sopralluoghi tecnici lungo il tracciato della linea metropolitana.

Tale **indice di vulnerabilità** è stato determinato associando un peso ad alcuni parametri caratteristici dell'edificio, della fondazione e del terreno. La sua valutazione avviene attribuendo un fattore a ciascun parametro, suddiviso in campi rappresentanti diverse tipologie, ciascuno con diverso peso numerico. La somma tra i prodotti ottenuti moltiplicando il fattore F_j con il valore attribuito al campo C_i fornisce l'indice di vulnerabilità V.

L'indice di vulnerabilità assume valori compresi fra un minimo di 10 e un massimo di 100.

L'edificio si dice:

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

Poco Vulnerabile se $10 \bullet V < 30$

Mediamente Vulnerabile se $30 \bullet V < 55$

Vulnerabile se $55 \bullet V < 80$

Molto Vulnerabile se $80 \bullet V < 100$

Il progetto della linea di metropolitana si è basato sulle conclusioni di questo studio essenziale per assicurare la stabilità dei manufatti di superficie.

Lo sviluppo planoaltimetrico del tracciato ha risentito notevolmente delle informazioni desunte dallo studio e alcune delle alternative sono state introdotte proprio a seguito delle risultanze dello studio stesso, applicando un criterio di cautela per allontanare il tracciato sotterraneo dai manufatti risultati più vulnerabili.

Rumore

Traffico

Generalmente, la realizzazione di una linea metropolitana in ambito urbano si colloca in un sito in cui è già presente un traffico veicolare di entità non trascurabile.

Pertanto il movimento di automezzi previsto durante la realizzazione dell'opera va a sommarsi a situazioni di traffico preesistente, e quindi l'aumento di traffico non dovrebbe comportare un incremento sensibile dei valori acustici presenti ante-operam nelle aree interessate dai lavori, ad eccezione di situazioni puntuali, che riguardano essenzialmente le attività connesse alle realizzazioni di manufatti a cielo aperto.

Comunque, per una corretta valutazione del clima acustico durante i lavori, è opportuno eseguire:

- un rilievo del disturbo da rumore da traffico nella situazione ante operam, sulle vie che verranno successivamente percorse dai camion e dai mezzi di cantiere;
- una stima dell'aumento dei volumi di traffico, in particolare dei mezzi pesanti nelle strade urbane di quartiere o locali e del conseguente incremento di rumore.

2.5.2 Aree di cantiere

Le attrezzature generalmente impiegate generano livelli di rumore di una certa entità.

Per la quantificazione dell'energia sonora emessa dai mezzi di cantiere si può fare riferimento alla banca dati presente nelle normative CEE (86/662, 87/405 e 89/514) e italiane D.L. (135e 137 del 27/01/92). In particolare è stata impiegata la banca dati della nuova norma UE 14/2000 che definisce i livelli massimi di potenza sonora che possono avere i macchinari operanti all'aperto, e la cui attuazione, a livello nazionale, è avvenuta con D.L. n. 262 del 04.09.20028.

I valori di potenza sonora per i macchinari generalmente utilizzati sono i seguenti:

- Il D. lgs che recepisce la normativa fissa al gennaio 2003 (il limite previsto dalla UE era gennaio 2002) il divieto di commercializzare attrezzature non adeguate ai nuovi limiti di rumore (con un taglio stimato in circa 3 decibel), mentre la piena attuazione (fase II) viene fissata al gennaio 2006 con potenza netta installata 15 kW (dati tratti dalla direttiva UE 14/2000; L_w è il livello di potenza sonora in dB(A)).

Dati i valori di potenza sonora alla sorgente, è molto probabile che ai ricettori più prossimi ai cantieri a cielo aperto si riscontrino valori in termini di dB(A) superiori ai limiti massimi fissati per legge per il rumore in ambiente esterno.

La normativa di riferimento in materia di emissioni sonore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno è dettata dalla legge quadro sull'inquinamento acustico (legge 447/1995 e decreti attuativi) e in via transitoria dal D.P.C.M. 1 marzo 1991.

Questa norma, in base alla quale vengono fissati valori limite di emissione e di immissione delle sorgenti sonore, oltre che valori di attenzione e di qualità, assume rilevanza per tutte le attività



produttive idonee a produrre rumore nell'ambiente esterno.

In questo caso l'impresa ha l'obbligo di misurare l'inquinamento acustico prodotto e di rispettare i valori limite fissati dalla legge in riferimento alla zonizzazione effettuata dai Comuni.

Qualora l'impresa non sia in grado di rispettare tali valori, per attività temporanee, quale può essere appunto un cantiere edile o di ingegneria civile, ha l'obbligo di chiedere un'autorizzazione in deroga al comune di pertinenza, per essere autorizzata transitoriamente al supero dei limiti previsti.

L'autorizzazione va richiesta al comune, secondo un formulario che varia da un ente all'altro e che quindi va richiesto all'ente specifico. Ciò che non varia sono invece i limiti da rispettare ed i contenuti di massima delle documentazioni da produrre.

Come già previsto dal decreto del 1991, si prevede la divisione del territorio comunale in 6 aree.

In attesa che i comuni provvedano alla zonizzazione acustica, si applicano i seguenti limiti provvisori (articolo 6, comma 1, del DPCM 1/3/91): Tab. II: Limiti di accettabilità in assenza di classificazione del territorio comunale (D.P.C.M. del 1 marzo 1991).

Evidentemente, qualunque sia lo stato della zonizzazione, e quindi qualunque sia il limite da rispettare, ogni cantiere temporaneo e mobile che preveda l'esecuzione di opere di scavo, demolizione e simili, immette nell'ambiente circostante entità di rumore che non consentono il rispetto dei valori stessi. L'impresa, all'atto pratico d'inizio del cantiere (almeno 20-30 gg. prima dell'effettiva apertura del cantiere e/o dell'inizio delle attività rumorose), deve provvedere ad inoltrare al comune la documentazione prevista, che comprende almeno:

- due planimetrie, una con l'individuazione del cantiere, con particolare riferimento all'individuazione dell'area dell'ambito della zonizzazione o dei parametri di cui sopra, nonché alle attività e fabbricati circostanti, l'altra con il posizionamento, all'interno del cantiere, delle macchine o attività rumorose;
- una relazione contenente i dati fonometrici (misurati direttamente o desunti dai libretti delle macchine) relativi alle macchine e agli impianti utilizzati;
- una relazione contenente la descrizione delle attività rumorose svolte e dei tempi presumibili di effettuazione e di durata delle stesse;
- una relazione di un tecnico competente in acustica ambientale, che valuti l'emissione di rumore al di fuori delle aree di cantiere e sulle attività e fabbricati circostanti.

Il mancato ottenimento dell'autorizzazione - che di solito ha durata di un anno, salvo richiesta motivata di proroga, è sanzionato ai sensi dell'art. 10 della L. 447/95.

Con riferimento al comune di Milano, si prescrive che:

- gli impianti più rumorosi a funzionamento continuo (ad es. generatori di corrente, betoniere, compressori) devono essere localizzati il più lontano possibile dai ricettori più vicini;
- le lavorazioni più rumorose devono essere eseguite in periodo diurno;
- le attività non devono comunque superare per il Leq in esterno: in orario diurno (8.00-21.00) il valore di 75 dB(A) (Leq orario); in orario notturno (21.00-8.00) il valore di 65 dB(A). Le misure sono da effettuarsi alla facciata degli edifici, primi ricettori, ad un metro dalla facciata stessa;
- deve essere dato, con congruo anticipo, avviso alla popolazione degli stabili interessati dalle emissioni sonore, degli interventi considerati più rumorosi, indicando natura, tempo ed orari di tali interventi.

Altra considerazione importante è che il cantiere deve rispettare la normativa nazionale sui limiti d'esposizione dei lavoratori (DL n. 277 del 15.08.1991); pertanto, è preferibile adottare idonee soluzioni tecniche e gestionali in grado di limitare la rumorosità delle macchine e dei cicli di



lavorazione, piuttosto che intervenire a difesa dei ricettori adiacenti alle aree di cantiere.

La riduzione delle emissioni direttamente sulla fonte di rumore può essere ottenuta tramite una corretta scelta delle macchine e delle attrezzature, prescrivendo opportune procedure di manutenzione dei mezzi e delle attrezzature e, infine intervenendo quando possibile sulle modalità operazionali e di predisposizione del cantiere.

Si riporta nel seguito una check-list di primo livello, finalizzata a limitare all'origine la rumorosità nelle aree di cantiere, anche secondo quanto previsto nei piani della sicurezza.

1 Scelta delle macchine e delle attrezzature e miglioramenti prestazionali:

1.1 le macchine e le attrezzature devono essere omologate secondo le direttive CEE e i successivi recepimenti nazionali;

1.2 la prevenzione si esplica sin dalla fase di acquisto, optando per attrezzature silenziate;

1.3 le macchine devono essere dotate d'indicazioni sul livello di emissione sonora nella postazione di guida;

2 Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature:

2.1 eliminare attriti attraverso operazioni di lubrificazione;

2.2 sostituire i pezzi usurati e che lasciano giochi;

2.3 serrare le giunzioni;

2.4 porre attenzione alla bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;

2.5 verificare la tenuta dei pannelli di chiusura dei motori, ecc..

3 Modalità operazionali e predisposizione del cantiere:

3.1 orientare gli impianti che hanno un'emissione direzionale in posizione di minima interferenza;

3.2 localizzare gli impianti o le aree di lavorazione più rumorose alla massima distanza dai ricettori critici o in posizione di minore impatto sulle residenze; ciò significa che la posizione reciproca fra la sorgente del rumore e il ricettore deve essere tale da minimizzare l'effetto diretto;

3.3 utilizzare basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;

3.4 sviluppare un programma dei lavori che tenga indebita considerazione le caratteristiche tipologiche dell'intervento, ma che al tempo stesso eviti situazioni di utilizzo contemporaneo di più macchinari ad alta emissione di rumore in aree limitrofe;

3.5 evitare o limitare allo stretto necessario le attività nel periodo notturno e nelle prime/ultime ore del periodo diurno (6÷8 e 20÷22);

3.6 valutare la possibilità di confinare le lavorazioni ritenute "rumorose" nelle zone più lontane da eventuali ricettori;

3.7 imporre delle direttive agli operatori in modo da evitare comportamenti inutilmente rumorosi;

3.8 evitare l'uso scorretto degli avvisatori acustici.

Oltre a queste prescrizioni e provvedimenti, che possiamo definire attivi, può essere adottata una serie di interventi passivi, che consistono essenzialmente nell'interporre tra la sorgente e il ricettore opportune schermature in grado di produrre, in corrispondenza del ricettore, una riduzione del livello sonoro. Tali provvedimenti possono essere attuati nei seguenti modi:

- creare al perimetro delle aree di cantiere barriere provvisorie;
- progettare idonee barriere mobili finalizzate a proteggere, limitatamente alla durata dell'attività critica, aree o ricettori sensibili presenti.

Infatti, quando il rumore di una lavorazione o di una attrezzatura non può essere eliminato o ridotto, si devono porre in essere protezioni collettive di schermatura supplementare alla sorgente disturbante (insonorizzazione) che modifichino sostanzialmente il livello di emissione di rumore



nell'ambiente circostante. Il tipo d'intervento deve essere valutato non solo per quel che riguarda il risultato ottenibile dal punto di vista acustico, ma deve essere interfacciato a quella che è la tecnologia impiegata nel rispetto della funzionalità richiesta, garantendo al contempo le esigenze acustiche e le necessità tecniche.

In termini pratico-operativi si tratta di frapporre ostacoli o barriere che disturbino la trasmissione sonora ovvero la ricezione della fonte d'emissione disturbante.

Le barriere acustiche ad alta capacità fonoisolante sono molto diffuse negli impianti industriali fissi, mentre nei cantieri sono assolutamente inutilizzate per la loro delicatezza e deperibilità oltre che per la costante necessità di essere riposizionate all'avanzamento spaziale della lavorazione.

Grande efficacia protettiva possono garantire anche barriere acustiche improprie realizzate per esempio operando opportunamente lo stoccaggio dei materiali in lavorazione. La frapposizione di stoccaggi tra la sorgente rumorosa e il ricettore realizza infatti una protezione attiva senza rappresentare un aggravio dei costi né un problema logistico per l'organizzazione delle lavorazioni. Nel caso dei lavori realizzati a foro cieco, in generale risultano minimizzati gli impatti acustici in superficie, ad eccezione dei punti d'attacco delle gallerie.

Se ubicati in pieno tessuto abitativo urbano, tali pozzi, costituendo spazi di servizio per consentire le movimentazioni di cantiere, presentano rilevanti problemi d'impatto, con particolare riferimento alla componente rumore.

Pertanto, in rapporto alle particolari ubicazioni del pozzo di servizio e delle annesse aree di cantiere, tutte le attrezzature, i macchinari e gli impianti che saranno installati e fatti funzionare nell'ambito degli stessi, dovranno essere azionati da motori elettrici o idraulici e risultare i più silenziosi possibile; saranno altresì attuati tutti quei provvedimenti atti a ridurre al minimo la rumorosità di tutte le operazioni (caduta dei materiali nelle tramogge, circolazione, carico e scarico di automezzi, ecc.) connesse con la presenza dei cantieri stessi.

Per minimizzare tali disturbi vengono posti vincoli rigorosi allo svolgimento delle attività in queste aree e i pozzi vengono dotati di due tipi d'impianti: uno, è costituito da una piattaforma mobile per il trasferimento dei mezzi d'opera dal piano stradale al piano di scavo delle gallerie; l'altro è un impianto di ventilazione forzata nelle gallerie in fase di esecuzione dei lavori.

Al fine di contenere al massimo la rumorosità, gli impianti vengono dotati di elementi insonorizzanti e posti sotto un capannone metallico tamponato, sia lateralmente sia superiormente, con pannelli fonoassorbenti.

Esperienze precedenti, consentono di affermare l'efficacia della soluzione proposta, in quanto è stata eseguita una verifica delle emissioni di rumore, i cui risultati possono essere, in linea di massima, ritenuti validi in generale, nel caso di lavori in ambito urbano con un elevato livello di traffico.

Vibrazioni

Le vibrazioni possono essere causa di disturbo a persone, edifici, apparecchiature sensibili.

I metodi di valutazione del disturbo alle persone negli edifici sono definiti dalle norme ISO 2631 e UNI 9614. Per quanto riguarda gli edifici, il riferimento normativo è costituito dalla ISO 4866 e dalla UNI 9916. Per le attrezzature sensibili la norma a cui riferirsi è la ISO 8569.

Per quanto riguarda gli effetti sulle persone, l'entità delle vibrazioni in gioco è in generale tale da non determinare problemi per la salute fisica, ad esclusione della possibile interruzione del sonno. Anche vibrazioni d'elevata intensità possono essere tollerate se limitate nel tempo e associate ad eventi di breve durata che non si verificano frequentemente.

Le lamentelle possono essere convenientemente evitate mediante programmi di pubbliche relazioni,



che possono includere annunci, avvisi, segnali d'avvertimento.

Per quanto riguarda la percezione delle vibrazioni, deve essere tenuto presente che la soglia di percezione può variare significativamente da soggetto a soggetto. Pertanto, la valutazione delle vibrazioni non può prescindere dalla valutazione delle lamentele specifiche delle persone.

Per ciò che concerne gli edifici, il livello di vibrazioni che può causare danni alle strutture è sempre di gran lunga superiore a quello che crea disturbo alle persone. Detto in altri termini, prima che si arrivi ad avere un danno ad un edificio, le persone ivi residenti sono già state ampiamente disturbate.

Le attività di cantiere trattate in quest'articolo sono, in generale, non dannose agli edifici. Operazioni, che possono essere pericolose in questo senso, sono per esempio le infissioni di pali o palancole battuti, in prossimità di strutture.

Particolare attenzione deve essere dedicata alla presenza, in edifici in prossimità del cantiere, di attività che comportino l'uso di apparecchiature sensibili. S'intende con il termine apparecchiature sensibili macchine che necessitano per il loro buon funzionamento d'elevata stabilità.

Le cautele che devono essere prese in questi casi possono essere:

- segnalare, con sufficiente anticipo, a chi utilizza queste apparecchiature sensibili, i periodi in cui verrà eseguita una lavorazione che potrebbe comportare disturbo vibrazionale significativo;
- trovare, se possibile, tecnologie d'esecuzione alternative;
- istruire gli operatori di cantiere affinché usino particolare cautele nello svolgimento delle loro attività.

Le operazioni che possono essere causa di disturbo vibrazionale ai residenti:

- demolizioni,
- sbancamento e scavo con macchine operatrici,
- perforazioni nel terreno,
- realizzazione di pali infissi nel terreno,
- scavo di gallerie con macchine operatrici,
- circolazione di mezzi pesanti (camion, escavatori, ecc.).

Bisogna tener presente, com'è anche facilmente intuibile, quanto più ci si allontana dalla sorgente di vibrazione, tanto più il livello di vibrazione indotta si attenua. In particolare, le sorgenti sopra elencate possono essere assimilate a sorgenti di tipo puntiforme, per le quali la divergenza è sferica: ciò significa che l'attenuazione è molto elevata.

Altri fenomeni esistenti in natura, presentano sorgenti di tipo lineare. Ad esempio, il transito di un treno è una sorgente vibrazionale di tipo lineare. In questo caso, l'attenuazione è molto più bassa e addirittura nulla per particolari tipi di onde.

Gli accorgimenti da adottare, per limitare il più possibile il disturbo alle persone, sono analoghi a quelli sopra elencati con riferimento alle apparecchiature sensibili e agli edifici. In particolare, è opportuno limitare le attività fonte di maggior disturbo vibrazionale al periodo diurno e possibilmente non in maniera continuativa.

Vegetazione

Gli impatti con questa componente nella fase di costruzione si verificano soprattutto a livello di rimozione/abbattimento della vegetazione, in particolar modo localizzata nelle aree destinate all'installazione dei cantieri e nei tratti ove si opera con il metodo a cielo aperto.

Generalmente questi interventi sono limitati ai soli manufatti realizzati a cielo aperto, la cui collocazione viene comunque studiata cercando di occupare parte dei marciapiedi delle vie o aree libere da vegetazione, non interessando quindi il patrimonio arboreo esistente, ad eccezione di



alcuni casi circoscritti.

Nelle situazioni d'interferenza con il patrimonio arboreo, si può affermare che tale impatto può essere facilmente compensato attraverso il trapianto delle alberature espianate, nella posizione originaria, o la sostituzione con altre di similare tipologia.

Si ricorda che tutti gli interventi di piantumazione, sia sostitutiva sia nuova, saranno concordati con il settore competente dei comuni interessati.

Importante è anche salvaguardare il patrimonio arboreo posto nelle immediate vicinanze di un'area di cantiere, per il quale deve essere prevista un'idonea protezione.

Nelle aree di cantiere è fatto obbligo di adottare tutti gli accorgimenti utili ad evitare il danneggiamento della vegetazione esistente (lesioni alla corteccia e alle radici, rottura di rami, ecc.).

Nelle aree di pertinenza delle piante è opportuno evitare ogni variazione del piano di campagna originario e l'interramento di materiali inerti o di altra natura.

Il transito di mezzi pesanti all'interno delle aree di pertinenza delle alberature, è consentito solo in caso di carenza di spazio e solo se saltuario e di breve durata.

Nel caso di transito abituale e prolungato, l'area di pertinenza utilizzata per il transito di mezzi pesanti, dovrà essere adeguatamente protetta dall'eccessiva costipazione del terreno tramite apposizione di idoneo materiale cuscinetto (vecchi copertoni ricoperti da tavolati).

Per la difesa contro i danni meccanici ai fusti, tutti gli alberi isolati, le superfici boscate e cespugliate poste nell'ambito di un cantiere devono essere protette da recinzioni solide che racchiudano le superfici di pertinenza delle piante.

Se per insufficienza di spazio non è possibile l'isolamento dell'intera superficie interessata, gli alberi devono essere singolarmente protetti mediante tavole di legno, disposte contro tronco in modo tale che questo sia protetto su tutti i lati.

Tale protezione deve prevedere anche l'interposizione di idoneo materiale cuscinetto e deve essere installata evitando di collocare direttamente le tavole sulle sporgenze delle radici ed inserire nel tronco chiodi, manufatti in ferro e simili.

Rami e branche che interferiscono con la mobilità di cantiere devono essere rialzati o piegati a mezzo di idonee legature protette da materiale cuscinetto.

Al termine dei lavori tali dispositivi dovranno essere rimossi.

Ambiente umano

Il più rilevante impatto che la realizzazione dell'impianto in studio indurrà nel contesto urbano in cui viene realizzato, corrisponde con **l'alterazione dell'ambiente umano** che verrà ad essere generata per il rilevante arco temporale della durata dei lavori.

Per ambiente umano si considerano tutti gli aspetti riguardanti lo svolgimento della vita cittadina.

Questi possono essere così sintetizzati:

1. Modificazioni dei tempi di percorrenza indotti dalla modificazione dei preesistenti **assetto del traffico** generati dalle ostruzioni costituite dai cantieri per le opere di scavo a cielo aperto.
2. Modifica dei **ritmi abituali dei cittadini** per adeguarsi nel corso dei lavori alle modifiche di cui al punto precedente.
3. Disagi indotti nella cittadinanza legati al **rumore** generato dai cantieri per stazioni e pozzi, alle **polveri** dovute al trasporto del materiale di scavo, all'inquinamento ambientale prodotto dal carico sui volumi di traffico generato dai mezzi di trasporto.
4. **Timori e incertezze sul futuro** rispetto alla fruibilità e quindi al valore economico dell'immobile



durante tutto l'arco temporale dei lavori da parte dei proprietari di immobili.

A queste incidenze negative corrispondono e si sommano altre incidenze riferibili all'ambiente sociale quali:

1. La stessa **appetibilità residenziale** di ambiti urbani nel corso dei lavori
2. L'alterazione delle **attività di commercio** negli assi commerciali tradizionali a causa della ridotta accessibilità e dei fastidi ambientali.
3. **Disfunzioni alle altre attività** produttive e del terziario.
4. **Inquinamento visivo** a causa della presenza, nel paesaggio urbano consolidato, dell'alterazione figurale costituita dalla presenza dei cantieri in superficie.
5. Ridotta accessibilità e godimento delle **fruizione turistica** dei siti urbani con valenza monumentale.
6. **Danni alla vegetazione** per asportazione di alberi o per interferenza con apparati radicali di alberature isolate e filari.
7. **Rischi** per la stessa salute **fisica e psicologica** degli abitanti.

Tutti gli aspetti negativi sopra menzionati vengono attivati unicamente nella fase di costruzione che corrisponde al momento dei più alti impatti negativi riscontrabili in tutta la sequenza che conduce alla fase di esercizio.

Questi impatti sono **in parte incompatibili con forme di mitigazione** concretamente sperimentabili e tuttavia è possibile ipotizzare, anche in fase di progettazione esecutiva, misure di mitigazione che, se non possono azzerare, possono validamente ridurre le interferenze tra lavori di costruzione e ambiente urbano.

Si è già detto delle mitigazioni compatibili con la componente polveri e rumori, per quanto riguarda le altre misure di compensazione ipotizzabili, si rimanda la trattazione localizzata in ogni ambito urbano nel quale il progetto prevede la realizzazione di cantieri in superficie, corrispondenti alle aree per le stazioni e per i pozzi di areazione.

Nella fase di esercizio la metropolitana in studio non presenta elementi di impatto negativo se non che quelli derivanti da possibili emissioni di rumori e vibrazioni già trattate in precedenti capitoli.

Gli **impatti positivi** sono molteplici su di essi non appare conducente prolungarsi oltre alla semplice elencazione:

1. Riduzione dei **tempi di spostamento** all'intento della struttura urbana
2. **Potenziamento della intermodalità** tra reti di bus, di tram, di metropolitana ferroviaria, di metropolitana leggera, di trasporti privati su gomma
3. **Riduzione dell'inquinamento atmosferico** indotto dal ridotto volume di traffico di superficie
4. **Economicità del trasporto** per i consistenti volumi di passeggeri per ora connessi alla decuplicata velocità commerciale del mezzo rispetto alle linee di autobus
5. Naturale formazione di **policentricità della struttura urbana** indotta dalla maggiore facilità di accesso ad aree prima marginali
6. Elevazione dell'**appetibilità residenziale** di ambiti urbani prima penalizzati da ridotta accessibilità rispetto al centro città
7. Assoluta non **invasività delle infrastrutture** emergenti in superficie rispetto al paesaggio urbano anche nei suoi luoghi di maggior pregio e stratificazione storica e presenza artistica in quanto l'unico manufatto emergente di una metropolitana è costituito dagli accessi alle rampe e scale mobili che comportano modesta rilevanza planimetrica e altimetrica dei relativi manufatti.
8. Potenziamento del **rango urbano** connesso alla presenza di questa considerata una dotazione infrastrutturale propria delle città più moderne ed evolute.



9. Opportunità offerta dai manufatti emergenti delle stazioni (rampe di accesso e scale mobili) di introdurre una **innovazione significativa dell'arredo urbano** con l'adozione di linguaggi contemporanei messi a confronto con gli ambiti storici come occasione di storicizzazione ulteriore nella stratificazione urbana.

10. La realizzazione di un primo tratto di linea che è la **premessa necessaria** per i successivi prolungamenti ed infittimento delle linee di metropolitana fino a diffondere il mezzo per più ampi tratti e per più vaste dimensioni della struttura urbana, assecondando eventuali espansioni di ambiti residenziali e produttivi.

Considerando l'interesse dovuto all'imponenza e all'alto contenuto tecnologico di un'opera di metropolitana, ma anche l'impatto della cantierizzazione sulla quotidianità dei residenti, è opportuno che venga adottato un **piano di comunicazione** per consentire una partecipazione ampia e collettiva di tutte le parti coinvolte.

Gli obiettivi da perseguire sono i seguenti:

- **fare conoscere e promuovere** il progetto e la sua realizzazione;
- **informare puntualmente** i cittadini sulle attività incorso o in previsione;
- **ascoltare le esigenze** della città e del territorio;
- **cogliere eventuali problematiche** e porvi rimedio.

Interferenza nel traffico e nell'accessibilità

Gli impatti generati nel traffico e nell'accessibilità dalla realizzazione della linea possono dividersi in:

1. diretti, originati dall'occupazione temporanea delle vie, con conseguente deviazione del traffico o parzializzazioni delle carreggiate stradali;
2. indiretti, per l'aumento del traffico pesante, e conseguente riduzione della velocità di circolazione.

I potenziali effetti diretti, dovuti alle limitazioni indotte alla circolazione nelle vie interessate dai lavori, sono meno trascurabili degli impatti indiretti. Si provvederà a limitare le interferenze al minimo necessario, realizzando le opere, in soggezione di traffico, con limitati restringimenti di carreggiata o localizzando l'intervento in periodi di minor traffico o in ore notturne.

Non saranno necessari interventi di viabilità provvisoria al fine di realizzare le opere più importanti, bensì modifiche ai sensi di marcia e ai sensi unici e un maggior presidio dei luoghi più congestionati da parte dei vigili urbani, con adeguate campagne di informazione a mezzo stampa, l'uso di cartellonistica e segnaletica informativa particolarmente diffusa ed efficace.

Verranno sempre garantiti durante la costruzione dell'opera gli accessi alle residenze e agli esercizi commerciali ed alle attività produttive e terziarie, quanto meno per gli accessi pedonali.

Nel caso in cui il cantiere dovesse ridurre la visibilità di esercizi commerciali, dovrà essere consentita la possibilità di installare, gratuitamente, da parte dei commercianti interessati, una cartellonistica che evidenzia la presenza dell'attività commerciale senza dover per questo pagare gli oneri per le pubbliche affissioni.

L'Amministrazione Comunale provvederà a queste ed altre analoghe politiche di agevolazione sulla scorta dei suggerimenti provenienti dalla redazione del progetto esecutivo.

Inquinamenti visivi

La realizzazione della linea di metropolitana in studio, con le connesse stazioni ed ulteriori strutture



di servizio, coinvolge una porzione significativa dello sviluppo longitudinale della struttura della città.

La notevole durata temporale dei cantieri e la loro ubicazione in siti urbani rappresentativi dei valori espressi dal paesaggio urbano complessivo (dalle aree periferiche fino agli ambiti più centrali e storici della città) impongono una serie di misure che riducano l'inevitabile impatto visivo generato dalla fase di costruzione.

Tale impatto visivo consiste, oltre che nella presenza di mezzi d'opera di considerevole entità e tradizionalmente estranei rispetto ai mezzi meccanici diffusi e frequenti, anche e soprattutto nella presenza di scavi e impianti di cantiere di notevole estensione, ubicati in corrispondenza delle stazioni ed altri manufatti fuori terra da realizzare a servizio dell'impianto.

Per provata esperienza, offerta dalla presenza di analoghi cantieri di rilevante impegno ed estensione in molte città europee, si offrono svariate possibilità di procedere ad opportuni occultamenti dei cantieri impiantati in ambiti urbani, soprattutto quelli più centrali e maggiormente prossimi a manufatti di elevata qualità architettonica.

In questi casi la gestione dei recinti e delle mascherature degli ambiti di cantiere è stata delegata a ditte che realizzano impianti pubblicitari e, in alcuni casi anche a soggetti (giovani, volontari, professionisti) ai quali è stata demandata in forma gratuita e con intenti di autopromozione, l'opportunità di intervenire sulle recinzioni con decorazioni improntate alla massima libertà espressiva.

Le recinzioni di cantiere costituiscono, sia pure per la limitata durata della loro presenza e qualora vengano realizzate con barriere rigide e opache (di adeguata altezza non comunque inferiore ai ml. 2,50 circa), volumi apparenti e superfici che costituiscono un inedito spaziale nei contesti urbani in cui esse vengono realizzate.

Su tali superfici l'applicazione di insegne pubblicitarie, particolarmente qualificate dal punto di vista grafico, può configurare una serie di installazioni effimere che tuttavia offrono un'efficace immagine della contemporaneità.

Tali installazioni peraltro vengono concesse a titolo oneroso, a seguito di pubblico bando per la relativa concessione e possono apportare significative economie a favore dell'ente appaltante e/o delle imprese appaltatrici.

Si suggerisce l'utilizzo di poster pubblicitari grandi dimensioni e retro illuminati la cui presenza vivacizza, anche nelle ore notturne, l'ambiente in cui sono ubicati.

Analogamente la individuazione di tematiche di pittoriche o grafiche per siti peculiari, da apporre alle recinzioni di cantiere, finisce col sostituire alla convulsa e disordinata immagine di un cantiere edile un particolare senso di appartenenza al luogo, sottolineata dalle distinte tematiche, dai loro valori cromatici e pittorici, ai quali la precarietà del supporto nulla sottrae rispetto alla loro efficacia come segnale urbano di forte identità.

Appare tuttavia opportuno raccomandare come questi artifici, destinato alla riduzione momentanea dell'inquinamento visivo indotto dall'apertura dei cantieri, siano accompagnati dalla diffusa utilizzazione di cartelli identificativi dell'opera in corso di realizzazione.

È opportuna l'unificazione qualitativa cromatica e dimensionale delle barriere stesse, le cui caratteristiche devono essere preventivamente definite in sede di redazione dei capitolati d'oneri connessi al contratto d'appalto.

È inoltre utile circondare l'area degli scavi a cielo aperto con barriere di verde realizzato con siepi di notevole altezza da utilizzare come valido filtro alla diffusione delle polveri.

Queste barriere, coltivate in vaso, potranno essere fornite dai vivai comunali e, dismesso il cantiere,

	Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo. Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo
	Studio d'Impatto Ambientale

trapiantate in altri siti del verde urbano.

Viabilità

Durante i lavori di costruzione devono sempre e in ogni caso essere garantite sia la continuità del traffico pubblico e privato, sia la movimentazione pedonale.

In tutte le fasi di lavoro dovrà essere consentito l'accesso alle proprietà private, dai cantieri limitrofi e dalle rispettive aree di lavoro.

L'accesso alle proprietà private ed il transito pedonale deve essere garantito in qualsiasi caso, ivi comprese anche le vie chiuse al traffico viabilistico, anche con la realizzazione di passerelle pedonali provvisorie, ove necessarie.

Le fasi provvisorie devono sempre essere improntate alla ricerca del minore impatto sulla viabilità della zona.

Una particolare attenzione dovrà essere posta sulle aree di transito pedonale destinate alla possibilità che i cittadini osservino, in sicurezza, l'andamento dei lavori.

Queste aree sono destinate alla informazione attiva degli utenti, hanno valenza didattica ai fini della comprensione dell'entità e modalità dei lavori, sono utili per giustificare l'origine dei disagi indotti ai cittadini e rendono tangibile l'impegno delle maestranze impegnate nel lavoro.

Conclusioni

In fase di progettazione soprattutto definitiva e esecutiva, dovrà essere sviluppato un programma della cantierizzazione dell'opera, allo scopo di individuare i potenziali impatti sull'ambiente e sulla popolazione e i necessari provvedimenti e misure di mitigazione.

È tuttavia evidente come nessuna analisi e successiva progettazione ambientale sia in grado di prevedere esaustivamente l'insieme di interrelazioni dell'opera con le dinamiche del territorio e come molti presupposti di valutazione possano alterarsi, anche imprevedibilmente, nel corso del tempo.

Lo stesso progetto esecutivo dell'opera può subire importanti cambiamenti nel momento in cui si passa alla sua realizzazione.

Condizioni geotecniche diverse da quelle assunte, problematiche realizzative che impongono di cambiare cicli di lavorazione e materiali, possono comportare sensibili impatti ambientali se non gestite attraverso un'attenta progettazione interattiva.

Inoltre il verificarsi di condizioni di impatto diverse da quelle ipotizzate o il riscontrare una minore efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere può portare a rivedere il progetto tecnico inizialmente impostato.

Valutazione preliminare degli effetti sui contesti ambientali e territoriali.

Delle alternative possibili quella relativa all'impianto di metropolitana leggera automatica, appare comunque la più positiva alla luce di una preliminare valutazione degli effetti indotti dalla costruzione e gestione dell'opera sui contesti ambientali e territoriali.

Infatti, con riferimento alle principali **componenti ambientali**, si può argomentare che le alterazioni rilevanti sono quelle che operano sui seguenti aspetti:

- struttura idrogeomorfologica
- struttura ecosistemica
- assetto complessivo paesaggistico.



Riguardo alla prima componente, le opere in sotterranea sicuramente inducono alterazioni della struttura idrogeomorfologica in quanto alla loro stessa natura si associa una modificazione dello stato del sottosuolo e dell'equilibrio idrologico del bacino che non vengono alterati da altre modalità di trasporto di massa in superficie.

Il tracciato della metropolitana infatti attraversa in senso longitudinale una rilevante porzione della piana di Palermo che è costituita, per la maggior diffusione: da depositi quaternari; complesso calcarenitico-sabbioso argilloso comprendente una gran varietà di rocce, ciascuna con differenti caratteristiche fisiche e con proprietà meccaniche che variano dai materiali incoerenti alle rocce lapidee.

I terreni in parola hanno una generale regolarità con pendenze nell'ordine dei 10-15° ed il cui dominante morfologico è costituito dalle antiche vallate dei fiumi Kemonia e Papireto e da quella attuale del fiume Oreto.

Questa **morfologia è stata variamente alterata** da azioni antropiche di ogni genere e poi successivamente di nuovo modificata con colmate di fossati difensivi a loro volta modificati. È anche importante la diffusione delle cavità naturali ed artificiali presenti nel sottosuolo. Le prime hanno sovente forma lenticolare mentre le seconde sono costituite da antiche cave in galleria, da canali, necropoli e camminamenti militari.

La presenza di falda idrica, che varia dal livello superficiale presso la costa fino ad un massimo di metri 30 nelle aree pedemontane, costituisce un ulteriore elemento caratteristico la cui variabilità di profondità è dovuta alla morfologia del substrato argilloso. In ambito di Centro Storico la presenza di antichi solchi fluviali ricolmati da secoli, influenza la profondità della falda.

Dall'insieme di queste considerazioni, raffrontate col tracciato della metropolitana, emergono una serie di emergenze geologiche che raggiungono livelli variabili di pericolosità, da quello medio alto a quello medio e medio basso.

Tale pericolosità può derivare dai seguenti fattori geologici:

- rischio sismico,
- caratteristiche litologiche degli strati attraversati dall'impianto,
- assetto fisico del sottosuolo,
- alluvionamento.

Ne risulta che relativamente alla presenza della prima pericolosità, il rischio sismico, questo è diffuso nell'intera area territoriale e forma oggetto di particolari atteggiamenti progettuali indotti dalla vigente normativa sulle strutture antisismiche.

La seconda pericolosità relativa agli strati attraversati, deriva dalle proprietà meccaniche dei terreni alluvionali che possono presentare una pericolosità di livello medio per le loro scadenti proprietà, mentre il rischio analogo si riduce nei terreni calcarenitico sabbiosi, che offrono migliori condizioni meccaniche di stabilità.

Per quanto riguarda l'assetto fisico del sottosuolo esso presenta un grado di pericolosità medio alto per la presenza di cavità che possono generare improvvisi sprofondamenti o ribassamenti. Questi sono causa di dissesti e collassi delle cavità per tutto lo sviluppo dell'impianto poiché, per lunghi tratti, la falda idrica viene intercettata e parzialmente sbarrata dalle opere in sotterranea. Questo sbarramento, per la sua stessa lunghezza, può indurre variazioni del regime idraulico della falda a monte e a valle dello sbarramento stesso, inducendo, oltre che rischi di alluvionamento, anche scalzamento al piede delle opere o sovrappressioni sulle stesse per accumulo di massa idraulica.

Il rischio da alluvionamento, inoltre, può essere medio alto nei tratti di attraversamento nei paleo



alvei dei fiumi Kemonia e Papireto e medio nell'attraversamento del fiume Oreto.

All'insieme di queste alterazioni, potenzialmente presenti e oggetto di specifiche mitigazioni attuate con idonee soluzioni progettuali, fa fronte **l'assenza di alterazione** o rischio di scomparsa di ecosistemi. Questo rischio è assente, come appare evidente caratteristica propria dell'impianto in sotterranea per la stessa profondità delle operazioni di scavo.

Queste in alcun modo possono influire su ecosistemi che alle profondità del progetto sono comunque assenti. Inoltre è evidente la loro generalizzata assenza nell'ambito dei perimetri urbani di alta densità come quello in esame.

Anche per l'aspetto relativo all'assetto **complessivo del paesaggio** è il caso di notare che nessun effetto in ambito territoriale può essere arrecato a questa componente, non solo per l'esiguità dell'impianto rispetto all'area vasta, ma anche e soprattutto per il suo essere essenzialmente sotterranea e quindi sottratta al dominio della percezione, ed in ambito urbano e quindi sottratta alla dimensione territoriale del paesaggio.

Esaurita la disamina delle influenze sui contesti ambientali occorre procedere all'analisi di **impatto territoriale** del progetto, procedendo per fasi che possono essere così schematizzate:

- delimitazione dell'area d'influenza del progetto
- individuazione dei fattori significativi ai fini dell'impatto territoriale
- individuazione dei fattori nella fase di esercizio dell'opera
- valutazione complessiva sull'area d'influenza.

Relativamente alla prima fase di articolazione dell'analisi si può identificare come ambito di influenza del progetto una porzione del consolidato urbano della città di Palermo corrispondente alla dimensione lineare Nord Sud dello sviluppo della metropolitana ed attribuendo uno spessore ortogonale dimensionato in circa ml 700 verso Est ed altrettanti verso Ovest, per un totale spessore di una fascia ambito di ml 1400 circa.

Si ritiene che questa dimensione delimiti l'ambito territoriale di influenza diretta dell'intervento in termini fisici in quanto, all'interno di questo ambito, in fase di costruzione e di esercizio, si potranno verificare i più elevati impatti positivi e negativi sulla complessiva strutture territoriale secondo l'elenco dei fattori più appresso specificati.

Infatti, relativamente agli impatti in fase di costruzione, questa ampia fascia ambito corrisponde alla superficie urbana all'interno della quale saranno più avvertibili i condizionamenti e le difficoltà indotte sui vari fattori e principalmente:

- il traffico di superficie,
- il mantenimento delle condizioni di vita sociale,
- i disagi indotti dalle attività di cantiere,
- le attività economiche in atto.

A ciascuno di questi fattori si dovrà attribuire una valenza negativa con diversificati gradi di gravità, mentre, nella fase di esercizio, molti di questi fattori si convertiranno in altrettanti aspetti positivi con caratteristiche di durata e di permanenza che si contrappongono ai fattori negativi su esposti, caratterizzati da temporaneità e rimovibilità dei fattori negativi stessi.

Questo induce ad un bilancio positivo degli impatti territoriali complessivi nell'ambito territoriale in esame.

Inoltre, nella fase di costruzione, aspetti della vita sociale che saranno coinvolti nell'alternanza fra negatività e positività, fra temporaneità e durata nel tempo degli effetti stessi, saranno:

- L'influenza sui flussi turistici



- Il carico sulle infrastrutture di trasporto
- L'insorgenza di nuovi consumi energetici
- Lo smaltimento dei rifiuti solidi generati dal cantiere.

Nella successiva **fase di esercizio**, che si intende ora confrontare con la situazione senza progetto, i **fattori positivi** saranno i seguenti:

- **La vita sociale** non potrà che avvalersi positivamente della rapidità ed efficienza del trasporto pubblico di massa sotterraneo in quanto a relazioni interpersonali, tempo libero, raggiungimento economico del posto di lavoro, decongestione del traffico con conseguenze sulla salute fisica e mentale dei cittadini e in generale tutte le positività indotte da una attività che non inquina l'atmosfera ed il paesaggio visuale nel dominio del quale essa rientra.
- L'economicità generale dell'impianto del quale l'aspetto non è possibile trarre un sintetico bilancio costo-ricavo per la stessa molteplicità degli elementi che contribuiscono a tale bilancio e per il quale, pertanto, è più opportuno introdurre il rapporto costo-beneficio per la impossibilità di monetizzare il ricavo, mentre è possibile valutare il beneficio.

Questo fa essenzialmente riferimento all'**economicità dell'esercizio** in quanto impianto che trasferisce nell'unità di tempo il maggior numero di utenti a parità di chilometraggio rispetto ad altri sistemi di trasporto pubblico di massa ipotizzabili.

Infatti l'alternativa, a parità di politiche che limitano il trasporto privato, costituita dal trasporto pubblico di superficie, genera velocità commerciali che sono pari a quasi un decimo di quella propria degli impianti metropolitani.

Gli stessi consumi energetici vengono notevolmente abbattuti dagli impianti a trazione elettrica rispetto a quelli azionati da motori endotermici e a questa migliore efficienza energetica, a parità di prestazione, si associa un ulteriore aspetto positivo connesso alla ridotta e quasi assente componente di inquinamento atmosferico dell'ambito urbano interessato rispetto ad ogni altra forma di trasporto pubblico.

Infatti, anche se l'energia elettrica prodotta per la trazione dell'impianto di metropolitana nel bilancio complessivo finisce per generare inquinamento atmosferico a causa della sua produzione nelle centrali termoelettriche, queste tuttavia non sono ubicate nell'ambito urbano nel quale si sviluppa l'esercizio dell'impianto in studio, e pertanto i fattori inquinanti non sono sommabili a quelli tipici urbani.

- Una complessiva valutazione dell'impatto territoriale dell'opera sull'area di influenza conduce quindi ad una valutazione che per un verso manifesta la totale **indifferenza dell'area vasta** rispetto all'ambito dell'opera, mentre, alla scala media, delimitata dall'area d'influenza stessa, gli impatti vanno esaminati con maggiore puntualità a causa della peculiarità della struttura urbanistica, edilizia e storica in cui agiscono le modificazioni.

Disamina dei possibili correttivi

Non si evidenziano correttivi o modifiche da apportare al progetto in ragione del suo impatto nell'ambito territoriale vasto che, come sopra specificato, appare sostanzialmente indifferente alle alterazioni indotte dal progetto.

Pertanto il suo inserimento, a grande scala, non appare migliorabile, nella misura in cui questi effetti negativi potenziali, ma non riscontrabili, possono indurre effetti altrettanto negativi anche alla piccola scala, essendo solo questa corrispondente ad un ambito sensibile.

Le alternative di progetto, comunque esaminate nell'iter tecnico amministrativo che ha



caratterizzato il processo che dalla fattibilità perviene al presente progetto preliminare, sono tutte state prese in considerazione in ragione di miglioramenti progettuali alla piccola scala in quanto indotti da aspetti di natura impiantistica e da condizionamenti localizzati derivanti da specifici fattori presi in considerazione e oggetto di successive analisi.

In sintesi si può affermare, con riferimento agli aspetti territoriali, che non si è proceduto, nell'iter descritto, a modificazione della localizzazione prevista per il progetto, intendendo per localizzazione non solo i terminali dello sviluppo lineare dell'impianto, ma lo sviluppo complessivo della traccia stessa, in quanto non si sono ravvisate interferenze dell'originale previsione di fattibilità con aree sensibili sotto il profilo ambientale, né difficoltà di allaccio con altre reti di trasporto di interesse regionale o comprensoriale né con altri fattori di analoga rilevanza.

I contenuti funzionali del progetto non hanno ricevuto modificazioni se non che quelle strettamente relative alle modalità di ottimizzazione tecnico costruttiva che in nessun aspetto saliente vengono ad alterare il contenuto trasportistico della metropolitana, per come questa ha formato oggetto dello Studio di Fattibilità, oggetto della specifica Per quanto attiene a vincoli e paesaggio, la relazione di prefattibilità rassegna quanto segue.

L'unico attraversamento interessato da aree sottoposte a vincolo corrisponde alla fascia soggetta a vincolo paesaggistico lungo le sponde del fiume Oreto.

La previsione progettuale della linea di metropolitana non prevede tuttavia in questa area di attraversamento fluviale la realizzazione di interventi edilizi o di manufatti di sorta fuori terra e in questo senso si può sostenere la ininfluenza del vincolo paesaggistico rispetto ad una previsione di intervento sotterraneo. La natura di tale vincolo infatti, si esprime all'interno della tutela che va effettuata sulle componenti percettive del **paesaggio, inteso come contesto naturale e antropico di integrazione** che ha prodotto nel tempo effetti di particolare pregio ambientale e percettivo .

In tale senso, fatte salve le garanzie da assicurare con le previsioni tecniche costruttive relativamente alla necessità di non alterare la naturale modalità del fluire delle acque (aspetto questo anche compreso nella natura del vincolo paesaggistico), non si possono indurre altre alterazioni alla componente figurale del paesaggio attuale con la realizzazione di opere totalmente interrato e per giunta a grande profondità al di sotto della quota dell'alveo fluviale.

In ambito di centro storico la concentrazione di beni isolati e vincoli monumentali e aree archeologiche si intensifica per motivi connessi alla più prolungata stratificazione indotta dalla presenza umana nell'area.

L'allegato n. 29 illustra sinteticamente la presenza di tali fattori di particolare rilevanza stante la quantità e il valore dei beni architettonici e archeologici presenti. Nel tratto intercettato dalla fascia ambito nel centro storico, in prossimità della linea di metropolitana in studio si evidenziano una forte concentrazione di beni di carattere monumentale , di interesse storico artistico vincolati, di antichi tracciati, di edifici, mura ed ambiti di interesse storico archeologico, di aree verdi e di filari di alberatura.

Sono tutti beni che contribuiscono in maniera essenziale alla riconoscibilità della identità storica della città e la cui tutela e salvaguardia deve essere messa in primo piano rispetto alle esigenze tecniche ed economiche dell'impianto in studio.

A riguardo si deve considerare che non soltanto fattori legati alle esigenze tecniche specifiche hanno suggerito la scelta di procedere alla previsione dello sviluppo delle opere in sotterranea ad una notevole profondità media per l'intero sviluppo delle gallerie dell'impianto, ma anche fattori di prevenzione dal rischio geotecnico. Questi fattori hanno formato oggetto della puntuale indagine svolta sulle caratteristiche dei fabbricati interessati dalla presenza di gallerie e scavi per la



realizzazione delle stazioni e opere annesse.

Infatti la stessa tipologia di opere e di realizzazione delle vie, con due gallerie distinte per senso di percorrenza, è stata ispirata dalla cautela indispensabile per evitare alterazione della configurazione di equilibrio dei terreni fondali dei manufatti edilizi di superficie.

Questa attenzione è stata inoltre ulteriormente ampliata nel tratto di attraversamento del centro storico, proprio al fine di azzerare ogni interferenza causate dagli scavi sul patrimonio edilizio storico.

I tracciati hanno nel corso dell'iter progettuale, risentito, con modifiche e alternative prese in considerazione, proprio di questa costante attenzione volta alla ricerca di soluzioni di assoluta garanzia del tracciato, sia per quanto riguarda i rischi di cedimenti in fase di costruzione che di propagazione delle vibrazioni agli edifici soprastanti in fase di esercizio dell'impianto.

Impatti su aree o paesaggi riconosciuti come protetti a livello nazionale, comunitario e internazionale

Per la trattazione della tematica si rimanda allo **Studio d'Incidenza Ambientale (Screening) sul S. I. C. ITA020012 Valle del Fiume Oreto del marzo 2010**, del quale si riportano lo Studio ha riportato i brani salienti.

“Come illustrato [...] , l'analisi dei tre comparti ambientali l'abiotico, il biotico e il socio-economico, ha messo in evidenza che il SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto* è un biotopo di rilevante importanza naturalistico-ambientale in quanto, oltre a costituire un'oasi di rifugio e/o di riproduzione per la fauna, rappresenta un interessante sito per la localizzazione di alcune entità floristiche di notevole importanza scientifica come l'endemica siculo-sarda *Carex panormitana* a carattere prioritario, *Dianthus rupicola* di interesse comunitario e *Platanus orientalis* di notevole interesse corologico insieme a *Laurus nobilis* e altre specie costituenti altri habitat meritevoli di tutela.

Dal punto di vista paesaggistico, la Valle del Fiume Oreto presenta alcune importanti peculiarità che derivano fondamentalmente dalla sua natura di corso d'acqua e dal suo riparto colturale costituito dalla netta prevalenza degli agrumeti che nel recente passato connotavano la famosa “Conca d'Oro”, a cui si accompagnano in minor misura, oliveti e vigneti.

La presenza degli arbusteti termo-mediterranei e pre-desertici che caratterizzano fortemente la Valle del Fiume Oreto, concorrono significativamente a conferire al paesaggio un elevato valore naturalistico, trattandosi di habitat di interesse prioritario molto importanti dal punto di vista ecologico e tutelati ai sensi della Dir. 92/43/CEE “Habitat” con il nome di *Arbusteti termo mediterranei e pre desertici* (codice Natura 2000 **5330**). A questi si aggiunge anche un altro habitat prioritario costituito dal *Matorral arborecente di Laurus nobilis* e altri habitat con vegetazione del *Quercion ilicis* che, insieme agli habitat lotici e umidi perifluviali, connotano un paesaggio vegetale con un buon livello di biodiversità.

Un altro contributo al valore naturalistico del biotopo in studio, purtroppo modesto a causa dell'antropizzazione, è dato dalla presenza presso la foce del fiume di fitocenosi tipiche degli ambienti litorali costituite prevalentemente da piante alofile e/o psammofile come *Salicornia* ed *Euphorbia* spp. ed altre fitocenosi tipiche delle aree steppiche mediterranee.

Quanto descritto è ciò che è rimasto della lussureggiante macchia-foresta che caratterizzava nel passato la valle del Fiume Oreto.



Allo stato attuale tutta l'asta fluviale ed i relativi ecosistemi risultano fortemente degradati per la rilevante pressione antropica sul corso d'acqua e sul territorio di pertinenza che è culminato nella cementificazione dell'alveo e delle sponde, trasformando soprattutto l'ultimo tratto del corso d'acqua fino alla foce, in un canale di scolo. Ne consegue che numerosi habitat alveo-ripariali ed extragolenali sono scomparsi determinando la banalizzazione dei popolamenti vegetali per sostituzione con altri molto eterogenei e in molti casi, con la netta prevalenza di specie cosmopolite e/o invasive come *Ailanthus altissima* lungo il corso del fiume e *Pennisetum setaceum* nelle praterie.

La vulnerabilità-sensibilità del Sito agli impatti

Si riportano sinteticamente gli effetti che le attività umane possono determinare o determinano sulle risorse naturali del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto* ai fini della tutela e della gestione valorizzativa degli habitat, suddividendo le criticità in funzione delle cause:

a) **Agricoltura:** I principali fattori di impatto causati dall'attività agricola sono rappresentati dalla sottrazione di habitat ed inquinamento dovuto all'uso di pesticidi.

Inoltre le attività umane connesse alle pratiche agricole rappresentano potenziali fattori di disturbo per le specie faunistiche (es. pratiche illegali e uso improprio di agro farmaci, disturbo da rumore generato dai mezzi meccanici ecc.). Gli effetti riscontrabili a carico delle componenti faunistiche sensibili sono essenzialmente costituiti da aumento della mortalità per cause dirette ed indirette (effetti clinici, sub clinici, abbassamento delle difese immunitarie, stress) e allontanamento per disturbo e riduzione delle fonti trofiche.

b) **Urbanizzazione:** Il continuo incremento dell'urbanizzazione lungo il corso del fiume è il maggiore impatto sulle risorse naturali del Sito per la sottrazione di habitat, la perdita e/o la banalizzazione della vegetazione caratterizzata dal netto prevalere di entità floristiche nitrofile e/o cenosi rudero-segetali. Particolarmente drastico è l'impatto sulla fauna, per la perdita di biodiversità faunistica, per la frammentazione e la modificazione delle attività di alimentazione, riposo e riproduzione delle specie con particolare riguardo alle seguenti specie: *Alcedo atthis*; *Egretta garzetta*; *Larus melanocephalus*; *Sterna sandvicensis*.

c) **Inquinamento dell'acqua:** E' uno degli impatti a maggiore peso per i drastici effetti che lo sversamento delle acque reflue hanno avuto ed hanno sulle fitocenosi lotiche e su quelle del piano infralitorale marino. L'eutrofizzazione delle acque modifica sostanzialmente la zonazione sia in orizzontale che in verticale delle fitocenosi fluviali che sono sostituite da popolamenti nitrofilo, mentre nell'ambiente marino l'abnorme crescita di epifiti sulle foglie di Posidonia, determina la regressione dei Posidionieti.

Gli habitat particolarmente vulnerabili oltre il 1120 - Erbari di Posidonia oceanica (*Posidonietum oceanicae*), sono: il 3290-Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il *Paspalo-Agrostidion*; il 3280- Fiumi mediterranei a flusso permanente con il *Paspalo-Agrostidion* e con filari ripari di *Salix* e *Populus alba*; *Carex panormitana* Guss.

d) **Sistemazioni idrauliche e prelievo di acqua:** Il SIC in studio è interessato anche da sostanziali modifiche strutturali al decorso del fiume con interventi di sistemazione idraulica che hanno irrimediabilmente distrutto gli equilibri biologici che regolavano l'ecosistema. Rilevante peso ha avuto la cementificazione del letto e delle sponde.

Inoltre, il fiume è interessato da prelievi a scopo agricolo e civile, che determinano, per diversi mesi all'anno, la mancanza di un regolare deflusso idrico con rilevanti impatti sul minimo vitale delle



specie.

Il Fiume Oreto, con la cementificazione del letto e dei suoi argini, rappresenta un caso emblematico di alterazione strutturale e degli equilibri idrici di un corso d'acqua, il cui risultato, unitamente alle attività agricole, ai fenomeni di inquinamento e di urbanizzazione già citati, ha comportato la quasi totale scomparsa della vegetazione naturale, soprattutto nel tratto a valle dove l'alterazione del ciclo erosivo sedimentario impedisce il naturale rinnovamento dei popolamenti vegetali e l'evoluzione della vegetazione. Gli habitat e le specie interessati da queste criticità sono: il 3280 – Fiumi mediterranei a flusso permanente con filari ripari di *Salix* e *Populus alba*; il 92A0 – Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*; il 5230-Matorral arborescenti di *Laurus nobilis*; il 92A0 – Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*; il 92C0- Boschi di *Platanus orientalis* (*Platanion orientalis*); le endemiche *Carex panormitana* Guss e *Ipomoea sagittata* Poir.

e) **Inquinamento dell'aria:** A causa della consistente urbanizzazione del territorio i tratti terminale e mediano del fiume sono particolarmente interessati dai gas di scarico dei mezzi di trasporto che immettono nelle catene alimentari molecole tossiche per la fauna ed in particolare modo per *Alcedo atthis*, *Egretta garzetta*, *Larus melanocephalus* e *Sterna sandvicensis*. Inoltre è possibile riscontrare effetti costituiti dall'incremento della mortalità per cause dirette ed indirette (effetti clinici, sub clinici, abbassamento delle difese immunitarie) e riduzione delle fonti trofiche.

f) **Inquinamento del suolo:** L'attività agricola intensiva che si esercita nel territorio facente parte del SIC, è particolarmente impattante sugli habitat della valle e su quelli alveo-ripariali a causa della rilevante immissione di concimi diserbanti e pesticidi nei suoli agricoli che a causa delle piogge ampliano la loro azione tossica nel ricettore finale costituito dal fiume. Gli effetti sono particolarmente vistosi sulla fauna per fenomeni di ecotossicità nella catena trofica.

g) **Discariche abusive:** Con notevole frequenza si vede la trasformazione degli alvei fluviali in discariche abusive di rifiuti di ogni genere, dagli inerti, alla normale spazzatura casalinga, ai rifiuti liquidi, a quelli ingombranti come gli elettrodomestici e molto spesso anche pericolosi come batterie di macchina, amianto ecc. Questo oltre a provocare un degrado del paesaggio esercita notevoli impatti negativi sulla flora, sulla fauna e sull'uomo con effetti che possono essere a lungo termine molto dannosi. Gli habitat e le specie interessati da queste criticità sono gli habitat più rappresentativi del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*: Il 1210- Vegetazione annua delle linee di deposito marine; il 3170- Stagni temporanei mediterranei (prioritario); il 3290- Fiumi mediterranei a flusso intermittente con il *Paspalo-Agrostidion*; il 92A0 Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*; il 92C0- Boschi di *Platanus orientalis* (*Platanion orientalis*); il 92D0 (Foreste riparie a galleria termo-mediterranea); la specie endemica *Carex panormitana* Guss. Dal punto di vista faunistico è un fattore fortemente nocivo alla vita di *Alcedo atthis*; *Egretta garzetta*; *Larus melanocephalus*; *Sterna sandvicensis*.

h) **Specie vegetali invasive:** A causa dell'antropizzazione e dell'urbanizzazione il SIC è interessato da numerose xenofite di cui due sono particolarmente invasive per la rilevante resilienza: *Ailanthus altissima* e *Pennisetum setaceum*. Queste due specie hanno invaso, rispettivamente, gli habitat umidi golenali e ripari del corso d'acqua, e gli ambienti xerici delle praterie extragolenali.



SCREENING DELLA COMPATIBILITA' AMBIENTALE DEL PROGETTO CON LE STRATEGIE GESTIONALI PER LA CONSERVAZIONE E LA VALORIZZAZIONE DEGLI HABITAT E DELLE RISORSE DEL S. I. C. ITA 020012 VALLE DEL FIUME ORETO.

L'indagine condotta sui tre comparti ambientali l'abiotico, il biotico e il socio-economico, ha consentito di valutare lo stato dell'ambiente e il valore delle risorse del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*, e di evidenziare la vulnerabilità-sensibilità agli impatti, attraverso l'analisi delle "criticità" ambientali riportata nel capitolo precedente.

Questi dati, messi a confronto con le tipologie di opere e/o degli interventi che caratterizzano la costruzione di questo primo tratto della Metropolitana, consentono di valutare significativamente la compatibilità del progetto con il raggiungimento dell'obiettivo previsto dalle Direttive n. 92/437 CE e n. 79/409 CE, di raggiungere uno "stato di conservazione soddisfacente" dei Siti Natura 2000. Secondo le suddette Direttive, la conservazione dell'ambiente e delle risorse dei SIC-ZPS deve essere ottenuta rimuovendo i conflitti in atto o potenziali tra attività umane ed evoluzione spontanea dei sistemi ecologici, nel rispetto delle specificità locali e delle esigenze territoriali di crescita economica.

L'attraversamento dell'alveo del fiume alla profondità di m. 18 evidenzia che la proposizione progettuale oggetto di questo studio, non può avere alcuna incidenza negativa sul SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*. La compatibilità del progetto non è limitata soltanto alla conservazione delle componenti ambientali del Sito, ma anche a tutte le altre azioni volte al potenziamento, alla valorizzazione e alla razionale fruizione delle sue risorse come:

- La riqualificazione e il ripristino dell'integrità ecologica dei sistemi ambientali, potenziando le capacità di rigenerazione e rinnovamento di tali sistemi;
- la ricostruzione di nuovi habitat e ambienti naturali, nel rispetto delle esigenze ecologiche e delle valenze naturalistico-ambientali;
- l'eliminazione e/o la mitigazione degli impatti sugli habitat e le specie;
- il recupero del paesaggio agrario tradizionale e valorizzazione delle risorse esistenti, con particolare riguardo alle specificità delle risorse locali e alle attività tradizionali;
- la razionalizzazione della fruizione del Sito, la comunicazione, la formazione e la valorizzazione delle attività economiche sostenibili, anche attraverso la partecipazione delle comunità locali alle scelte di gestione.

Nella sostanza, la costruzione della Metropolitana Leggera Automatica oltre ad essere compatibile con la tutela dell'ambiente e delle sue risorse naturali, è di notevole sostegno alla fruizione del SIC, con la creazione di una rete di collegamento efficiente e veloce con la città di Palermo.

Con la costruzione della metropolitana, l'incremento dei visitatori sarà di notevole ausilio alla realizzazione della politica di programmazione e di pianificazione ecologica illustrata nei cinque punti riportati più sopra, e, in particolare per quanto riguarda il recupero del paesaggio agrario tradizionale, l'agricoltura sostenibile e la valorizzazione dei prodotti biologici e dell'artigianato locale.

La compatibilità ambientale del progetto per la costruzione della prima tratta Oreto-Notarbartolo della metropolitana leggera automatica di Palermo con la vulnerabilità sensibilità del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto* che questa attraversa, nasce dall'assenza di interferenze dirette e/o indirette con la conservazione degli habitat e delle specie di questo Sito in quanto:

a) Il tratto di fiume intersecato in subalveo dal tracciato della metropolitana, è costituito dal tratto terminale del corso dell'Oreto il cui alveo scorre all'interno del tessuto urbano del quartiere Guadagna di Palermo. La cementificazione del letto e delle sponde hanno trasformato questo tratto



fluviale dell'Oreto in un canale di scolo con acque fortemente inquinate. Ne consegue che anche l'attraversamento in superficie non sarebbe impattante considerato che non vi sono habitat meritevoli di tutela, la modesta componente biotica spontanea, presente nell'alveo, è costituita da poche specie nitrofilo-ruderali e che la vegetazione sulle golene non edificate, è costituita da ubertosi orti irrigui (vedi documentazione fotografica).

b) Il progetto non ha alcuna interferenza con l'ecosistema fluviale oggetto di valutazione, in quanto dal punto di vista strutturale il tracciato della metropolitana presenta profondità variabili in ragione dei vincoli ambientali. Di tali vincoli il più severo è costituito proprio dall'attraversamento del subalveo del fiume Oreto che avviene con due gallerie di diametro variabile compreso tra ml 5,70 e ml 6,30 e con il piano di rotolamento del treno **posto alla profondità di circa metri 18 al di sotto del piano della savenella di magra** (Fig. 3, 4 e 5 e allegato 1).

c) Il progetto di metropolitana anche al di fuori del punto di attraversamento del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*, per lo sviluppo del suo tracciato in galleria, non può ingenerare oggettivamente alcuna interferenza negativa con gli habitat e le specie oggetto di valutazione, neanche ipoteticamente, in quanto il degrado del tratto di fiume dal ponte della via Guadagna alla foce interessato dal progetto, ha cancellato ogni segno di naturalità a causa delle modificazioni indotte dalle opere di sistemazione idraulica (Fig.10 e 13).

d) La costruzione del tracciato, delle stazioni, dei pozzi di areazione e di quant'altro necessita per la costruzione della metropolitana, come riportato nello studio di V.I.A. sulla prefattibilità ambientale del progetto redatto dallo Studio Provenzano, non hanno alcuna incidenza negativa sugli habitat e le specie del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*. Infatti, le opere che potenzialmente avrebbero potuto determinare i maggiori impatti, costituite dai "pozzi di attacco" a cui sono legati la movimentazione dei mezzi e lo smarino proveniente dalle attività di scavo, per la loro ubicazione e per la logistica adottata per la loro costruzione, non possono essere compromissivi della qualità delle componenti ambientali a cui sono legate gli equilibri che regolano l'ecosistema fluviale in studio in quanto:

- La distanza del "pozzo d'attacco" che origina le gallerie che attraversano sottoterra l'alveo del fiume Oreto, è ubicato in prossimità dello svincolo Oreto, lungo la Circonvallazione (Fig.3). La sua posizione non può determinare alcuna interferenza con il SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto* e consente anche, per la sua posizione in una via di grande comunicazione extra urbe, di evitare impatti sulla sicurezza di esercizio della viabilità urbana da parte dei veicoli per il trasporto dei materiali.

• Le attività di cantiere per la costruzione della metropolitana che si svolgono sottoterra e il trasporto a discarica dello smarino, evitano tutti gli impatti più sopra evidenziati come l'accumulo dei materiali di scavo, la presenza di mezzi di movimentazione in superficie, le polveri, le emissioni e i rumori prodotti dalle macchine operatrici.

e) Non necessita l'apertura di nuove strade per l'accesso ai cantieri, in quanto i lavori si svolgono in ambito urbano già dotato della necessaria viabilità.

f) Tutte le tipologie di opere che necessitano per la costruzione della metropolitana essendo nel sottosuolo sono compatibili con i vincoli normativi e territoriali che gravano il SIC in quanto, come si evince dalla carta dei vincoli, sono tutti attinenti alle attività umane che sono svolte sul soprassuolo.

g) Anche per quanto riguarda le attività umane elencate nel capitolo 6.2, aventi potenziale o reale incidenza sul SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto* ai fini della tutela e della gestione valorizzativa degli habitat e delle specie che lo caratterizzano, la costruzione della metropolitana ha



Metropolitana automatica Leggera della città di Palermo.
Prima linea Tratta funzionale Oreto-Notarbartolo

Studio d'Impatto Ambientale

soltanto incidenza positiva migliorando in indotto, con l'incremento dei visitatori, la valorizzazione, la tutela e la razionale gestione delle sue risorse.

Risultati dello screening sulla compatibilità del progetto (Art. 4 del D. A. 30-03-2007).

I risultati di questo studio hanno messo in evidenza che le opere in progetto per la costruzione della Metropolitana Leggera Automatica di Palermo, non hanno alcuna incidenza negativa con gli obiettivi di tutela e salvaguardia ambientale, degli habitat, delle specie e degli ambienti faunistici che caratterizzano il Sito di Interesse Comunitario (SIC) ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*. A tali risultati si è pervenuti attraverso lo studio delle componenti dei comparti abiotico, biotico e socio-economico dell'ambiente interessato dalla proposizione progettuale, con particolare riferimento alla tipologia e distribuzione degli habitat, degli ambienti faunistici e delle specie animali e vegetali la cui tutela sta a fondamento del D. A. 30-03- 2007 da cui discende questo studio.

Nonostante l'analisi comparativa delle modificazioni che potevano essere esercitate dalle specificità progettuali sullo stato dell'ambiente sottoposto a tutela, avesse evidenziato chiaramente che le opere per la costruzione della metropolitana, per la loro ubicazione sottoterra, non potevano apportare alcuna modifica all'ambiente, si è voluto approfondire ulteriormente l'analisi. Tali approfondimenti sono stati indirizzati a dimostrare la compatibilità del progetto anche per quanto riguarda la vulnerabilità-sensibilità del Sito, rilevando i fattori di pressione antropica e delle criticità in atto e potenziali sugli habitat e le specie e i vincoli normativi e territoriali gravanti sul Sito. I risultati ottenuti hanno messo in

risalto che il progetto non solo è compatibile con la tutela degli habitat e delle altre risorse del Sito, ma risulta anche strategico per la valorizzazione delle esternalità del SIC, facilitandone l'accesso agli utenti. Infatti, il numero dei visitatori, nel determinare il successo delle funzioni museali, didattiche e scientifiche che stanno a fondamento dell'istituzione di un SIC, svolgono nel contempo la funzione di volano per l'ottenimento delle risorse economiche necessarie per realizzare gli interventi di tutela, di prevenzione e di mitigazione degli impatti, di ripristino degli equilibri ecosistemici e di riqualificazione ambientale .

Nella sostanza, la realizzazione della metropolitana leggera automatica nella città di Palermo, non apportando alcun impatto negativo e facilitando la fruizione del Sito, si pone positivamente nell'approccio strategico e funzionale alla costruzione della coerenza tra esigenze di tutela ed aspettative di sviluppo. Inoltre, il potenziamento della fruizione, pone la metropolitana come strumento per mediare le esigenze di conservazione con quelle della utilizzazione delle risorse, in un quadro di coerenza territoriale, organico e sistemico, in cui le diverse azioni concorrono alla conservazione del SIC ITA 020012 *Valle del Fiume Oreto*, attraverso il contenimento delle criticità e la valorizzazione delle potenzialità locali.